UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO NUTES DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

CÉSAR SILVA XAVIER

METACOGNIÇÃO E ESTRATÉGIAS DE ENSINO METACOGNITIVO:
UMA REVISÃO DE LITERATURA ANALÍTICA

RIO DE JANEIRO
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

INSTITUTO NUTES DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

CÉSAR SILVA XAVIER

METACOGNIÇÃO E ESTRATÉGIAS DE ENSINO METACOGNITIVO:
UMA REVISÃO DE LITERATURA ANALÍTICA

Tese apresentada à Banca Avaliadora do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências e Saúde do Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Nível Doutorado
Orientador: Prof. Dr. Maurício Abreu Pinto Peixoto

RIO DE JANEIRO

2022

CIP - Catalogação na Publicação

X3m

Xavier, César Silva
Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo: uma revisão de literatura analítica / César Silva Xavier. -- Rio de Janeiro, 2022.
388 f.

Orientador: Mauricio Abreu Pinto Peixoto.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde, 2022.

1. Metacognição. 2. Estratégias de ensino. 3. Ensino metacognitivo. 4. Ensino básico. 5. Aprendizagem. I. Peixoto, Mauricio Abreu Pinto, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

FOLHA DE APROVAÇÃO

César Silva Xavier

Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo: uma revisão de literatura analítica

Tese apresentada como requisito à obtenção do grau de Doutor em Educação em Ciências e Saúde do Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Aprovada em 07/07/2022

_____

Mauricio Abreu Pinto Peixoto, Doutor, PPGECS/ NUTES/UFRJ (Orientador)

_____

Marcelo Borges Rocha, Doutor, PPGECS/ NUTES/UFRJ

_____

Cleci Teresinha Verner Rosa, Doutora PPGECM/FUPF

_____

Danielle Pereira Cavalcanti, Doutora PPGProfCiências/UFRJ

_____

Ana Cristina Souza dos Santos, Doutora, PPGEduCIMAT/UFRRJ

DEDICO ESTE TRABALHO...

Aos meus filhos **César** e **Samuel** pelo companheirismo, posicionamentos, conversas, memes e músicas compartilhadas, pela compreensão, atenção e disposição em colaborar, pelas vitórias que vocês vêm conquistando e que me enchem de orgulho.

À minha esposa **Elizandra** pelo companheirismo, paciência, carinho, confiança e incentivo que sempre me foi dedicado. Também pela garra demonstrada e vitórias que foram tão importantes para nossa família, especialmente ao longo desta jornada.

À minha mãe **Fátima** e ao meu pai **Aldy** pela base sólida, pelo carinho, atenção e dedicação que permitiram minha chegada até aqui.

À minha irmã **Beatriz** pelo carinho e incentivo de sempre.

Ao meu sogro **Miranda** e sogra **Roseny** pela atenção e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr **Maurício Abreu Pinto Peixoto**, meu orientador: muito obrigado pela confiança, paciência, calma e pelos inúmeros ensinamentos e lições. Pela maneira equilibrada e centrada de conduzir o trabalho que permitiu a concretização desta tese.

Às minhas colegas do GEAC - Grupo de Estudos em Aprendizagem e Cognição que se tornaram grandes parceiras e colaboradoras: **Katy Conceição Cataldo Muniz Domingues** pela força, incentivo, parceria e otimismo de sempre, **Luciana Rocha dos Santos** pelo incentivo, serenidade, paciencia e minúncia das suas análises, **Thais Lazaroto Roberto Cordeiro** e **Silvia Pricinote** pela convivência que apesar de, até o momento, 100% remota, trazem sempre novos e importantes conhecimentos. E um agradecimento especial à minha amiga **Luciana Lima de Albuquerque da Veiga** pela atenção, paciência, parceria e colaboração nos trabalhos acadêmicos.

Aos colegas da turma Dinter Ifes/Ufrj, **Breno Rodriguez, Clinger Cleir, Danusa Robers, Débora Santos, Hiata Anderson, Lidiane Picoli, Mariana Petri, Ramon Prado, Rutinelli Fávero** pela parceria, companheirismo e incentivo.

Às professoras e professores componentes da banca examinadora, Drª. **Ana Cristina Souza dos Santos**, Drª. **Cleci Teresinha Verner Rosa**, Drª. **Danielle Pereira Cavalcanti**, Dr. **Marcelo Borges Rocha,** Drª. **Maylta Brandão dos Anjos**, Drª. **Sônia Cristina Soares Dias Vermelho.**

Às funcionárias, funcionários, professoras e professores do Instituto Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, que, de forma direta ou indireta contribuíram com a realização desta pesquisa. A todas e todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho. E ao povo Brasileiro que financiou esta pesquisa.

RESUMO

XAVIER, César Silva. *Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo*: uma revisão de literatura analítica. Rio de Janeiro, 2022. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde). Instituto NUTES de Educação em Ciências e saúde - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

A pesquisa aqui apresentada se dedicou em identificar, selecionar e analisar Estratégias de Ensino Metacognitivo (EEM) disponíveis na literatura científica, com o objetivo de aproximar do contexto escolar o que tem sido produzido na academia. Situa-se, sob a perspectiva do Grupo de Estudos em Aprendizagem e Cognição (GEAC) em uma de suas vertentes que, nos últimos anos, vem se dedicando ao estudo da metacognição relativa à organização, descrição, operacionalização e execução de estratégias que visam a estimular nos aprendizes a capacidade de utilizar processos metacognitivos em situações de aprendizagem. Assim, o presente estudo recorreu a duas revisões da literatura, sendo uma com recorte temporal entre 1997 e 2017, e outra entre 2017 e 2021. Na revisão realizada no recorte 1997-2017, havia 30 artigos inicialmente selecionados; após os critérios de exclusão adotados nesta pesquisa, 13 tornaram-se elegíveis, sendo selecionados para a leitura integral, dos quais se retiraram 7 para incluir no inventário desta tese. Na revisão realizada com recorte entre 2017 e 2021, havia 287 artigos inicialmente selecionados; após a aplicação dos critérios de exclusão, 62 deles se tornaram elegíveis, sendo selecionados para a leitura integral, quantidade reduzida a 8 itens, incluídos, por fim, no inventário desta tese. Entre os 15 artigos incluídos, 5 foram analisados com maior ênfase e profundidade quanto: i. aos constructos utilizados em integração com a teoria metacognitiva; ii. aos aspectos metacognitivos das EEM estudadas; iii. a descrição dos procedimentos de aplicação; e iv a análise da exequibilidade considerando a perspectiva da escola pública brasileira. Os resultados demonstraram que parte significativa das EEM disponíveis e selecionadas da literatura foi excluída devido à dificuldade de reprodução no contexto escolar brasileiro. Verificou-se que todas as EEM utilizaram outros constructos integrados com a metacognição, dos quais se destacam: Aprendizagem Autorregulada; Aprendizagem Significativa; Mapa Conceitual; Diário de Aprendizagem; Utilidade pessoal e motivação; V de Gowin; Taxonomia de Bloom revisada; Natureza da Ciência; Avaliação Formativa; e Instrução por Investigação. Além do mais, entre as EEM incluídas e analisadas com maior profundidade, verificou-se grande potencial quanto: à perspectiva da metacognição, à aprendizagem, à cognição social, à infraestrutura necessária, à exequibilidade. No entanto, sob a perspectiva do custo em termos de conhecimento e capacitação dos professores, muitos desafios hão de ser enfrentados. De modo geral, os resultados desta pesquisa permitem o avanço da aproximação entre a produção acadêmico/científica e a realidade escolar, uma vez que a descrição das 5 EEM, analisadas profundamente, fornece condições para a elaboração de sequências didáticas por professores de ciências da natureza do ensino básico interessados na aplicação de conteúdos científicos com ênfase no desenvolvimento metacognitivo de seus estudantes.

Palavras-chave: Metacognição. Estratégia de ensino metacognitivo. Ciências da natureza.

ABSTRACT

XAVIER, César Silva. Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo: uma revisão de literatura analítica. Rio de Janeiro, 2022. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde). Instituto Nutes em Educação em CiÊncias e Saúde - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

he research presented here was dedicated to identifying, selecting, and analyzing Metacognitive Teaching Strategies (EEM) available in the scientific literature, to bring what has been produced in the academy closer to the school context. Initially, from the perspective of the Study Group on Learning and Cognition (GEAC) which, in recent years, has been dedicating itself to the study of metacognition; one of the research strands is committed to the organization, description, operationalization, and execution of strategies that aim to stimulate in learners the ability to use metacognitive processes in learning situations. Thus, the present study used two literature reviews, one with a time frame between 1997 and 2017, and another between 2017 and 2021. In the review carried out in the 1997-2017 period, there were 30 articles initially selected; after the exclusion criteria adopted in this research, 13 became eligible, being selected for full reading, of which 7 were withdrawn to include in the inventory of this thesis. In the review carried out with a cut between 2017 and 2021, there were 287 articles initially selected; after applying the exclusion criteria, 62 of them became eligible, being selected for full reading, amount reduced to 8 items, and finally included in the inventory of this thesis. Among the 15 articles included, 5 were analyzed with greater emphasis and depth regarding i. the constructs used in integration with the metacognitive theory; ii. the metacognitive aspects of the EEM studied; iii. description of application procedures; and iv the analysis of feasibility considering the perspective of the Brazilian public school. The results showed that a significant part of the EEM available and selected from the literature was excluded due to the impossibility of reproduction in the school context. It was found that all EEMs used other constructs integrated with metacognition, of which the following stand out: Self-Regulated Learning; Meaningful Learning; Conceptual map; Learning Diary; Personal utility and motivation; V for Gowin; Revised Bloom's Taxonomy; Nature of Science; Formative Assessment; and Instruction by Investigation. Furthermore, among the EEM included and analyzed in greater depth, there was great potential regarding the perspective of metacognition, learning, social cognition, the necessary infrastructure, and feasibility. However, from a cost perspective in terms of teacher knowledge and training, many challenges must be faced. In general, the results of this research allow the advancement of the approximation between academic/scientific production and the school reality, since the description of the 5 EEM, analyzed in-depth, provides conditions for the elaboration of didactic sequences by teachers of natural sciences students interested in the application of scientific content with an emphasis on the metacognitive development of their students.

Keywords: Metacognition. Metacognitive teaching strategy. Nature sciences.

Apresentação e Aproximações com o tema

A apresentação da trajetória de vida, desenvolvimento profissional e acadêmico do pesquisador permite a evidenciação de suas características quanto às experiências e competências perante o tema assim como suas perspectivas epistemológicas, éticas e políticas. Além do mais, esta apresentação permite ao leitor conhecer quais foram as inquietações e motivações que levaram à formulação do problema que se apresenta nesta pesquisa.

Formado em Biologia pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Fundação Educacional Rosemar Pimentel (FERP) de Volta redonda - RJ em 1998, o autor leciona Biologia para o ensino médio e já lecionou Ciências para o fundamental II desde 1999. Atuou como professor efetivo do município de Vila Velha – ES entre os anos de 2006 a 2011, como professor efetivo da rede estadual do Espírito Santo (SEDU-ES), entre os anos de 2007 e 2011, como professor de Biologia do ensino médio e pré-vestibulares em escolas particulares da grande Vitória e do interior, entre os anos de 2000 a 2017. Desde 2012 ocupa o cargo de professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) como servidor efetivo do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito (Ifes), sendo enquadrado no regime de dedicação exclusiva a partir de julho de 2017. Entre os anos de 1999 e 2003 atuou como professor de contrato temporário, hora na prefeitura de Vitória - ES, hora na SEDU – ES.

Em 2013 ingressou no Programa de Pós-graduação - ProfBio, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Neste programa desenvolveu um Kit didático para aulas práticas de eletroforese. O Kit didático foi produzido em parceria com o Laboratório de Biotecnologia do Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro), sob orientação da Professora Doutora Danielle Pereira Cavalcante. Juntamente com o Kit, foram produzidos roteiros de aulas práticas que incluíam a reprodução de análises de DNA como, exames de paternidade (uma inclusão e uma exclusão), soluções para troca de bebês e uma identificação de linhagem de patógenos.

Neste período desenvolveu interesse pela criação de situações de aprendizagem, especificamente na elaboração de roteiros para aulas práticas de Biologia. Neste sentido, os principais referenciais teóricos estudados estavam relacionados à produção de recursos didáticos e sua e aplicação em aulas práticas e experimentais (AMÂNCIO et al., 1999; NEVES, 2000; LORETO; SEPEL, 2003a; 2003b).

Em 2016 defendeu a dissertação de mestrado, sob o título “Desenvolvimento de kit didático sobre eletroforese através de um projeto de iniciação científica na escola e estudo de suas aplicações no ensino de biologia”.

Ao longo dos anos 2016 e 2017, pesquisas relacionadas com o kit didático, aulas práticas e Biotecnologia e livros didáticos foram apresentados em congressos e publicados em capítulo de livro e periódicos relacionados aos temas: Ensino Básico Técnico e Tecnológico e ensino de Bioquímica.

Ainda no ano de 2017, ingressou no Programa de Pós Graduação em Educação, Ciência e Saúde do Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro. No programa de Pós-graduação, foi incluído no Grupo Estudos em Aprendizagem e Currículo (GEAC), que atua no Laboratório de Currículo e Ensino (LCE).

O GEAC está diretamente vinculado à linha de Pesquisa *Tecnologia Educacional nas Ciências e na Saúde.* Esta linha de pesquisa tem se dedicado, dentre outros aspectos, à investigação sobre a inserção de tecnologias da informação e comunicação em contextos educativos contemporâneos, particularmente atuando na construção de modelos e metodologias de representação e estruturação do conhecimento, na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo.

Foi a partir do ingresso no programa que o autor entrou em contato com os conhecimentos sobre a metacognição, teoria que dá sustentação a esta tese. Então, sob a orientação do Professor Mauricio Abreu Pinto Peixoto, fez as primeiras leituras dos trabalhos de importantes autores relacionados ao tema. Assim os trabalhos de Flavell, (1976, 1979); Nelson e Narens (1994) e Efklides

(2008), despertaram não somente o interesse pela metacognição, mas principalmente algumas de suas inquietações.

Tais inquietações relacionadas, dentre outros aspectos, à falta de motivação e dificuldades no aprendizado observado e apresentado por parte dos alunos ao longo da carreira como professor. Durante todo o período de atuação no magistério não foram raras as vezes em que ouviu de alguns estudantes, “não caiu nada do que estudei” ou “estudei muito e não consegui fazer nada da prova” ou “eu gosto da aula, gosto da matéria, mas na hora de estudar não entra nada na minha cabeça”. O autor não ficaria surpreso em saber que muitos professores também já escutaram frases semelhantes de seus aprendizes.

Em suas leituras sobre metacognição, o autor descobriu que é possível se utilizar de meios ou tecnologias para melhorar o aprendizado. Neste sentido, ao longo do tempo foi percebendo que o monitoramento, controle, autorregulação do aprendizado, dentre outros termos e características próprias da metacognição, podem ser desenvolvidos pelos aprendizes, sob a orientação de seus professores. Além do mais, descobriu que aprendizes que se utilizam da metacognição, podem aprender a aprender e aprender de forma mais eficiente (MARAGLIA, 2018; ROSA; VILAGRÁ, 2018, LOCATELLI, 2014).

Apesar de reconhecer a importância do desenvolvimento de habilidades metacognitivas, percebeu em suas leituras, que nem todos os aprendizes as desenvolvem da mesma maneira. O processo de desenvolvimento das habilidades metacognitivas pode ser longo e depender de muito esforço e estímulo externo.

Desta forma, em encontro com as perspectivas das linhas de pesquisa exploradas pelo GEAC, o autor vem se dedicando em identificar, descrever e avaliar a aplicabilidade de estratégias de ensino metacognitivo encontradas na literatura científica. O que observou é que a maior parte dos trabalhos afirma que tais estratégias são capazes de estimular no aprendiz o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, desta forma possibilitando aos estudantes a capacidade de aprender de forma mais proveitosa, autônoma e eficiente. No entanto a maneira como as estratégias de ensino metacognitivas têm sido

apresentadas pouco contribuem com o trabalho de professores interessados em reproduzi-las.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Módulo adaptado de Peters e Kitsantas (2010) 178
Tabela 2: Orientação operacional das habilidades exercidas durante a construção dos SCM: Adaptado de Chevron (2014) 223
Tabela 3: Sequência e o propósito das atividades desenvolvidas na estratégia (MFM) Modelagem com Ferramentas Metacognitivas 374
Tabela 4: Indicadores ácido-base.....378

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Amplificação do raciocínio na estrutura conceitual da metacognição. Adaptado de Tarricone (2011)..... 46
Figura 2: Amplificação de inferências e raciocínio no arcabouço conceitual da metacognição. Adaptado de Tarricone (2011) 47
Figura 3: Amplificação dos processos de raciocínio de ordem superior na estrutura conceitual da metacognição. Adaptado de Tarricone (2011) 59
Figura 4: Declínio da linguagem egocêntrica e evolução da linguagem interior67
Figura 5: Planos do pensamento verbal, adaptado de Vygotsky (2001) 71
Figura 6: Amplificação da interação entre verbalização e reflexão interna e externa. Adaptado de Tarricone (2011)..... 73
Figura 7: Modelo metacognitivo proposto por Flavell (1979)..... 80
Figura 8: Mecanismo teórico do sistema metacognitivo em que se destacam os níveis mentais (nível objeto e nível meta) e o fluxo da informação (monitoramento e controle). Adaptado de Nelson e Narens (1990) 81
Figura 9: Modelo metacognitivo adaptado de Efklides (2008)..... 84
Figura 10: Salário-hora médio nas 10 ocupações mais empregadoras e professores – Brasil, 2017. Fonte: PNAD contínua 2017. Elaboração: IDados. 2018. (HIRATA, et al, 2019). 125
Figura 11: Rayyan – Revisão sobre Estratégias de Ensino Metacognitivo 139
Figura 12: Fluxograma PRISMA..... 140
Figura 13: Fluxograma de busca e seleção dos artigos da revisão..... 149
Figura 14: Rayyan – Relação de pesquisas selecionadas. 150
Figura 15: Interação dos três constructos no 4E X 2 (Adaptado de Marschall et al., 2009) 190
Figura 16: Fases e Subprocessos da Autorregulação adaptado de Zimmerman e Campillo (2003) 208
Figura 17: Respondendo à questão central em química: “Qual é a composição da matéria?”: Adaptado de Chevron (2014) 224
Figura 18: Uma versão expandida do “Vê” cognitivo, de Gowin, com descrições e 246
Figura 19: “V de Gowin” adaptado de Machado e Gomes (2001)..... 250
Figura 20: V de Gowin no qual se mostram conceitos, registos, registos transformados, e juízos cognitivos e juízos de valor para o acontecimento de aquecer gelo..... 252
Figura 21: V de Gowin sobre refração de luz. Adaptado de Machado e Gomes (2001)..... 254
Figura 22: : Escala de pH – Adaptado de https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/images/thumb/a/a7/PH_figura.PNG/550px-PH_figura.PNG 377
Figura 23: : Faixa de pH do Vermelho de fenol. 378
Figura 24: Resultado do experimento 1 com as cores tomadas pela solução de cada produto na presença do indicador de pH vermelho de fenol. Observa-se a

coloração rosada nos produtos de pH básico, coloração alaranjada na água (pH neutro) e coloração amarelada nos produtos de pH ácido. 379
Figura 25: Resultado do experimento com as cores tomadas pela água na presença do indicador de pH vermelho de fenol. Observa-se coloração alaranjada na água pura (Ph neutro) e coloração amarelada (pH ácido) na água com CO2 da respiração obtido pelo sopro. 382
Figura 26: Ponto de compensação fótica e taxas de fotossíntese e respiração. Adaptado de http://www.colegioweb.com.br/wp-content/uploads/15069.jpg .. 385
Figura 27: Preparo para o experimento 3. Os copos com plantas representam o grupo experimental e os copos sem planta representam o grupo controle. ... 386
Figura 28: Amostras protegidas e amostras expostas à luz 386
Figura 29: Amostras antes da adição do indicador de pH:. 386
Figura 30: Amostras após a adição do indicador de pH: 387

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Estágios de desenvolvimento de Piaget. Adaptado de (Piaget 1975; Inhelder e Piaget, 1976; Piaget, 1999) 54
Quadro 2: Construção da pergunta de pesquisa usando a estratégia PICo. Fonte: Elaborado pelo autor 137
Quadro 3: Mapeamento de descritores para a pergunta PICo: Fonte: Elaborado pelo autor 137
Quadro 4: Estratégias de busca usadas em cada base de dados. Fonte: Elaborado pelo autor 138
Quadro 5: Instrumento para avaliação inicial dos critérios de inclusão adaptado de Soares e Yonekura (2011) 141
Quadro 6: Instrumento para apreciação crítica adaptado de Soares e Yonekura, (2011) 142
Quadro 7: Instrumento para extração de significantes adaptado de Soares e Yonekura, (2011) 144
Quadro 8: Estudos primários constituintes do *corpus* da pesquisa, datados entre 1997 e 2017. 148
Quadro 9: Estudos primários constituintes do *corpus* da pesquisa, datados entre 2017 e 2021. 151
Quadro 10: Esquema autoexplicativo do Gráfico KWHL 191
Quadro 11: *Template* da fase engajamento para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009) 192
Quadro 12: *Template* da fase exploração para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009) 194
Quadro 13: *Template* da fase explicação para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009) 196
Quadro 14: Template da fase extensão para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009) 198
Quadro 15: Processos e subprocessos que compõem a autorregulação: Adaptado de Bandura (2008) 230
Quadro 16: Método das cinco perguntas de Gowin. Adaptado de (NOVAK; GOWIN, 1984) 245
Quadro 17: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM EMPNOS 317
Quadro 18: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM 4E X 2 317
Quadro 19: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM, Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos 318
Quadro 20: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM MCS 318
Quadro 21: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Mapa conceitual com autorregulação 319
Quadro 22: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Mapa conceitual 319
Quadro 23: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM – MORE 320
Quadro 24: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM V de Gowin . 320

Quadro 25: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM AEM 321
Quadro 26: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Fórum de discussão 321
Quadro 27: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM KWL 322
Quadro 28: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Argumentação 322
Quadro 29: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM SRI-GI 323
Quadro 30: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM DBS 323
Quadro 31: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Triangulação 324
Quadro 32: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM MFM 324
Quadro 33: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva 325
Quadro 34: Ficha de apreciação crítica – EEM EMPNOS 326
Quadro 35: Ficha de apreciação crítica – EEM 4E X 2 327
Quadro 36(início): Ficha de apreciação crítica – Diários de aprendizagem ... 327
Quadro 37: Ficha de apreciação crítica – EEM MCS 329
Quadro 38 (início) : Ficha de apreciação crítica – Mapas conceituais com autorregulação 329
Quadro 39: Ficha de apreciação crítica – EEM - Mapas conceituais 330
Quadro 40: Ficha de apreciação crítica – EEM – MORE 331
Quadro 41: Ficha de apreciação crítica – EEM V de Gowin 331
Quadro 42: Ficha de apreciação crítica – EEM AEM 332
Quadro 43: Ficha de apreciação crítica – EEM Fóruns de discussão 333
Quadro 44 (início): Ficha de apreciação crítica da EEM Argumentação 333
Quadro 45: Ficha de apreciação crítica da EEM SRI-GI 334
Quadro 46: Ficha de apreciação crítica da EEM DBS 335
Quadro 47: Ficha de apreciação crítica da EEM Triangulação 335
Quadro 48: Ficha de apreciação crítica da EEM Triangulação 336
Quadro 49: Ficha de apreciação crítica da EEM MFM 336
Quadro 50: Ficha de apreciação crítica da EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva 337
Quadro 51 (início): Ficha de extração de significantes - EEM EMPNOS 338
Quadro 52: Ficha de extração de significantes - EEM 4E X 2 340
Quadro 53: Ficha de extração de significantes – Diários de aprendizagem ... 341
Quadro 54 (início): Ficha de extração de significantes – EEM CMS 342
Quadro 55 (início): Ficha de extração de significantes – EEM Mapa conceitual e autorregulação 344
Quadro 56 (início): Ficha de extração de significantes – EEM Mapa conceitual 346
Quadro 57 (início): Ficha de extração de significantes – EEM MORE 348
Quadro 58 (início): Ficha de extração de significantes – EEM V de Gowin .. 350
Quadro 59 (início): Ficha de extração de significantes – EEM AEM 352
Quadro 60: 354

Quadro 61: Ficha de extração de significantes – EEM Argumentação 357
Quadro 62: Ficha de extração de significantes – EEM SRI-GI..... 359
Quadro 63: Ficha de extração de significantes – EEM DBS 361
Quadro 64 (inicio): Ficha de extração de significantes – EEM Triangulação 363
Quadro 65 (início): Ficha de extração de significantes – EEM MFM..... 366
Quadro 66 (início): Ficha de extração de significantes – EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva 370
Quadro 68: Fase de observação do experimento 1 380
Quadro 69: Fase de observação e emulação referente ao experimento 2..... 382
Quadro 70: Comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência para as fases de Observação, emulação e autocontrole..... 387
Quadro 71: Comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência para a fase de autorregulação**.**..... 388

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 22
A pesquisa em educação, metacognição e o contexto escolar 22
1.1 O problema 22
1.2 Questões norteadoras 30
1.3 Objetivos 30
1.3.1 Objetivo Geral 30
1.3.2 Objetivos específicos 30
1.4 Justificativa 31
1.4.1 Contexto geral, documentos oficiais e avaliações internacionais 31
1.4.2 Metacognição como ferramenta educacional 34
1.4.3 Desenvolvimento do pensamento metacognitivo e estratégias de ensino metacognitivo (EEM) 37
1.5 Relevância 39
2. REVISÃO DA LITERATURA **42**
Metacognição - O que havia antes do termo? **42**
2.1 Relações entre raciocínio, reflexão, inferência e metacognição. 42
2.2 Leitura e metacognição 47
2.3 As contribuições e interfaces com Piaget 49
2.4 As contribuições e interfaces com Vygotsky 60
3. MATERIAL E MÉTODO **76**
3.1 Fundamentação teórica - Teoria e sistematização da metacognição 76
3.1.1 O modelo de monitoramento cognitivo de Flavell 77
3.1.2 Nelson e Narens 80
3.1.3 Os aprimoramentos de Efklides aos modelos metacognitivos 83
3.2 Fundamentação teórica - Metacognição no âmbito educacional 88
3.2.1 Estratégias De Ensino Metacognitivo 91
3.2.2. A Aprendizagem e os atuais desafios 91
3.2.3 Ausubel e a Aprendizagem significativa 95
3.2.4. Estratégia e estratégia de ensino 96
3.2.5 Estratégias cognitivas ou estratégias metacognitivas? 98
3.2.6 Estratégias de ensino metacognitivas e benefícios educacionais 99

3.2.7 Um pouco da realidade escolar no Brasil 102
A leitura no Brasil colônia 102
Linha do tempo da Educação no Brasil 103
Uma breve explanação do contexto das escolas e professores brasileiros 120
3.2.8 O contexto da pandemia e as atividades não presenciais 128
3.3. Métodos e técnicas 131
3.3.1 Aspectos metodológicos – A literatura científica e as Estratégias de Ensino Metacognitivo 131
3.3.2 Critérios de inclusão e exclusão 133
3.3.3 A origem das fontes primárias 135
3.3.4 Revisão da Literatura – 1997 a 2017 135
3.3.5 Revisão da Literatura – 2017 a 2021 135
3.3.6 Instrumentos de avaliação dos conceitos e teorias e articulação com a estratégia e com a prática 140
3.3.5. Percurso metodológico para a descrição das EEM 144
4. RESULTADOS **147**
A literatura científica e as estratégias de ensino metacognitivo **147**
4.1. Contexto geral 147
4.1.1 Organização dos achados 147
4.1.2 O que trazem as Estratégias de Ensino Metacognitivo selecionadas da literatura? Uma argumentação coletiva 151
4.1.3 Catálogo geral das estratégias selecionadas 152
4.2 Análise profunda de cinco estratégias 166
4.2.1 EMPNOS (Embeded Metacognitive Prompts based on Nature Of Science) 169
4.2.2 Instrução investigativa 4E X 2 182
4.2.3 Diários de aprendizagem 203
4.2.4 EEM - Mapa Conceitual 214
4.2.5 V de Gowin 242
5. DISCUSSÃO 257
5.1 Os aportes teóricos e constructos das estratégias de ensino metacognitivas 259
5.2 Um tópico sobre a importância da Natureza da Ciência 263

5.3 Similaridades relativas aos aportes teóricos e constructos entre as EEM selecionadas 267
5.3.1 As EEM e Aprendizagem significativa 267
5.3.2 As EEM e a Aprendizagem Autorregulada 269
5.4 A perspectiva operacional das EEM 271
5.4.1 A perspectiva operacional quanto a infraestrutura escolar 271
5.4.2 A perspectiva operacional para a reprodução das EEM 273
5.4.3 O custo em termos de conhecimento e capacitação do professor para a implementação das EEM 275
5.5 A perspectiva da metacognição e da aprendizagem nas EEM .. 279
5.6 A perspectiva social das EEM 284
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 287
REFERÊNCIAS 293
ANEXOS 317
Anexo I: Fichas de avaliação inicial dos critérios de inclusão 317
Anexo II – Fichas de apreciação crítica 326
Anexo III – Fichas de Extração de Significantes 338
Anexo IV - Triangulação da química 372
Anexo V – A sequência e o propósito das atividades desenvolvidas na estratégia (MFM) Modelagem com Ferramentas Metacognitivas 373
Anexo VI - Proposta de aplicação de conteúdo sobre Bioenergética sob a perspectiva da EMPNOS 375

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa em educação, metacognição e o contexto escolar.

1.1 O problema

Quando falamos em aprendizagem, consideramos importante mencionar que ela é uma das mais importantes características da natureza, não só humana como também de outros animais. Atualmente a aprendizagem tem sido inclusive introduzida em sistemas artificiais. Neste contexto é possível dizer que desde tempos imemoriais a aprendizagem vem sendo considerada, explicita ou implicitamente, mesmo que nem sempre vinculada aos contextos educacionais.

Desde os tempos antigos, povos assírios e babilônios, chineses e indianos, egípcios, persas e hebreus já buscavam compreender a natureza e explicar fenômenos e processos naturais (MARCONDES, 2010). Nas Américas, o aprendizado das crianças indígenas, voltado para a obtenção de princípios, costumes e tradições (FELIX et al., 2017), já era baseada na participação em atividades cotidianas como pesca, caça, artesanato, agricultura e nos rituais da aldeia (SILVA, 2014).

Na Grécia antiga surgem as primeiras ideias que buscam a passagem do pensamento mítico que tinha apelo ao sobrenatural, ao mistério, ao sagrado e à magia, para o pensamento filosófico-científico cujas bases estão arraigadas, entre outros, no mundo natural, na causalidade e no caráter crítico e não dogmático das teorias (MARCONDES, 2010).

Mais recentemente, no âmbito da psicologia, a pesquisa em educação tem buscado a compreensão da aprendizagem sob diferentes orientações teóricas. Entre elas podemos destacar aquelas concentradas nos aspectos mais objetivos do comportamento como o *behaviorismo*. Esta orientação deu origem a teorias de aprendizagem baseadas principalmente em eventos objetivos como *estímulos* (que desencadeiam o comportamento), *respostas* (comportamento recorrente que pode ser observado) e *recompensas* (LEFRANÇOIS, 2017).

Outra orientação que dá origem a diferentes teorias da aprendizagem, o *cognitivismo*, está centrado na atividade mental humana, no processamento das informações, na

autoconsciência, percepção, organização, tomada de decisão, solução de problemas, entre outros (LEFRANÇOIS, 2017).

Atualmente pesquisadores no campo da aprendizagem têm dedicado expressivo tempo e trabalho em busca de avaliar os diferentes tipos de ensino comparando-os entre si por meio de estudos do tipo caso-controle. No entanto cabe ressaltar que os estudos ocorrem entre estudantes com perfis de inteligência muito particulares. Se por um lado isto resulta em afirmativas estáveis e precisas, por outro, aqueles que trabalham no campo da psicologia da educação sabem que grande parte desse tipo de pesquisa, não tem sido muito significativo para a escolaridade dos estudantes (MARTINS; BICUDO, 2005).

Em um enfoque mais individual, a pesquisa sobre aprendizagem e memória tem passado por diversas fases e apresentado importantes modificações nos últimos 70 anos. A partir da década de 1980 o campo de pesquisa em aprendizagem e memória se tornou relativamente fragmentado. Os problemas anteriores foram sendo deixados de lado, sem solução, e novos problemas foram se tornando o foco da pesquisa subsequente. Este fato tem resultado na falta de progresso cumulativo no campo de pesquisa e pode estar relacionado a três deficiências (NELSON; NARENS, 1994):

1. Falta de um alvo concreto, específico para a pesquisa. Pesquisas focadas em fenômenos laboratoriais, sem relação direta com situações concretas do cotidiano e atendem principalmente aos interesses pessoais do pesquisador em detrimento das exigências e práticas do mundo. Torna-se necessário que categorias, pessoas e situações específicas sejam explicitadas como alvos da pesquisa em aprendizagem humana e memória.

2. Excessiva ênfase em uma abordagem a um organismo não reflexivo. Pesquisas que tratam a memória de forma muito restrita, quase como uma tábula-rasa, como se as informações pudessem ser armazenadas da forma como ocorre no computador. Desta forma desconsidera-se que os humanos e suas relações estão inscritos “em dimensões ontológicas, culturais, históricas, econômicas, políticas, institucionais, tecnológicas e etc.”, ou seja, desconsidera-se que as relações são produzidas a partir de “múltiplas interações recursivas e não lineares entre forças relativas a essas dimensões.” (TRACTENBERG; STRUCHINER, 2011, p. 249).

3. Curto-circuito via controle experimental. Uso de metodologia que interpreta os sujeitos como desprovidos de reflexão, desconsiderando a possibilidade de o sujeito utilizar espontaneamente suas estratégias de aprendizagem e memorização. Assim a autogestão do aprendiz quanto à estratégia de aprendizado e o tempo dedicado para cada atividade é ignorado ou considerado como ruído que deve ser eliminado ou controlado na pesquisa.

No entanto, de encontro a tais perspectivas Ausubel já havia proposto na década de 1960 modelos de aprendizagem que buscam considerar as vivências ou *conhecimento prévio* dos estudantes, que segundo o autor, corresponde à:

> variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2011, p. 23).

E é com base neste pensamento que Ausubel propõe a teoria da aprendizagem significativa, que envolve a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado. Neste caso o desenvolvimento:

> Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos (AUSUBEL, 2003, p. 1).

Na linha evolutiva desta forma de pensamento, e de modo a aproximar o leitor ao nosso objeto, destacamos a importância de pesquisas que consideram as pessoas como sistemas providos de mecanismos auto-reflexivos, capazes de avaliar seu progresso e mudar seus mecanismos de processamento. Neste sentido, as pesquisas em metacognição vêm desempenhando um papel importante na solução dos problemas (NELSON; NARENS, 1994).

Em uma breve definição, podemos dizer que a metacognição, termo introduzido na década de 1970 pelo americano John Flavell, apresenta o prefixo, *meta* associado à palavra cognição. Assim, etimologicamente significa "para além da cognição", ou seja,

uma faculdade que permite ao indivíduo conhecer o próprio ato de conhecer, ou ainda, consciência, analise e avaliação de como se conhece. Em termos de aprendizagem a metacognição permite ao indivíduo planificar, dirigir a compreensão e avaliar o que foi aprendido (RIBEIRO, 2003).

Aqui ressaltamos a importância de buscar alternativas que considerem, por exemplo, que a ênfase da pesquisa no campo de aprendizagem deva se concentrar no aprendiz, no professor e no ambiente de aprendizagem.

Nesta perspectiva, Martins e Bicudo (2005) apontam que o conceito de pesquisa educacional para alguns pesquisadores refere-se à pesquisa que se faz na sala de aula. Desta forma a pesquisa pedagógica torna-se explícita e diferente das pesquisas educacionais fundamentadas exclusivamente em teorias e hipóteses.

> Essa mudança na lógica, de acordo com os fenômenos cognitivos e não nos seus conceitos, abre possibilidades consideráveis para chegar-se a uma linguagem acessível ao público que não possui fundamentos em ciências do comportamento (MARTINS; BICUDO, 2005, p. 63).

Neste domínio, há literatura científica disponível (DUNLOSKY, 2013; LOCATELLI, 2014; MOREIRA, 2011; SCHMIDT, et al., 2012) ao leitor interessado. No entanto, na perspectiva deste estudo há dificuldades, uma vez que a maioria dos textos, dado o seu foco e conteúdo, são limitados como apoio ao professor em sala de aula.

Sanar estas limitações e aproximar as produções acadêmicas ao contexto escolar tem sido um dos objetivos do Grupo de Estudos em Aprendizagem e Cognição (GEAC). As pesquisas desenvolvidas por este grupo vêm apresentando duas vertentes fundamentais para o entendimento de como se dão a autogestão, monitoramento e controle do aprendizado. Estes elementos são próprios da metacognição e contribuem para o aprendizado e recuperação nas diversas disciplinas das ciências. Uma das vertentes se dedica em identificar, classificar e descrever os eventos metacognitivos espontaneamente manifestos em aprendizes durante seus processos de aprendizagem. Outra vertente se dedica em organizar, promover, operacionalizar, descrever e/ou implementar estratégias que estimulem nos aprendizes a capacidade de utilizar processos metacognitivos em situações de aprendizagem. É nesta última vertente que se situa o problema de pesquisa que aqui formulamos.

Na literatura científica é possível encontrar pesquisas cujo objeto é a utilização de *estratégias de ensino metacognitivas,* também denominadas *intervenções ou estratégias didáticas guiadas pela metacognição* (MARAGLIA, 2018; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019).

As estratégias ou intervenções com foco na metacognição caracterizam-se pela adoção de mecanismos que professores e pesquisadores utilizam com o intuito de estimular e/ou desenvolverem processos metacognitivos nos estudantes de modo que, uma vez providos destas capacidades, possam melhorar seu aprendizado. Pesquisas desta natureza têm apresentado o objetivo de demonstrar a eficiência de determinadas estratégias utilizadas para estimular o desenvolvimento de processos metacognitivos em alunos durante o aprendizado de conteúdos científicos.

Neste contexto é possível encontrar trabalhos que descrevem, ainda que parcialmente, a estratégia utilizada. E por métodos qualitativos, quantitativos ou mistos, analisam se a estratégia funciona, ou seja, se a estratégia apresentada estimulou o desenvolvimento e utilização de processos metacognitivos nos aprendizes e se o uso dos processos metacognitivos produziu alguma influência no desempenho acadêmico dos apendizes em relação aos conteúdos estudados.

Por exemplo, podemos citar a utilização das estratégias de ensino metacognitivas associadas a "*prompts*" ou comandos, mapas mentais, portfólios, jogos e aulas experimentais (CHEVRON, 2014; JANG, 2010; LEOPOLD; LEUTNER, 2015; MARSHALL; HORTON; SMART, 2009; PETERS; KITSANTAS, 2010; VERPOORTEN et al., 2014).

Alguns autores utilizam estratégias metacognitivas de forma colaborativa (WARBURTON; VOLET, 2013; EGGERT; OSTERMEYER; HASSELHORN; BÖGEHOLZ, 2013). Nelas a ativação, controle e monitoramento se dão a partir da interação entre os indivíduos.

Warburton e Volet (2012), por exemplo, utilizaram questionários durante uma sequência didática, com o objetivo de aumentar as capacidades de o estudante fazer a conexão entre os diferentes recursos didáticos (livros, relatórios de experimentos, apresentações em Power point, páginas da internet, dentre outros recursos). Por hipótese, uma vez capaz de conectar os diferentes recursos didáticos propostos pelo

professor, os estudantes, sob orientação, ou de forma independente, poderiam aprimorar sua capacidade de gerenciar e identificar as fontes mais apropriadas e adequadas para garantir seu aprendizado.

Apesar dos bons resultados apresentados pelos autores a partir da aplicação das estratégias, do ponto de vista prático, há problemas caso professores apresentem interesse em reproduzir a estratégia com seus alunos. Isso por que tais pesquisas estão focadas preferencialmente em apresentar os resultados da aplicação da estratégia. Assim, os procedimentos para a aplicação da estratégia junto às turmas são descritos de forma resumida e muitas vezes incompleta, dificultando sua replicação em sala de aula.

Outro exemplo é de pesquisa que utilizou estratégia de ensino metavognitivo foi desenvolvido por Schmidt et al., (2012) cujos autores utilizaram a produção de um diário de aprendizagem como estratégia de ensino. O objetivo da pesquisa foi avaliar se a utilidade pessoal e o valor dos conteúdos de aprendizagem são importantes para a construção de motivação e o envolvimento em processos de aprendizagem de alta qualidade.

Para esta avaliação, os autores utilizaram *prompts* cognitivos, metacognitivos e de utilidade pessoal para orientar os estudantes a produzirem seus diários de aprendizagem. Novamente há resultados positivos em estimular nos alunos à reflexão sobre os conteúdos de aprendizagem e aumentar o grau de motivação da aprendizagem e compreensão sobre o tema.

Porém assim como no trabalho de Warburton e Volet, (2012), Shimidt et al. (2012) se detiveram, naquele artigo, em avaliar o sucesso da utilização da estratégia de construção de diários de aprendizagem orientados. Assim apesar do texto trazer algumas informações sobre como a atividade teria sido aplicada, carece de orientações suficientemente detalhadas para permitir sua utilização por professores junto aos seus estudantes.

Desta forma, observa-se que apesar do progressivo crescimento do número de pesquisas com foco nas estratégias de ensino metacognitivas, de modo geral os trabalhos direcionam sua escrita a seus pares (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018). Estes pares, letrados no assunto, conhecem as estratégias e sabem como interpretar

os dados. Assim, ao que parece, não há preocupação dos autores em precisar e detalhar os procedimentos. Ainda mais, não se observa de modo claro, o que funciona, para quem funciona, sob quais circunstâncias e as exigências para que as estratégias funcionem. Por isto, observa-se pouca ou nenhuma conexão entre a maioria das estratégias pesquisadas e o chão da sala de aula. Assim entendemos que há pouco diálogo entre o que está sendo produzido na academia, a realidade das escolas e as atividades pedagógicas desenvolvidas pelos professores.

Apesar de a literatura científica apresentar pesquisas que são feitas em sala de aula, envolvendo diretamente estudantes e professores a respeito de novas metodologias e estratégias didáticas, grande parte delas apresentam abordagem quantitativa e carecem de discussões mais profundas sobre a metacognição. Além do mais, carecem principalmente de articulação com os professores e a escola. Assim evidencia-se que há muitas investigações com Estratégias de Ensino Metacognitivo que:

> [...] fornecem pouca contribuição para o uso da metacognição no contexto escolar, decorrendo disso a necessidade de realizar mais pesquisas nesse campo e buscar alternativas para que ela possa se fazer presente em sala de aula (ROSA; VILLAGRÁ, 2018, p. 602).

Para Maraglia (2018) a natureza experimental/quase experimental de grande parte dos trabalhos com estratégias de ensino metacognitivo, de modo geral, se reflete em maior atenção ao significado estatístico dos resultados e pouca atenção para a descrição de como se dá o processo de aplicação da estratégia. Este fato acaba por confirmar que

> [...] o campo cientifico realiza este tipo de restrição com grande excelência, escrevendo geralmente a seus pares, divulgando seus trabalhos justamente para aqueles que já são “letrados” nestes conhecimentos, e assim, pouco do que é produzido na academia chega à sala de aula. MARAGLIA (2018, p. 111)

Xavier e Peixoto (2019) realizaram uma revisão da literatura sobre estratégias de ensino metacognitivas aplicadas ao ensino de Biologia. Ali constataram que as pesquisas recuperadas, (AYDIN, 2016; CLEARY; PLATTEN, 2013; OSES; CARRASCO, 2013; SUSSAN; SON, 2014;), pouco contribuíram para a atividade pedagógica uma vez que, apesar dos resultados positivos sobre a evocação explícita da metacognição, a descrição, aplicabilidade e reprodutibilidade das intervenções

didáticas deixam a desejar para o caso de professores que pretendam reproduzir a intervenção junto a seus aprendizes.

Assim apresentou-se como um instigante elemento de pesquisa a escassa conexão entre a pesquisa em estratégias de ensino metacognitivas de ensino (EEM) e sua aplicabilidade na escola e carência de propostas didáticas, munidas de protocolos ou planos de aulas plenamente descritos e adequados para a utilização em sala de aula.

Por isso, a desarticulação entre as estratégias de ensino metacognitivo selecionadas da literatura e sua reprodutibilidade por professores no contexto escolar configura nosso problema de pesquisa.

Logo, nossos esforços de pesquisa se concentraram na identificação e avaliação das potencialidades e limitações de aplicação encontradas nas transposições didáticas realizadas pelos autores das estratégias, e na busca por recontextualizações, adaptações e adequações necessárias para sua aplicação.

Diante do exposto tomamos como declaração do principal problema:

Identificar, analisar e avaliar as condições e possibilidades de reprodução de estratégias de ensino metacognitivo selecionadas da literatura científica, ressaltando suas potencialidades e limitações a partir da forma como são descritas.

Logo, para um melhor delineamento do problema de pesquisa, elencamos os seguintes subproblemas:

- Selecionar estratégias de ensino metacognitivo para compor o corpus de análise;

- Identificar e descrever os referenciais teóricos metacognitivos e outros referenciais teóricos complementares presentes nas EEM.

- Analisar e avaliar os protocolos de aplicação das EEM;

- Identificar e analisar as potencialidades e limitações em adequar as EEM para sua reprodução no contexto escolar;

Diante do exposto, de modo complementar à formulação do problema, algumas questões norteadoras foram propostas.

1.2 Questões norteadoras

Desenvolvendo uma reflexão mais ampla e aprofundada do problema de pesquisa estabelecemos os seguintes questionamentos norteadores de caráter geral:

Quais estratégias encontradas na literatura apresentam descrição passível de utilização em sala de aula? O que trazem estas estratégias em termos teóricos e de possibilidade de aplicação nas turmas de ensino básico?

Quais são as potencialidades e limitações das estratégias quanto à sua aplicação no contexto escolar?

Quais são os procedimentos de aplicação e quais seriam as adequações necessárias para possibilitar que as estratégias selecionadas pudessem transferir-se do âmbito acadêmico para as salas de aula?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar pesquisas em que foram propostas e/ou aplicadas estratégias de ensino metacognitivo (EEM), analisando e avaliando sua aplicabilidade, buscando aproximá-las da realidade escolar tornando-as se possível, operacionais em ambientes compatíveis com a rotina dos professores em instituições de ensino, especialmente no Brasil.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar pesquisas primárias em que tenham sido utilizadas estratégias e/ou intervenções de ensino metacognitivas no ensino de ciências da natureza;

2. Destacar como a teoria metacognitiva ou outras teorias pertinentes são abordadas no contexto da EEM pesquisada.

3. Descrever os procedimentos e funcionamento de cada EEM selecionada e destacar o que as torna passíveis de reprodução, assim como suas potencialidades e limitações;

4. Avaliar a forma como os procedimentos são descritos e apresentar os passos necessários para transferir as estratégias identificadas do âmbito acadêmico para as salas de aula.

1.4 Justificativa

Iniciaremos por estabelecer a justificativa em função do estado do conhecimento do tema aqui tratado. Com este objetivo traçaremos um panorama do ensino de ciências no Brasil, os resultados alcançados e como a metacognição pode ser uma das alternativas para melhorar o aprendizado.

1.4.1 Contexto geral, documentos oficiais e avaliações internacionais.

A pesquisa científica no campo da Educação tem início em meados de 1930, inicialmente sendo realizada estritamente por instituições ligadas à administração pública. É possível mencionar dois períodos marcantes da pesquisa em Educação no Brasil. A partir do final da década de 1930 até meados de 1970, as pesquisas ocorrem no âmbito de centros e institutos ligados a órgãos governamentais. No fim da década de 1960 e início da década de 1970, com a criação dos primeiros programas de pós-graduação, institui-se gradativamente o foco das pesquisas educacionais no ambiente universitário (TEIXEIRA; NETO, 2016).

No âmbito do sistema educacional brasileiro, Borges e Lima (2007) afirmam que no período pós-64, os rumos tomados pela ideologia política influenciaram diretamente na educação. O sistema educacional brasileiro sofre forte influência de educadores americanos, e o Ministério da Educação passa a receber assistência técnica e financeira dos Estados Unidos. Ainda que documentos oficiais como a LDB/1971 valorizassem as disciplinas científicas, por força de um viés tecnicista, o tempo disponibilizado para tais disciplinas foi consideravelmente reduzido.

Embora as propostas curriculares da época enfatizassem a “vivência do método científico” e “aquisição de conhecimentos atualizados”, o ensino de Biologia, por exemplo, continuou a ser descritivo, teórico e segmentado (BORGES; LIMA, 2007). Segundo estes autores, nos anos 1980, há repercussão no ensino de ciências, em função da preocupação com a reconstrução de uma sociedade democrática no Brasil.

Nesta perspectiva, é criado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) o Subprograma Educação para a Ciência (SPEC) que visa melhoria no ensino de ciências e matemática através do aperfeiçoamento da formação de professores.

Nos anos 1990 e 2000 os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, trazem uma exigência na reorganização dos conteúdos e delineamento de novas estratégias metodológicas na condução da aprendizagem das disciplinas de ciências da natureza e matemática.

Partindo do princípio de que tradicionalmente o ensino das ciências tem sido fundamentalmente instrumentalista e conceitual, os PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) propõem uma abordagem das disciplinas por competências, recolocando o papel dos conhecimentos a serem aprendidos na escola, transformando-os em recursos para que diante de situações da vida, os indivíduos tenham autonomia para a tomada de decisões, identifique ou enfrentem um problema, julgando impasses e elaborando argumentos (BRASIL, 2007).

Para qualquer modalidade do ensino básico, seja profissionalizante ou preparatório para o ensino superior, é sua responsabilidade preparar o aluno para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, seja para eventual continuidade dos estudos, seja para o ingresso no mercado de trabalho. De acordo com os PCN+, estar formado significa, além de reproduzir dados, outros fatores como saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir, e especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

Mais recentemente estas e outras exigências do atual contexto mundial aparecem no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). São destaques presentes no documento, “Reconhecer-se em seu contexto, ser [...] analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável” (BRASIL, 2015, p. 14).

Para corresponder a tantas exigências do contexto mundial, a formação dos estudantes requer muito mais do que simples acúmulo de informações. Segundo a BNCC, são requeridas competências para aprender a aprender, saber o que fazer com tantas informações disponíveis nos diversos meios de comunicação, ter

responsabilidade, discernimento e respeito ao utilizar as plataformas digitas em diferentes contextos, saber como aplicar os conhecimentos para a solução de problemas, ser autônomo nas tomadas de decisão, ser proativo na identificação de dados e busca de soluções, além de aprender a conviver com a diversidade (BRASIL, 2015).

Ressaltamos que tanto a BNCC quanto os PCN são alvos de críticas por diversos autores relacionados à área de educação. Apesar de considerarmos as críticas pertinentes, consistentes e importantes para o debate educacional, para evitar desvio do foco neste tópico, não nos concentraremos neste tema.

Apesar das orientações e expectativas, especialmente no que diz respeito aos documentos oficiais relacionadas ao ensino de ciências, os resultados nas avaliações internacionais não tem sido satisfatórios.

Dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) revelam resultados constrangedores alcançados pelos estudantes do ensino básico de ciências no Brasil. Atribui-se como causas para este mau desempenho, diversos fatores como a indisciplina escolar, a baixa remuneração e ou motivação dos professores, precária estrutura escolar, políticas flexíveis para a aprovação, fraca motivação de alunos e docentes, ineficiência na gestão escolar e aspectos socioeconômicos da população atendida pelo ensino público (VASCONCELOS; LIMA, 2010).

Após análise dos resultados dos estudantes brasileiros nessas avaliações a equipe de elaboração do relatório PISA apresentou algumas sugestões. Foram elas: a) observar as experiências dos estados que conseguiram estabelecer políticas bem-sucedidas, b) analisar os resultados em cada área de modo a dedicar mais atenção aos processos nos quais o desempenho brasileiro foi menor e c) estabelecer políticas específicas de combate à repetência com foco na aprendizagem e suporte aos estudantes (ARAÚJO; TENÓRIO, 2017).

Assim, para que ocorram mudanças no contexto educacional, são necessárias medidas educacionais de âmbito governamental e administrativo, que intervenham na infraestrutura, políticas educacionais, aperfeiçoamento e qualificação profissional,

planos de cargos e salários, estratégias de avaliação e acompanhamento pessoal, social, acadêmico e cultural.

À frente desse sistema, temos os professores. São a parte fundamental para a implementação das políticas educacionais no âmbito didático-pedagógico. E no contexto desta tese, os professores das disciplinas das ciências da natureza são elementos chave para o resgate dos resultados nas avaliações nacionais e internacionais, pois além de trabalharem com os conteúdos, atuam também ativamente de forma a intermediar os conhecimentos tecnológicos e científicos com a população em geral; de certa forma aproximando as descobertas das ciências com a sociedade (VASCONCELOS; LIMA, 2010).

Dunlosky et al (2013) afirmam que a melhoria em resultados educacionais depende de esforços em muitas frentes. Mesmo que não dirigida especificamente para o Brasil, cabe atentar para a premissa central de sua proposição que considera que parte da solução envolve ajudar os alunos a regular melhor sua aprendizagem. Segundo o autor, a aprendizagem autorregulada possibilita a formação de aprendizes autônomos, críticos e atuantes na sociedade, capazes de aprender a aprender e aprender sempre.

Neste sentido há diversas ferramentas que podem auxiliar os alunos a regular sua própria aprendizagem, dentre elas, uma que se apresenta como componente primordial do objeto dos nossos estudos, a metacognição.

1.4.2 Metacognição como ferramenta educacional

O termo metacognição foi inaugurado pelo psicólogo americano John Hurley Flavell nos anos de 1970, e em seu sentido essencial corresponde à “cognição da cognição” (FLAVELL et al, 1999). A metacognição foi originalmente identificada como conhecimento e regulação das atividades cognitivas de uma pessoa nos processos de aprendizagem (FLAVELL, 1979; BROWN, 1978). “Esta compreensão inicial leva ao entendimento de que a metacognição está associada à tomada de consciência dos sujeitos sobre seus próprios pensamentos, um ‘pensar sobre o pensar’” (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020, p. 62).

Segundo Peixoto, Brandão e Santos (2007), a metacognição, é um termo amplo, utilizado para descrever o “conhecimento que construímos sobre como nós percebemos, recordamos, pensamos e agimos”, sob diferentes aspectos. “Uma capacidade de saber sobre o que sabemos”. Neste sentido, a metacognição pode ser entendida como uma tecnologia educacional simbólica uma vez que entre outros aspectos, atua no estímulo da consciência e gerência dos processos cognitivos, favorecendo a autonomia do aprendiz (PEIXOTO et al., 2007, p. 69).

Ao longo dos anos em que os estudos sobre metacognição foram se desenvolvendo, conceitos um tanto diferentes foram sendo produzidos por diferentes teóricos. No âmbito desta pesquisa, adotamos o que Flavell et al., (1999) tomam como maior parte do que é considerado metacognição, ao que se refere a conhecimento metacognitivo, o monitoramento e autorregulação metacognitiva em todas as suas variantes e definições.

Como conhecimento metacognitivo, consideramos o conhecimento e crenças que o indivíduo acumulou através de experiências em longo prazo e dizem respeito à mente e seus afazeres. Como outros conhecimentos, o conhecimento metacognitivo é adquirido gradualmente e é específico de acordo com o domínio (FLAVELL et al., 1999). Por exemplo, o reconhecimento automático e recuperação da memória sobre uma situação do tabuleiro de xadrez é específico para um especialista ou praticante do jogo.

O monitoramento e autorregulação metacognitiva podem ser exemplificados quando uma estudante planeja a ordem para realizar cada trabalho, testa a si mesma sobre alguns itens do vocabulário do assunto de uma prova e assim observa o que e o quanto ainda deve estudar. Estas atividades de monitoramento e autorregulação metacognitiva se desenvolvem simultaneamente com o conhecimento metacognitivo.

Assim, utilizando as definições de Flavell (1976, 1979) e Brown (1978, 1987) e as palavras de Rosa e Alves Filho (2011, p.57) entendemos a metacognição como “o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somados ao controle e à orquestração desses mecanismos”.

Pois bem, no contexto da aprendizagem, os parágrafos anteriores servem para, dentro de certos limites, orientar sobre o que é a metacognição e sua importância. Mas como a metacognição pode ser utilizada como ferramenta para melhorar o aprendizado?

Antes de considerarmos a metacognição como uma ferramenta, façamos uma análise do significado do termo “ferramenta”. De acordo com Michaelis, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, algumas definições sobre o termo *ferramenta* podem ser verificadas: 1.*Qualquer instrumento de metal empregado em artes e ofícios*; 2. *O conjunto de instrumentos*; 3. *Qualquer instrumento necessário para o desempenho de uma profissão*. Estas definições, de modo geral, arremetem o termo ferramenta a um meio físico, uma ferramenta física, utilizada de forma mecânica para a execução de uma tarefa. Até a definição coloquial de ferramenta como “*órgão sexual masculino*” pode ser verificada neste mesmo dicionário.

No entanto, ainda em Michaelis, a definição de ferramenta que mais se aproxima do contexto que aqui pretendemos utilizar seria: “*Meio para alcançar um objetivo*”.

Assim podemos pensar no termo ferramenta para além de um objeto físico, sendo capaz de se referir a um procedimento utilizado para melhorar a capacidade de realizar determinadas tarefas. No nosso caso, aprender.

A prática da metacognição potencializa o processo de aprender. Isto ocorre porque sua utilização atua na melhoria da atividade cognitiva e motivacional. Observa-se que indivíduos eficientes em tarefas acadêmicas, apresentam competências metacognitivas bem desenvolvidas. Assim, aqueles que melhor se utilizam das ferramentas metacognitivas, melhores resultados alcançam (RIBEIRO, 2003).

Presume-se que o conhecimento sobre o que sabe e sobre o que desconhece acerca do próprio conhecimento, auxilia o aprendiz a decidir quando e que estratégias deve utilizar para melhorar seu desempenho escolar (RIBEIRO, 2003). Há de se considerar que os próprios cientistas se utilizam da ignorância sobre determinados assuntos “para programar seu trabalho, para identificar o que deve ser feito, estabelecer os próximos passos, determinar onde deve concentrar suas energias” (FIRESTEIN, 2019, p. 47).

Assim consideramos plausível a ideia de tomar a metacognição como uma ferramenta que atua no desenvolvimento da autonomia e pensamento crítico sobre a atividade cognitiva do estudante de modo que possa utilizar a consciência daquilo que sabe e daquilo que desconhece para planejar, monitorar, regular e avaliar seus processos de aprendizagem.

1.4.3 Desenvolvimento do pensamento metacognitivo e estratégias de ensino metacognitivo (EEM)

Um dos principais papéis tanto da escola básica quanto das instituições de ensino superior está na formação de estudantes autônomos capazes de aprender a aprender e também capazes de aprender a buscar conhecimentos para um determinado momento, ou seja, capazes de aprender sempre (LOCATELLI, 2014).

Como dito anteriormente, estudantes que apresentam bons resultados acadêmicos possuem bem desenvolvidas suas capacidades metacognitivas. No entanto Locatelli, (2014, p. 25) salienta que a autonomia para estudar e aprender envolvendo monitoramento e o repensar dos próprios conhecimentos, características da metacognição, não corresponde a uma “habilidade que se adquire em curto prazo, muito pelo contrário, exige esforço e uma constante tomada de consciência e (re) avaliação do que se está fazendo”.

Nem todos os aprendizes desenvolvem naturalmente suas capacidades metacognitivas. Pesquisas desenvolvidas por Rosa e Rosa, (2016) revelaram que alguns estudantes recorrem a estratégias de aprendizagem metacognitivas mesmo que não percebam. Por outro lado, alguns estudantes somente recorrem se forem instruídos para tal. Chi et al., (1989) consideram necessária a inserção do pensamento metacognitivo nos processos educacionais e que esta ação seja feita de forma explícita. Desta forma a efetivação do processo não fica sob a responsabilidade do estudante e sob o risco de não acontecer.

Conforme afirmam Rosa e Alves Filho (2014), para que os estudantes tenham a capacidade de recorrer ao seu pensamento metacognitivo, é necessário inicialmente ativá-lo. Daí há de se considerar a importância do desenvolvimento de alternativas

didáticas como subsídio para as ações do professor, ou seja, é necessário o desenvolvimento de estratégias ou intervenções metacognitivas de ensino para a ativação de processos metacognitivos nos aprendizes.

Revisões da literatura na área de ciências da natureza e matemática têm sido realizadas com o intuito de recuperar pesquisas em que são desenvolvidas estratégias de ensino e/ou intervenções didáticas que estimulem o desenvolvimento metacognitivo (MARAGLIA, 2018; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019).

Os estudos destes autores recuperaram trabalhos publicados em países como Estados Unidos, Canadá, Israel, França, Áustria, Taiwan, Argentina, Brasil, entre outros. Foram identificadas diversas estratégias e intervenções metacognitivas, como por exemplo, Mapas Conceituais (LEOPOLD; LEUTNER, 2015), *Embeded metacognitive prompts based on Nature of Science* - EMPNOS (PETERS; KITSANTAS, 2010), 4EX2 (MARSHALL; HORTON; SMART, 2009), Módulos Alternativos de Aprendizagem (OSES; CARRASCO, 2013). Predominantemente os trabalhos foram desenvolvidos junto às disciplinas de Física e Matemática e em menor numero nas disciplinas de Química e Biologia (MARAGLIA, 2018; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019).

Rosa e Meneses Villagrá, (2018), corroborando com as definições de Flavell, (1976, 1979), afirmam que os estudos apontam para a tomada de consciência dos participantes sobre seus próprios conhecimentos e sobre a forma como procedem na realização das ações executivas. Nas sínteses de pesquisas recuperadas por Maraglia (2018) e Xavier e Peixoto (2019) observou-se impactos positivos, especificamente na autonomia e regulação do processo de aprendizagem a partir da utilização das estratégias.

Os autores das diferentes estratégias recuperadas trouxeram resultados que confirmaram o avanço dos alunos quanto à capacidade de identificar e utilizar conteúdos chave, estabelecimento de conexões entre conteúdos, elaboração de planos de solução, criação de confiança, controle de emoções e comportamentos para a solução dos problemas, monitoramento, controle, autorregulação e autoavaliação

para a realização de tarefas e melhora na motivação. Estes itens foram relatados a partir das conclusões dos estudos primários e nos relatos dos revisores.

Apesar dos resultados positivos, identifica-se pouca conexão das pesquisas em estratégias metacognitivas com a sala de aula. Observa-se que alguns dos trabalhos ocuparam-se prioritariamente nos dados e resultados, porém sem a descrição mínima de como executar o procedimento na escola. Assim consideramos a afirmação de que

> As pesquisas precisam: gerar conhecimentos mais próximos da realidade escolar; fornecer indícios mais claros sobre como os professores podem melhorar suas práticas; e fazer sentido para os professores, a fim de persuadi-los a adotar os resultados dessas pesquisas em sua prática pedagógica (MCINTYRE, 2005 apud ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018, p. 583).

Para a formulação das justificativas acima elencadas consideramos as orientações dos documentos oficiais, os resultados obtidos nas avaliações internacionais e principalmente os benefícios da utilização das estratégias de ensino metacognitivas.

Assim entendemos a necessidade de prosseguimento dos estudos no sentido de pesquisar quais são as estratégias e intervenções metacognitivas passíveis de aproximação ao contexto de sala de aula. Entre as atividades previstas para esta aproximação, entendemos justa a proposta de identificar, quais são e como são trabalhadas as teorias metacognitivas e teorias complementares, quais são as potencialidades e principalmente as limitações para a operacionalização das EEM.

1.5 Relevância

A vertente da pesquisa em metacognição sobre a qual este trabalho se debruça corresponde àquela que busca mecanismos de aplicação, operacionalização, implementação, estímulo e orientação para o uso da metacognição por professores e estudantes. Os estudos desta vertente incluem a busca, identificação, análise, avaliação e recontextualização de estratégias de ensino metacognitivas encontradas na literatura científica e que de alguma forma trazem contribuição ao campo, no sentido de aproximar o que tem sido produzido pela academia à realidade dos professores e estudantes no contexto escolar.

Assim como Flavell (1979) consideramos a possibilidade das ideias desenvolvidas no campo da metacognição, transformarem-se em métodos efetivos para auxiliar

aprendizes na tomada de decisões sábias, ponderadas e que sejam capazes de compreender e aprender melhor em contextos educacionais.

Neste sentido, a relevância deste estudo se encontra ancorada inicialmente nos anseios pessoais do autor. Este, atuando como professor de Biologia desde 1999 tem percebido as dificuldades relacionadas ao interesse e motivação dos alunos na aprendizagem dos conteúdos da disciplina. Conhecer, pesquisar e tornar operacional o uso de estratégias metacognitivas de ensino poderá abrir caminhos para despertar nos aprendizes a capacidade de aprender a aprender e aprender de forma autônoma e crítica.

Há de se considerar também que a busca pela popularização e operacionalização das estratégias de ensino metacognitivas tem sido foco dos trabalhos do GEAC (Grupo de Estudos em Aprendizagem e Cognição). Assim, consideramos que este seria mais um passo dado pelo grupo de pesquisa para a propagação das descobertas científicas e aproximação da academia a outros contextos da sociedade.

Além do GEAC, a relevância deste trabalho está na possibilidade de alcançar professores e estudantes do Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, uma vez que seu desenvolvimento ocorre no Laboratório de Currículo e Ensino (LCE) subordinado a este instituto. Além do mais outros departamentos e institutos do Centro de Ciências da Saúde (CCS) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) poderão se beneficiar desta pesquisa ou a partir dela contribuir ainda mais para o crescimento e abrangência do campo, uma vez que parte dos estudantes, tanto dos programas de graduação quanto dos programas de pós-graduação, atua como profissionais da educação.

Neste contexto consideramos relevante este estudo não só sob o ponto de vista pessoal e acadêmico, mas principalmente para estudantes e professores dos mais variados níveis e das mais variadas redes de ensino. Estes atores seriam os maiores beneficiados pelos esforços em tornar mais eficientes os processos de ensino/aprendizagem. As estratégias de ensino metacognitivo reunidas, analisadas, descritas e avaliadas neste trabalho poderão ser utilizadas na produção de roteiros de ensino, inicialmente junto a professores e alunos do Instituto Federal do Espírito Santo, uma vez que o autor é professor efetivo nesta instituição na qual além de atuar

nos cursos técnicos de administração, automação industrial e meio ambiente, também atua no curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Práticas Pedagógicas, voltado para professores do ensino básico.

Se considerarmos que profissionais da área da educação têm dificuldades em encontrar materiais que deem real suporte às práticas anunciadas pela academia e propagadas pelos periódicos e outros veículos de divulgação científica, e que professores:

> [...] buscam novas formas de trabalhar, carregam anseios de mudança na forma como o ensino vem se fazendo. Por vezes, buscam novas práticas, sob as mais diversas metodologias, e o emprego de estratégias de ensino metacognitivas pode ser uma dessas (MARAGLIA, 2018, p. 54).

A publicação dos resultados obtidos a partir deste trabalho servirá para ampliar a divulgação de EEM aplicáveis, aumentando o alcance das descobertas e permitindo o acesso de pesquisadores e professores da área, cujos objetivos de trabalho se assemelham ao nosso quanto a utilização novas estratégias de ensino no âmbito escolar.

Logo o desenvolvimento desta pesquisa se torna ainda mais relevante, uma vez que os grandes favorecidos são professores e, por conseguinte, seus estudantes. Estes por sua vez estimulados podem se apropriar de modo progressivo da consciência e conhecimento sobre o próprio conhecimento e da forma como é possível aprender a aprender, adquirir, gerar e utilizar seu aprendizado de forma crítica e contínua.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Metacognição - O que havia antes do termo?

A introdução do termo metacognição nos estudos em psicologia da aprendizagem foi proposta por John Flavell e Ann Brown nos anos 1970. Refere-se de modo geral a um pensamento de segundo nível sobre o pensamento ou uma cognição sobre a cognição.

Segundo Flavell et al. (1999) a metacognição é um termo de definição ampla e livre "como qualquer outro conhecimento ou atividade cognitiva que toma como seu objeto, ou regula, qualquer aspecto de qualquer iniciativa cognitiva" (FLAVELL et al. (1999, p.125). Apesar de aparentemente simples, o termo metacognição tem se apresentado na literatura especializada de forma complexa, difusa e obscura, sendo detalhada especificamente de acordo com a área de investigação (ROSA 2011).

No entanto mesmo antes da inauguração do termo, são conhecidas proposições que caracterizam monitoramento e regulação da aprendizagem. Neste tópico são descritas algumas destas proposições e como elas se relacionam com o que se conhece sobre a teoria metacognitiva.

2.1 Relações entre raciocínio, reflexão, inferência e metacognição.

Conforme Corso et al. (2013), pesquisas sobre o conhecimento e controle que as pessoas possuem sobre seu próprio conhecimento, já podiam ser identificadas antes mesmo da inauguração do termo metacognição. Ainda que sem a presença efetiva dos termos monitoramento, controle, autorregulação, dentre outros, estas ideias aparecem na literatura desde os filósofos da Grécia até pouco antes da década em que o termo metacognição foi proposto.

Para desvelar as raízes históricas deste pensamento, elencamos aqui algumas das teorias e teóricos cujas ideias convergiram para a proposição e utilização do termo "metacognição". Investigamos textos e sínteses de pesquisas que indicam autores que já consideravam a importância do monitoramento e da autorregulação da aprendizagem.

Em 2011, Pina Tarricone, no capítulo 2 do livro *The taxonomy of metacognition*, reuniu um apanhado de informações e autores que fazem interface entre a metacognição, a reflexão, autorreflexão e raciocínio.

Segundo Michaelis, dicionário da língua portuguesa, o termo *raciocínio* pode ser utilizado para identificar o "Processo mental por meio do qual se formulam ideias, se entendem argumentos, atos, fatos e mensagens, se elaboram avaliações, se deduz algo e se tiram conclusões." Ou ainda como um processo mental que envolve indução (quando a afirmação de uma lei ou dos princípios gerais que a rege, partem da observação de fatos particulares) e dedução (quando se parte de uma ou mais premissas que sustentam uma lei para se conhecer fatos que esta lei rege). O raciocínio pode fundamentar o encadeamento lógico das ideias com o objetivo de atestar sobre a veracidade ou não de uma nova premissa que será denominada conclusão.

O mesmo dicionário afirma que a *reflexão* corresponde ao ato de "pensar o próprio pensamento, ato do conhecimento que se volta sobre si mesmo, tendo como objeto seu próprio ato." Ou ainda, uma forma de pensamento ponderado e demorado que busca a melhor compreensão sobre as causas e razões de um fato, de modo a evitar "juízo precipitado e comportamento impulsivo". Uma observação atenta e profunda sobre algo, que resulta de "intensa meditação e entendimento".

Em seu apanhado de contribuições históricas, Tarricone (2011, p. 41) afirma que "essencialmente, a autoconsciência ou autono-ética é desenvolvida e instigada pela reflexão e estimulada pelos contextos de resolução de problemas".

Desta forma, as evidências fornecidas pelas contribuições de Aristóteles e Agostinho, por exemplo, apontam que situações de lembrança e memória, no geral, envolvem processos de reflexão. Tais eventos incluem introspecção, imagens mentais, contemplação, revisão e reflexão sobre experiências anteriormente vividas. Ainda que o termo reflexão não tenha sido utilizado por Aristóteles em suas descrições dos processos de memória, é possível fazer a conexão entre representação mental, reflexão e metacognição (TARRICONE, 2011).

Segundo a autora, Agostinho sustentou que "a mente sempre se conhece através do processo de procurar continuamente se conhecer" (TARRICONE, 2011, p. 42).

Sugere-se assim a existência do elo entre reflexão e metacognição apoiado na linha de pensamento do “conhecer a si mesmo”.

Além de Agostinho, Descartes em seu postulado “penso, logo existo”, aceitaria suas crenças ou ilusões como reais utilizando-se dos processos de pensar, refletir, introspectar e raciocinar. Sua motivação para construção do argumento do *cogito* surge a partir do acúmulo de dúvidas ao longo de sua jornada em busca do conhecimento. Segundo este filósofo,

> Depois de ter empregado alguns anos estudando assim no livro do mundo e procurando adquirir alguma experiência, tomei um dia a resolução de estudar também a mim mesmo e de empregar todas as forças de meu espírito escolhendo os caminhos que deveria seguir (DESCARTES, 1996, p. 14).

Para Descartes o conhecimento da natureza, presente no “livro do mundo” somente apresentará importância se “for precedido e acompanhado do autoconhecimento, da reflexão do próprio sujeito do conhecimento” (Marcondes, 2010, p. 169).

Em períodos relativamente recentes é possível citar autores como Spinoza (1632-1677) e Dewey (1859 - 1952). Ambos se referiam aos processos de reflexão para a solução de problemas. No entanto para Dewey (1933) a solução de problemas passa pelo pensamento e exige a reflexão sobre processos e entendimentos anteriores.

Neste sentido, apesar de não utilizar o termo metacognição, Dewey dividiu o processo de solução de problemas em duas fases. Para ele, na primeira fase ocorre um estado de “dúvida, perplexidade e hesitação” (DEWEY, 1933, p. 9). Na segunda fase da solução de um problema, induzida pela primeira, observa-se “um ato de busca ou investigação direcionado a trazer à luz fatos adicionais que servem para corroborar ou anular a crença sugerida” (DEWEY, 1933, p.9). Nesta fase ocorre a busca para encontrar material que resolva a dúvida e elimine a perplexidade.

Nesta perspectiva é possível relacionar o processo de solução de problemas proposto por Dewey aos processos de monitoramento e controle metacognitivo proposto por Nelson e Narens (1994). Segundo estes autores, o monitoramento metacognitivo corresponde a um fluxo de informações que resulta em análise e avaliação de circunstâncias, antes da execução de uma ação durante a resolução de uma tarefa ou solução de um problema. Já o controle envolve o planejamento, autorregulação, que segundo a concepção metacognitiva de Nelson e Narens (1994), podem

determinar o início, a continuidade ou o encerramento de uma ação, agora sim, para a resolução de uma tarefa ou solução do problema.

Uma interação sincrônica entre reflexão e raciocínio propõe ao que James (1890) citado por Tarricone (2011) se refere à solução de problemas e compreensão de fenômenos por meio de análise e abstração. No pensamento de Aristóteles o raciocínio seria um processo de “recordar, entender e usar imagens mentais e estratégias mnemônicas”.

A lista seguir elaborada por Tarricone (2011, p. 46) traz afirmações que permitem a conexão entre raciocínio, pensamento reflexivo e processos metacognitivos, reunindo as contribuições históricas de Dewey, James, Agostinho e Aristóteles para reflexão, resolução de problemas e metacognição.

- O autoconhecimento e a autoconsciência se desenvolvem por meio da reflexão e da introspecção e são essenciais para facilitar a metacognição.
- O pensamento reflexivo é a base para o desenvolvimento de estratégias de solução de problemas que são parte integrante da metacognição e essenciais em contextos complexos.
- Julgamentos, auto monitoramento e autorregulação são processos reflexivos imbuídos na solução de problemas.
- Os desafios de crenças e dúvidas estimulam a reflexão e instigam estratégias de solução de problemas.
- O raciocínio depende de reflexão, imagens mentais, estratégias mnemônicas, análise e abstração e é essencial para a solução de problemas complexos.

A figura 1 ilustra a interação entre raciocínio, pensamento reflexivo e metacognição a partir das contribuições históricas de Aristóteles, Dewey, Agostinho e James segundo Tarricone (2011).

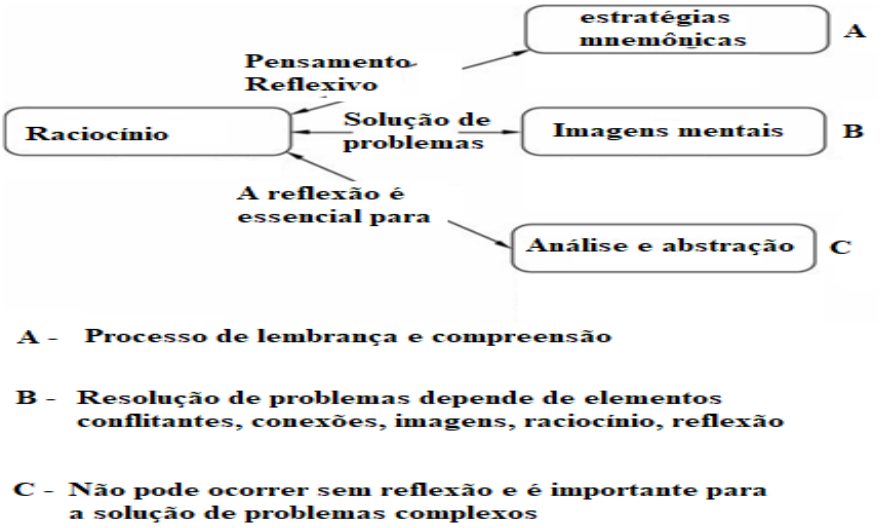


Figura 1: Amplificação do raciocínio na estrutura conceitual da metacognição. Adaptado de Tarricone (2011)

Até aqui, os argumentos apontam para a forte interação entre o raciocínio e a reflexão e que estes elementos apresentam-se necessários para a solução de problemas. No entanto há mais um elemento relacionado ao raciocínio e à reflexão. Este elemento corresponde à inferência.

Inferência de acordo com Michaelis, dicionário da língua portuguesa, significa “Operação por meio da qual se chega a uma conclusão ou se faz um raciocínio lógico com base em evidências circunstanciais e em conclusões já tidas como verdadeiras, e não com base na observação direta.” Ou “Proposição que, em decorrência dessa operação, se admite como verdadeira”.

Tarricone (2011) relata a atividade reflexiva do raciocínio e da inferência. Segundo a autora, Kant e Dewey na década de 1930 já consideravam que o raciocínio envolve inferências governadas por conhecimentos e entendimentos anteriores, que informam os julgamentos feitos durante a resolução de problemas. Para Kant as inferências são produzidas ao longo do processo de solução de problemas e tomadas de decisão, elas funcionariam como base do raciocínio. Na mesma linha, Dewey descreve o papel das inferências na conexão entre o que é conhecido e o que não é conhecido, e no auxílio para a solução de problemas complexos, segundo Tarricone (2011), o controle das inferências é matacognitivo. A Figura 2 é uma amplificação da interação entre inferências e raciocínio dependente da reflexão.

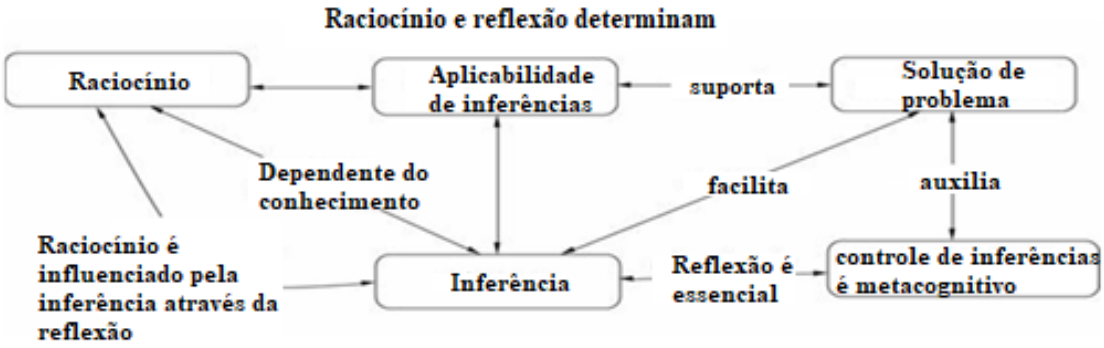


Figura 2: Amplificação de inferências e raciocínio no arcabouço conceitual da metacognição. Adaptado de Tarricone (2011)

As afirmações a seguir, propostas por Tarricone (2011, p. 56) são derivadas da discussão sobre atividade reflexiva, raciocínio e inferência:

- Raciocínio e processos reflexivos são usados para determinar a aplicabilidade de inferências, facilitando a resolução de problemas e estratégias de solução.
- O raciocínio depende de conhecimentos e inferências para passar de um entendimento, sugestão, julgamento ou crença para chegar a uma conclusão ou solução para um problema.
- A reflexão é essencial para processos metacognitivos, controlando inferências e raciocínios e promovendo o desenvolvimento de novos conhecimentos e a solução de problemas.

Raciocínio, reflexão e inferência também podem ser relacionados com eventos que envolvem julgamento, autoconhecimento, autoconsciência, automonitoramento e autorregulação, estes inerentes às práticas de utilização da metacognição. Tais argumentos estão baseados em premissas produzidas anteriormente à inauguração do termo metacognição.

2.2 Leitura e metacognição

Entre as diversas habilidades de fundamental importância à aprendizagem, que também envolvem reflexão e raciocínio, podemos citar a capacidade de compreensão da leitura. Tal capacidade “extrapola a habilidade de codificação, para abranger funções mentais da natureza cognitiva e metacognitiva.” Nesta perspectiva temos a dissociação entre reconhecer palavras e compreender o texto (CORSO et al., 2013, p. 23).

Maribeth Schimitt (1986) aponta que leitores maduros, eficientes, flexíveis e versáteis tendem a monitorar e regular sua própria compreensão de leitura. Ao contrário,

leitores menos proficientes não apresentam esta tendência. Apoiada nas ideias de que o conhecimento e controle dos processos cognitivos interferem na mudança de comportamento durante a leitura, a autora realizou uma revisão da literatura para responder se o estudo sobre a metacognição nesta área é uma questão recente ou antiga.

A autora encontrou uma variedade de autores e trabalhos, entre eles McCallister (1932), Anderson (1937) e Tinker (1939). Estes autores afirmam que o ajuste às tarefas a serem executadas, impõem a necessidade de ajustes na abordagem da leitura. Os ajustes podem ser feitos em decorrência de diferentes tipos materiais a serem lidos, dificuldade dos textos e propósitos para a leitura, podendo invocar diferentes formas de tratamento ou abordagens por parte do leitor.

Anderson (1937) aponta que os movimentos oculares de bons e maus leitores, podem ser influenciados pela complexidade do texto. Leitores menos eficientes tendem de ler todos os materiais com o mesmo conhecimento mental, sem ajustes. Para Anderson, embora a situação não permita encontrar representação da consciência nos ajustes motores dos movimentos oculares estimulados pela leitura, tais movimentos estão envolvidos com processos mentais conscientes e inervados após orientação consciente feita inicialmente pelo leitor em função das condições encontradas no texto.

Em outro estudo Tinker (1939) utilizou variação do nível de dificuldade do texto em seu estudo sobre a correlação velocidade de leitura e compreensão. Descobriu que, à medida que os materiais demandam cada vez mais do leitor, a correlação velocidade de leitura e compreensão diminui. Isto indica que durante a leitura, são feitos ajustes em função da dificuldade do texto.

O uso de ajustes e mudança de comportamento durante a leitura pode caracterizar ações de monitoramento e controle. Isso ocorre quando o leitor reconhece a dificuldade do texto e se adequa à nova realidade encontrada. Ainda que o termo metacognição não estivesse no contexto da psicologia da aprendizagem, o autoconhecimento, o pensamento sobre a cognição e a autorregulação já eram objetos de estudo sobre a compreensão de leitura durante a década de 1930.

2.3 As contribuições e interfaces com Piaget

Além dos conceitos, teorias e pensadores mencionados até o momento pretendemos, neste tópico, correlacionar metacognição com os estudos do desenvolvimento cognitivo sob a ótica piagetiana.

Importa ressaltar que apesar de Flavell (1999) considerar a magnitude das contribuições de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo, o autor alerta sobre o fato de que a teoria de Piaget envolve ideias frequentemente muito complexas e difíceis de apreender, mesmo quando apresentadas de forma integrada e detalhada. Assim, sua teoria pode se mostrar vulnerável a distorções e incompreensões quando apresentada de forma a resumida ou interrompida.

Este fato é reforçado em Tarricone (2011, p.48) quando, por exemplo, declara a existência de “literatura substancial e especializada a favor e contra os estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget”.

Dito isto, declaramos que este tópico não pretende aprofundar o debate sobre prós e contras a teoria piagetiana, assim como também não pretende aprofundar no desenvolvimento cognitivo de cada estágio proposto por Piaget. Logo nosso debate se situa especificamente na relação entre as ideias centrais sobre adaptação e operações formais propostas pelo autor com o que denominamos hoje metacognição.

Para situar o leitor no recorte aqui proposto, sobre a relação entre metacognição e a teoria de Piaget, consideremos os estudos sobre o desenvolvimento cognitivo infantil, cujas ideias surgem a partir da reelaboração de questões provenientes de estudos do próprio Piaget em zoologia.

Uma das questões que orientaram Piaget em sua pesquisa sobre o desenvolvimento cognitivo humano foi: *Quais características das crianças permitem-lhes que se adaptem ao seu ambiente?*

A resposta para esta questão está no fato de que a adaptação ocorre por meio de muitas interações entre o indivíduo e o ambiente, ou seja, a construção mental da realidade surge a partir das numerosas experiências trocadas entre a criança e seu meio. No modelo proposto por Piaget, o sistema cognitivo tem papel ativo em seus

intercâmbios com o ambiente. Ao longo deste processo interativo é que são provocadas mudanças que resultam na adaptação. O que torna possível a adaptação é o equilíbrio que ocorre entre dois outros processos: assimilação e acomodação (PIAGET, 1999).

Assimilação e acomodação correspondem a dois aspectos dessas interações cognitivas sendo que,

> A assimilação essencialmente significa interpretar ou construir dados externos nos termos do sistema cognitivo preexistente no indivíduo. Aquilo que é encontrado é transformado cognitivamente para adequar-se ao que o sistema sabe e como ele pensa. A acomodação significa modificar ligeiramente o sistema cognitivo de modo a levar em consideração a estrutura dos dados externos (FLAVELL, et al, 1999, p. 24).

Neste sentido, os processos de assimilação envolvem a produção de respostas a situações que surgem no ambiente, utilizando atividades ou conhecimentos anteriormente aprendidos ou que estão presentes no nascimento. Por outro lado, a acomodação se caracteriza pelas mudanças no comportamento e correções às inadequações observadas a partir das novas informações obtidas a partir do meio (PIAGET, 1999).

Logo a assimilação significa uma reação baseada em aprendizagem e compreensão previamente presentes, e a acomodação corresponde à mudança na compreensão. A interação entre assimilação e acomodação conduz à adaptação.

O processo de assimilação de Piaget pode ser relacionado com a *experiência metacognitiva* descrita por Efklides (2008). A experiência metacognitiva proposta por Efklides será detalhada nos tópicos a seguir sobre os sistemas metacognitivos. No entanto faremos neste tópico uma breve descrição com o objetivo de relacioná-la com a assimilação proposta por Piaget.

De modo geral a experiência metacognitiva em Efklides (2008) corresponde ao que a pessoa sente, e ao se deparar com uma tarefa e processar as informações relacionadas a ela, assume a forma de *sentimentos metacognitivos e, julgamentos / estimativas metacognitivas*.

Entre os sentimentos metacognitivos destacamos: I. *dificuldade* (falta de fluência para a execução da tarefa); II. *confiança* (balanceamento entre as percepções positivas e negativas); III. *saber* (capacidade de prever sucessos futuros com base no

desempenho presente) e IV. *familiaridade* (informação afetiva relacionada a um estímulo ocorrido anteriormente).

É possível construir uma aproximação entre a experiência metacognitiva de Efklides (2008) e a assimilação em Piaget, já que a assimilação se caracteriza pela incorporação de “coisas e pessoas” à atividade própria do sujeito que ocorre apoiada em compreensões prévias (Piaget, 1999), e as experiências metacognitivas de Efklides (2008) correspondem ao que a pessoa sente quando se depara com uma tarefa e processa as informações relacionadas a ela.

O processo de assimilação pode ocorrer em todos os estágios do desenvolvimento cognitivo e segundo Piaget (1999, p. 17) “desempenha a mesma função, isto é, incorporar o universo a si próprio”. As compreensões prévias de Piaget constituem-se de esquemas que podem apresentar-se na forma de sentimentos como dificuldade, confiança, saber e familiaridade, características da metacognição vinculadas às experiências metacognitivas descritas por Efklides (XAVIER; PEIXOTO; VEIGA, 2021b).

Além das possíveis relações entre a assimilação de Piaget e a experiência metacognitiva de Efklides, é possível observar relações entre a acomodação com o *conhecimento metacognitivo* de Flavell (1979).

O conceito de conhecimento metacognitivo em Flavell será discutido com maiores detalhes nos tópicos a seguir, no entanto para relacionar o processo de acomodação de Piaget com a teoria metacognitiva, faremos uma breve definição deste conceito.

Assim de forma resumida é possível afirmar que o conhecimento metacognitivo diz respeito ao conhecimento que o indivíduo possui sobre o seu próprio conhecimento, corresponde a um conhecimento afirmativo cujo armazenamento se dá na memória, integra modelos e processos cognitivos como linguagem, memória, informações sobre pessoas assim como informações sobre tarefas, estratégias e objetivos (FLAVELL, 1979; EFKLIDES, 2008).

Segundo Flavell (1979), dentro do fenômeno do conhecimento metacognitivo destacam-se três variáveis: I. *Variável Pessoa* – representa as qualidades pessoais temporárias e duradouras, relevantes para a recuperação de informações. Pode ser

intrapessoal quando diz respeito ao próprio indivíduo, ou *interpessoal* quando diz respeito a outrem; II. *Variável Tarefa* - relacionada ao conhecimento sobre a natureza da informação, por exemplo, se o conteúdo é familiar ou desconhecido, bem ou mal organizado, confiável ou não; III. *Variável Estratégia* – que indica quais são os processos, procedimentos e ações que permitem que o sujeito atinja seus objetivos com maior eficácia.

Este conhecimento é constantemente enriquecido, atualizado e diferenciado. Segundo Efklides (2008) estes processos ocorrem a partir da integração entre a informação e o monitoramento da cognição, em um nível consciente, através da observação do comportamento de um e outro e seus resultados quando se trata de tarefas específicas em diversos contextos.

Desta forma é possível dizer que o enriquecimento, as atualizações e diferenciações que ocorrem na formação do conhecimento metacognitivo tem relação com o processo de acomodação de Piaget uma vez que durante o desenvolvimento, em qualquer fase da vida há uma tendência em:

> [...] incorporar as coisas e pessoas à atividade própria do sujeito, isto é, "assinalar" o mundo exterior às estruturas já construídas, e [...] reajustar estas últimas em função das transformações ocorridas, ou seja, "acomodá-las" aos objetos externos (PIAGET, 1999, p. 17).

O processo de acomodação descrito por Piaget também pode ser relacionado com a dimensão das *habilidades metacognitivas* de Efklides.

De modo geral a dimensão das habilidades metacognitivas se refere à utilização deliberada de estratégias para controlar a cognição. De acordo com Efklides (2008) esta dimensão inclui I. *previsão* (capacidade de organizar e sistematizar os objetivos); II. *planejamento* (antecipação sobre o por quê, como e quando agir de forma a alcançar seus objetivos); III. *monitoração* (observação, acompanhamento e reflexão sobre o andamento do processamento cognitivo) IV. *avaliação* (reflexão dos resultados e compreensão do problema, servirá como norte para os próximos passos na execução da tarefa).

A dimensão das habilidades metacognitivas de Efklides (2008) permite o acompanhamento e reflexão das atividades cognitivas desde o início do processo. Na perspectiva piagetiana o resultado do uso dessas habilidades será o reajuste ou acomodação (Piaget, 1999) de estruturas e conhecimentos já construídos a partir das

informações recebidas do ambiente, ou seja, previsão, planejamento, monitoração e avaliação aos objetos assimilados, de modo a acomodá-los à estrutura cognitiva existente.

O processo de adaptação correspondente ao equilíbrio entre os processos de assimilação e acomodação proposto por Piaget. Logo a adaptação faz interface importante com processos metacognitivos propostos por Efklides (2008) e Flavell (1979) uma vez que durante a assimilação manifestam-se sentimentos construídos a partir das experiências metacognitivas de Efklides e durante a acomodação, manifestam-se elementos das dimensões metacognitivas como conhecimento e habilidades metacognitivas descritas por Flavell e Efklides (XAVIER, et al, 2021.b).

Outra questão utilizada na orientação de Piaget em sua pesquisa sobre o desenvolvimento cognitivo humano foi: *Qual a maneira mais simples, precisa e útil de classificar o desenvolvimento infantil?*

Em resposta, Piaget considerou que desenvolvimento infantil ocorre ao longo de uma série de estágios classificados pelo autor como Sensório motor, pré-operacional, operatório concreto e operatório formal. Cada um dos estágios do desenvolvimento cognitivo da criança é marcado pela aquisição de novas capacidades em relação ao estágio anterior (PIAGET 1975; PIAGET, 1999)

O quadro 1 apresenta uma breve descrição das fases do desenvolvimento cognitivo segundo Piaget.

Estágio	Idade aproximada	Características principais
Sensório-motor	0 – 2 anos	Inteligência motora; O mundo do aqui e agora; Ausência de linguagem e de pensamento nos estágios iniciais; Nenhuma noção de realidade objetiva.
Pré-operacional	2 - 7 anos	
- Pré-conceitual	2 - 4 anos	Pensamento egocêntrico; Raciocínio dominado pela percepção.
- Intuitivo	4 a 7 anos	Soluções intuitivas e não lógicas; Incapacidade de conservar.
Operações concretas	7 – 11 ou 12 anos	Capacidade de conservar; Lógicas de classe e relações; Compreensão de números; Pensamento ligado ao concreto; Desenvolvimento de reversibilidade no pensamento.
Operações formais	11 ou12 – 14 ou 15 anos	Generalidade completa do pensamento; Pensamento proposicional; Capacidade de lidar com o hipotético; Desenvolvimento de forte idealismo;

Quadro 1: Estágios de desenvolvimento de Piaget. Adaptado de (Piaget 1975; Inhelder e Piaget, 1976; Piaget, 1999)

Em uma breve comparação entre estágios do desenvolvimento descritos por Piaget, é possível considerar que as operações concretas lidam com objetos e eventos reais enquanto as operações formais lidam com proposições ou afirmações produzidas pelas operações concretas. A primeira é classificada no grupo das *operações de primeiro grau* e a segunda é classificada no grupo das *operações de segundo grau* (INHELDER; PIAGET, 1976).

Segundo Piaget (1975, p. 368) “a primeira característica das operações formais é a de poder recair sobre hipóteses e não mais apenas sobre objetos”. Observa-se neste estágio a dinâmica das proposições, “a capacidade de raciocinar sobre enunciados, sobre hipóteses e não mais sobre objetos postos à mesa ou imediatamente apresentados, ou seja, ocorre a aquisição do pensamento abstrato.

Um exemplo clássico sobre a aquisição do pensamento abstrato está em um item do *teste de raciocínio* proposto por Binet. O item do teste pode ser descrito da seguinte forma:

> Edith é mais clara que Susan; Edith é mais escura do que Lilly. Quem é a mais escura das três? Este problema é difícil não por que envolve seriação (a seriação já foi dominada no estágio de operações concretas), mas por

> causa da natureza abstrata das características a serem ordenadas. Se Edith, Susan e Lilly estivessem em pé diante de uma criança de 10 anos, esta poderia facilmente dizer: “ Edith é mais clara do que Susan e é mais escura do que Lilly, - E Susan é a mais escura” Contudo, quando o problema não é concreto, mas verbal, ele requer pensamento, que é mais formal (abstrato) (LEFRANÇOIS, 2017, p. 248).

Observe que quando ocorre a substituição dos objetos por enunciados verbais, superpõe-se a lógica das proposições. Neste caso o raciocínio não se volta para dados inteiramente formulados, assim o indivíduo é levado a propor seus problemas e criar métodos pessoais para resolvê-los (INHELDER; PIAGET, 1976).

Esta é uma importante propriedade do pensamento formal que faz interface clara com a teoria metacognitiva. Pois raciocinar sobre enunciados e hipóteses para formular dados, propor problemas e criar métodos para resolvê-los, exige do indivíduo conhecimento metacognitivo (Flavell, 1979).

Segundo Flavell et al (1999, p. 126) “ o pensamento operatório-formal piagetiano é de natureza metacognitiva pois envolve pensar sobre proposições, hipóteses, e possibilidades imaginadas – todos objetos cognitivos”. Neste sentido é possível considerar que entre os avanços observados no estágio das operações formais, está a aquisição do pensamento abstrato. Neste estágio, o pensamento não fica restrito ao concreto ou potencialmente real. O pensamento agora lida com o domínio hipotético.

No exemplo descrito acima, é possível perceber a necessidade do uso da metavisualização. De acordo com Locatelli (2018) a visualização pode ser externa ou interna. A visualização externa seria aquela relacionada ao que está no meio ambiente, e a visualização interna seria referente ao que não está no meio ambiente, ou seja, seria referente ao que está na mente do indivíduo e pode ser autorregulada pela metavisualização. A metavisualização corresponde à metacognição com relação à visualização.

Repare que para a solução da questão anterior, a criança pode raciocinar do real para o meramente possível ou do possível para o real. Piaget denomina este comportamento de pensamento proposicional. As crianças agora “podem comparar estados de coisas hipotéticos com estados reais e vice versa.” (LEFRANÇOIS, 2017, p. 248).

Assim o estágio das operações formais consiste, segundo Inhelder e Piaget (1976), em um sistema operatório que opera com proposições. Tarricone (2011) afirma que o adolescente formula teorias e reflete sobre seu pensamento, o pensamento formal estabelece a reflexão da inteligência sobre si mesma, o que pode ser interpretado como um pensar sobre o próprio pensamento (FLAVELL, 1979), ou seja, diz respeito ao conhecimento que o indivíduo possui sobre o próprio conhecimento.

Neste sentido, os processos de integração da lógica, proposições, raciocínio e pensamento abstrato, característicos das operações formais de Piaget, implicam em pensamento reflexivo. E são através da reflexão que se desenvolvem mecanismos de autoconhecimento e autoconsciência, fundamentais para favorecer a metacognição (TARRICONE, 2011).

Cabe destacar que a lógica das proposições é,

> antes de tudo, uma lógica de todas as combinações possíveis de pensamento [...] tais combinações se superpõem graças às hipóteses, à simples leitura dos dados, e superpõem também um apoio verbal interior; mas não é esse apoio que constitui o motor efetivo da lógica das proposições. Esse motor é o de poder combinar, graças ao qual ela se insere o real no conjunto das hipóteses possíveis e compatíveis com os dados. (INHELDER; PIAGET, 1976, p. 190).

Logo para o domínio de "todas as combinações possíveis de pensamento" (INHELDER; PIAGET, 1976, p. 190), referente às operações formais, sugerimos a necessidade da expressão de capacidades próprias das habilidades metacognitivas (EFKLIDES, 2008), como *previsão* quando, por exemplo, organiza o conjunto de hipóteses em função dos dados que possui, *monitoração* que inclui reflexão sobre o andamento dos processos cognitivos e *avaliação* quando, por exemplo, reflete sobre a validade das proposições e hipóteses para a compreensão e solução do problema.

Desta forma há de se considerar a natureza metacognitiva do pensamento operatório formal, pois este envolve o pensamento sobre proposições, levantamento de hipóteses e possibilidades presumidas (FLAVELL et al, 1999).

Além do mais, a lógica das proposições características do pensamento operatório formal exige a capacidade de conhecer sobre o que sabe e o que não sabe em relação ao assunto (variável pessoa), exige avaliação da natureza das informações que possui e das consegue captar (variável tarefa) e encontrar estratégias e possibilidades para

a solução do problema (variável estratégia), estas variáveis são próprias do conhecimento metacognitivo de Flavell (1979).

O método *Hipotético-Dedutivo* utilizado nas operações formais torna o indivíduo capaz de solucionar problemas, assim,

> [...] o pensador operatório formal inspeciona os dados do problema, *faz a hipótese* de que uma teoria ou explicação possa ser correta, *deduz* a partir dela que certos fenômenos empíricos devem ocorrer ou não logicamente na realidade, e então testa sua teoria verificando se os fenômenos previstos de fato ocorrem. Colocando de forma mais informal, o pensador operatório-formal cria uma história plausível sobre o que pode estar acontecendo; verifica ou faz experimentos para ver o que realmente acontece e então aceita, rejeita ou revisa sua história de acordo com eles. Se você acha que acabou de ouvir uma descrição do pensamento científico, você está absolutamente certo. (FLAVELL, 1999 p. 117)

O pensamento reflexivo é parte do desenvolvimento do pensamento abstrato na adolescência durante o estágio das operações formais. Neste sentido corresponde a "um elemento integrante dos processos de lógica, raciocínio e pensamento abstrato [...], conhecimento de autocontrole e autocorreção são processos essenciais para um sentido mais alto de reflexividade" (INHELDER; PIAGET, 1958, citados por TARRICONE, 2011, p.48). Assim observa-se que o pensamento reflexivo inclui elementos como autocontrole e autocorreção, mesmo antes do termo "metacognição" ter sido inaugurado.

Neste sentido, ocorre o desenvolvimento de muitos processos complexos que caracterizam o raciocínio de ordem superior. Este raciocínio abrange, entre outros processos, a "busca para a solução de problemas, tomada de decisão e argumentação." (MOSHMAN, 1994, p. 137) Esta forma de raciocínio corresponde ao principal agente de diferenciação entre os estágios operacional-concreto e operacional-formal (TARRICONE, 2011).

Reforçando a importância da reflexão neste contexto, é possível apontar que ela se apresenta como um elemento fundamental aos processos de raciocínio de ordem superior e ao desenvolvimento do conhecimento do mundo e o conhecimento de si no mundo. Além do mais o pensamento reflexivo implica na existência e funcionamento de processos metacognitivos especificamente no sentido da "reflexão como conhecimento de si" e "reflexão como conhecimento de um ato de pensar" (INHELDER; PIAGET, 1958, citado por TARRICONE, 2011, p.48).

Cabe ressaltar que outros teóricos (VUKMAN, 2005; STERNBERG, 1984; TARRICONE, 2011) consideram, além dos quatro estágios propostos por Piaget, a existência de um quinto estágio, o estágio pós-formal. Este se desenvolve após a adolescência e continua a se desenvolver durante a fase adulta.

Consideramos importante frisar que existem muitas teorias sobre o desenvolvimento cognitivo após a adolescência. No entanto recortamos para este tópico o constructo do "pensamento relativístico / dialético na solução de problemas" utilizado por Vukman (2005). Desta forma, o estágio pós-formal pode apresentar as seguintes características:

> I. Aceitação do relativismo: reconhecimento de que a perspectiva pessoal é apenas um dos muitos pontos de vista potencialmente válidos sobre a realidade;
>
> II. Compreensão e aceitação da contradição e capacidade de lidar com ideias e sistemas conflitantes: a percepção de que contradição e complexidade podem ser características inerentes à realidade; a tolerância é obtida através da apreciação da relação dialética entre sistemas opostos;
>
> III. Integração de sistemas / quadros de referência: uma forma sintética de pensamento que integra vários sistemas opostos em um todo abstrato e realmente transcende perspectivas idiossincráticas (Kuhn, Cheney & Weinstock, 2000 citados por Vukman, 2005, p. 212)

No estágio pós-formal, das operações relativísticas ou do pensamento dialético, desenvolve-se o raciocínio de terceira ordem. Estes são fatores essencialmente metacognitivos e reflexivos e são essenciais para processos de raciocínio de ordem superior aplicados durante a resolução de problemas complexos (VUKMAN, 2005; STERNBERG, 1984; TARRICONE, 2011).

A figura 3 ilustra as relações entre os estágios de operações concretas e operações formais de desenvolvimento propostos por Piaget e as operações, pensamentos e processos inter-relacionados:

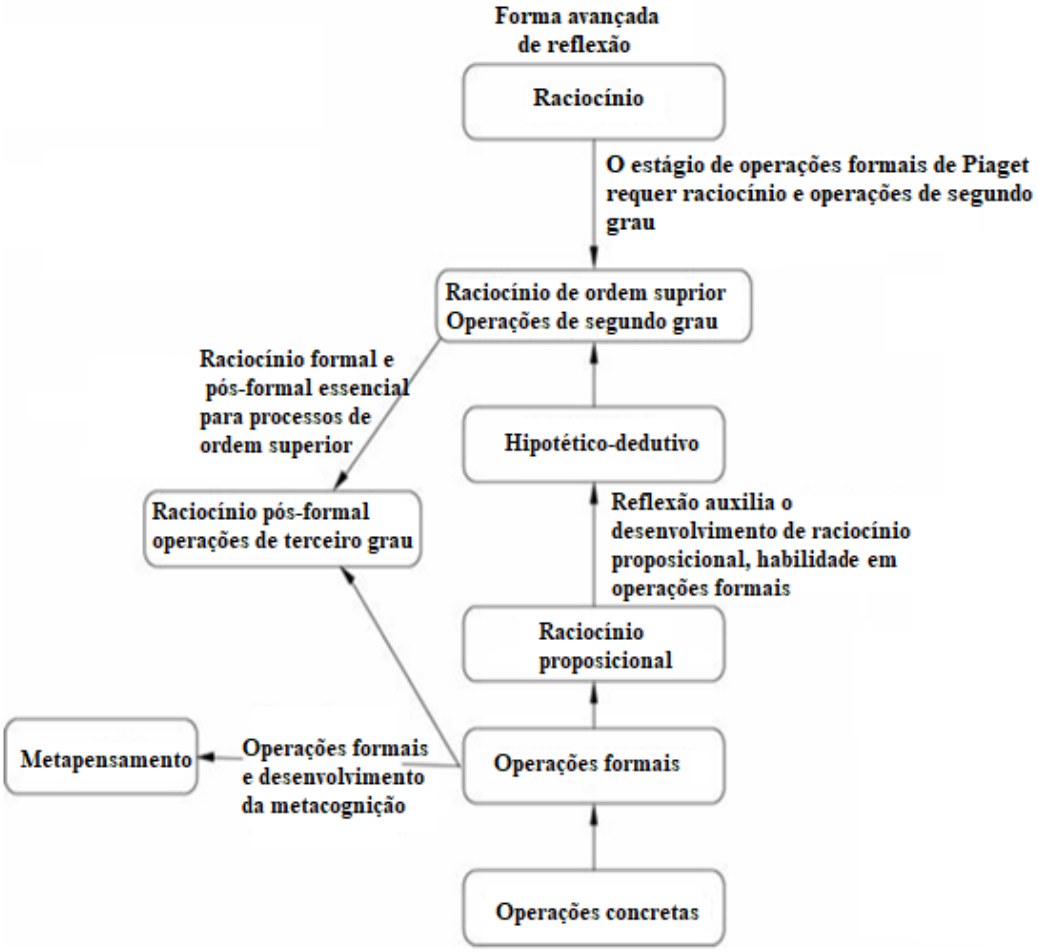


Figura 3: Amplificação dos processos de raciocínio de ordem superior na estrutura conceitual da metacognição. Adaptado de Tarricone (2011)

Destacamos que o modelo de estágios de desenvolvimento proposto por Piaget sofre algumas críticas. Neste sentido há estudos que apontam que o desempenho cognitivo de uma criança é muito complexo e um tanto irregular em diferentes domínios, assim não é possível demarcar com exatidão os estágios em função das idades. E aparentemente, crianças menores são mais competentes e crianças maiores são menos competentes do que pensava Piaget. Além do mais se considera que operações formais são possíveis na adolescência e na fase adulta, no entanto estão longe de serem completamente gerais (FLAVELL, et al, 1999; LEFRANÇOIS, 2017). Apesar das críticas, estes autores afirmam que não são suficientemente danosas para a teoria básica de Piaget.

2.4 As contribuições e interfaces com Vygotsky

Outro autor cuja obra foi construída antes da inauguração do termo metacognição, mas que, no entanto, apresenta elementos fundamentais para o embasamento da teoria metacognitiva foi Lev Semenovich Vygotsky (1896 – 1934).

Segundo Flavell (1999) apesar da contemporaneidade e da contribuição recíproca entre Piaget e Vygotsky (há evidências de que eles trocaram entre si correspondências e que suas ideias modificaram e refinaram mutuamente suas teorias em função das ideias um do outro), as linhas de pensamento de ambos eram bastante diferentes.

Parte das diferenças está no fato de que, embora Piaget considere a importância da experiência social para sua teoria, o que fica fundamentalmente gravado nos seus escritos é a ideia de uma criança autônoma que, através de trocas ativas com o ambiente, autoconstrói seu conhecimento, a partir de forças *internas*.

Por outro lado, Vygotsky não considera o desenvolvimento cognitivo como uma construção individual, mas que as crianças encontram-se mergulhadas em um contexto social desde o nascimento, e que pais, outros adultos influentes, e crianças mais maduras fornecem auxílios adequados de acordo com cada nível de habilidades, ou seja, a construção do conhecimento se dá partir de forças externas. (FLAVELL, 1999).

Destacadas estas diferenças entre o pensamento de Piaget e Vygotsky, apresentamos alguns fundamentos deste autor que consideramos necessários para o entendimento de como suas ideias se relacionam com a metacognição.

De acordo com Ribeiro (2003), no âmbito da psicologia cognitiva, um dos primeiros autores a postular a relação direta entre a consciência dos próprios processos cognitivos e a capacidade de controla-los, foi Vygotsky.

Segundo Lefrançois (2017) a teoria de Vygotsky, uma teoria social/cognitiva, está baseada fundamentalmente em três temas que se sobrepõem: A importância da cultura, o papel da linguagem e a relação entre o aluno e o professor.

Para Vygotsky, a interação social está substancialmente envolvida no desenvolvimento da cognição. Neste sentido, a interação social corresponde à interação que ocorre entre a criança e aquilo que o autor entende como cultura, e as culturas são capazes de modelar nosso funcionamento mental.

A manifestação das transformações psicológicas no desenvolvimento da criança, incluindo o desenvolvimento cultural, aparece duas vezes. Inicialmente no nível social, ou seja, entre pessoas (funcionamento interpsicológico) onde as relações são feitas através da linguagem ou discurso externo. Posteriormente no nível individual, ou seja, dentro da criança (funcionamento intrapsicológico), onde ocorre uma dialética interna. Este processo se dá através do que Vygotsky denominou discurso interno ou linguagem interior. Este é um tema que embasa a teoria social/cognitiva de Vygotsky e diz respeito ao papel da linguagem (VYGOTSKY, 1991).

Assim adentramos no conceito que o autor denominou *pensamento verbal*. Este conceito é descrito detalhadamente em seu livro intitulado *Michuênie i Rietch,* traduzido integralmente do original na língua Russo para o português pelo professor Paulo Bezerra sob o título, *A construção do pensamento e da linguagem*. Neste livro Vygotsky busca a compreensão da relação entre o pensamento e a linguagem através do estabelecimento de planos de organização bem definidos que aparecem ao longo do desenvolvimento do pensamento e linguagem no ser humano.

O significado da palavra como unidade da linguagem e pensamento

No inicio do desenvolvimento humano o pensamento e a palavra não se encontram relacionados por uma relação primária. Ao longo da evolução do pensamento e da fala origina-se uma conexão entre um e outra que se remodelam e se desenvolvem.

Desta forma a abordagem proposta por Vygotsky encontra no *significado* da palavra, a unidade que reflete a forma mais elementar de unidade entre pensamento e da linguagem.

Sob a perspectiva da Psicologia, o significado de cada palavra corresponde a uma generalização, um conceito. É possível encarar o significado como um fenômeno do pensar, considerando que generalizações e conceitos são atos de pensamento. No entanto somente é possível afirmar que o significado da palavra corresponde a um

fenômeno do pensamento, a partir do momento que é encarnado e materializado pela fala. Assim como somente é possível afirmar que o significado da palavra corresponde a um fenômeno linguístico, quando a linguagem encontra-se vinculada ao pensamento e por este é iluminado (VYGOTSKY, 2001; 2003).

Logo Vygotsky defende a tese de que o Significado da palavra corresponde a um fenômeno do pensamento verbal ou da palavra consciente, é a unidade da palavra com o pensamento.

O significado da palavra se desenvolve e evolui

Apesar dos estudos experimentais de Vygotsky terem confirmado definitivamente a tese de que o significado constitui a unidade analítica entre o pensamento e a palavra, esta não é a tese principal de suas investigações.

O que há de novo e essencial na teoria do pensamento e da linguagem de Vygotsky, que constitui sua tese principal quanto ao significado da palavra como unidade entre o pensamento e a linguagem, é a descoberta de que os significados das palavras podem passar por processo de desenvolvimento e evolução. Segundo Vygotsky (2001, p. 408),

> O significado da palavra é inconstante. Modifica-se no processo do desenvolvimento da criança. Modifica-se também sob diferentes modos de funcionamento do pensamento. Assim se o significado da palavra pode modificar-se em sua natureza interior, modifica-se também a relação do pensamento com a palavra.

Desta forma a relação entre a palavra e o pensamento não deve ser considerada como objeto, mas sim como um processo. Este processo contínuo de idas e vindas provoca alterações na relação entre a palavra e o pensamento. Segundo Vygotsky (2001), essa relação passa por uma série de estágios e fases, sofrendo todas as mudanças e progressos que vão caracterizar seu desenvolvimento, não no sentido etário, mas no sentido funcional.

Para uma melhor compreensão acerca da relação entre o pensamento e a palavra como movimento do pensamento em direção à palavra em diferentes fases e estágios, faz-se necessário o estabelecimento e distinção entre os vários planos por onde passa o pensamento que se materializa na palavra.

Inicialmente Vygotsky distingue dois planos constituintes da própria linguagem, um interno, significante e semântico e outro externo, fonético. Ambos com suas leis de movimento específicas, formando uma verdadeira unidade que, no entanto, corresponde a uma unidade complexa e não homogênea. O aspecto exterior (fonético) da linguagem se desenvolve no sentido oposto do aspecto interior (semântico).

Assim o aspecto fonético se desenvolve do particular para o geral, da palavra para a frase, por outro lado, o aspecto semântico se desenvolve do todo para o particular, da frase para a palavra, ou seja, a fala exterior inicia-se por uma palavra, por exemplo, *água*, e depois se ligam dois ou mais termos até a formação de frases, ou seja, da parte para o todo. Em contrapartida, quanto ao significado, na fala interior, a primeira palavra da criança corresponde a uma frase completa, por exemplo, “sinto sede, quero água”. Semanticamente ela parte do todo (um complexo de significantes), para depois dominar as unidades.

Para Vygotsky Importa frisar a interdependência entre os aspectos semânticos e os aspectos gramaticais da linguagem, pois por trás das palavras, existe a gramática independente do pensamento, a sintaxe dos significados.

> Por sua estrutura, a linguagem não é um simples reflexo especular da estrutura do pensamento, razão por que não pode esperar que o pensamento seja uma veste pronta. A linguagem não serve como expressão de um pensamento pronto. Ao transformar-se em linguagem, o pensamento se reestrutura e se modifica. O pensamento não se expressa, mas se realiza na palavra. (VYGOTSKY, 2001, p. 412)

Assim cabe destacar que as expressões verbais não nascem completamente formadas, elas se desenvolvem gradualmente. Este processo de transição entre o significado e o som também precisa se desenvolver e aperfeiçoar. Além do mais se faz necessário que a criança aprenda a distinguir entre a semântica e a fonética assim como compreender a natureza da diferença entre uma coisa e outra.

Inicialmente a criança utiliza o pensamento e as formas verbais sem a consciência de que correspondem a coisas distintas. Para a criança, a palavra é parte integrante do objeto ao qual se refere.

Segundo Vygotsky, crianças em idade escolar explicam objetos em função de seus atributos. Se perguntada sobre a possibilidade de substituir o nome de um objeto por outro, por exemplo, chamar uma vaca de tinta, as crianças respondem que é

totalmente impossível, pois a vaca dá leite e com a tinta se escreve. No entanto à medida que a criança cresce, a fusão dos planos da imagem (plano semântico e plano vocal) começa a se desarticular e a distância entre um e outro vai aumentando gradativamente.

Assim, comparando as relações estruturais e funcionais nos diferentes estágios (primitivo, intermediário e mais desenvolvido), Vygotsky aponta uma regularidade genética:

> A princípio só existe a função nominativa; e, semanticamente, só existe a referência objetiva; a independência entre a significação e a nomeação, assim como a independência entre o significado e a referência só surgem posteriormente [...] (VYGOTSKY, 2003, P. 128)

Logo a criança somente será capaz de formular seu pensamento e compreender o pensamento dos outros, quando o desenvolvimento e desarticulação entre a função nominativa e a referência objetiva estiverem completos.

Então para avançar na compreensão da relação entre evolução do significado da palavra, o pensamento e a palavra, faz-se necessária a compreensão de planos mais profundos como, por exemplo, o funcionamento da linguagem interior que se encontra por de trás do plano semântico.

A natureza psicológica da linguagem interior

Vários conceitos e atribuições foram conferidos ao termo linguagem interior. Inicialmente Vygotsky utiliza o termo *linguagem interior* porque a discussão é feita com uma relação direta com a *Linguagem Egocêntrica* de Piaget. No entanto o autor busca um novo sentido e uma nova dimensão teórica e prática que permite a substituição do termo linguagem interior por discurso interior.

Vygotsky (2001) menciona e refuta alguns conceitos utilizados anteriormente para designar linguagem interior. Por exemplo, o significado inicial era a concepção de linguagem interior como memória verbal, como uma letra de música que você sabe de cor. Porém, apesar do autor considerar que a memória verbal seja um dos momentos determinantes da natureza da linguagem interior, ela em si mesma não é capaz de esgotar o conceito e ainda não coincide diretamente com ele.

Um segundo significado refutado por Vygotsky é o que considera a linguagem interior como uma linguagem não pronunciada, muda, sem som, ou seja, linguagem menos o som.

> Para Watson, ela é a mesma linguagem exterior, apenas não levada até o fim. Bekhteriev a definiu como reflexo verbal não revelado em sua parte motora. Sietchenov, como reflexo interrompido em dois terços do seu caminho. (VYGOTSKY, 2001, p. 423)

No entanto para Vygotsky, assim como no primeiro caso, além de não esgotar o conceito, a linguagem sem som não coincide em absolutamente nada com a linguagem interior.

A terceira e última concepção mencionada e refutada por Vygotsky diz que a linguagem interior corresponde a tudo o que precede ao ato motor da fala incluindo os motivos do discurso, ou seja, todo aspecto interior no discurso de qualquer atividade discursiva.

Assim

> não se trata de vocalização. A própria existência ou inexistência de vocalização não é causa que nos explique a natureza da linguagem interior mas consequência dessa natureza. Em certo sentido, pode-se dizer que a linguagem interior não é só aquilo que antecede a linguagem exterior ou a reproduz na memória mas é oposta à linguagem exterior. Este é um processo de transformação do pensamento em palavra, é a sua materialização e sua objetivação. Aqui temos o outro processo de sentido oposto, que caminha de fora para dentro, um processo de evaporação da linguagem no pensamento (VYGOTSKY, 2001, p. 425)

Sob a perspectiva Vygotskyana o ponto fundamental que caracteriza a linguagem interior é que esta é feita para o próprio locutor, ou seja, uma linguagem feita para si, enquanto a linguagem exterior é feita para os outros.

Logo a linguagem exterior consiste em verter os pensamentos em palavras, ou seja, em sua materialização e objetivação. Por outro lado, a linguagem interior corresponde a um processo inverso, ou seja, volta-se para dentro, para o pensamento, consequentemente suas estruturas devem ser diferentes uma da outra.

A linguagem egocêntrica de Piaget e a linguagem Interior de Vygotsky

Parte da compreensão da linguagem interior de Vygotsky passa pelo entendimento de sua relação com a linguagem egocêntrica de Piaget. Segundo Vygotsky (2001;

2003) a linguagem egocêntrica corresponde a uma linguagem vocalizada, sonora, isto é, uma linguagem exterior pela sua forma de manifestação e ao mesmo tempo, linguagem interior por conta de suas funções e estrutura. Em outras palavras, a linguagem egocêntrica é uma linguagem de si para si, porém vocalizada, ou seja, apresenta a mesma função da linguagem interior a serviço de uma orientação mental para vencer dificuldades, porém manifesta em palavras. Ela representa uma transição entre a linguagem para os outros e a linguagem de si para si, já tem a função de linguagem interior, mas, pela sua expressão, continua a ser semelhante a um discurso social.

Considerando a linguagem egocêntrica como uma transição entre a linguagem para os outros e a linguagem de si para si Vygotsky afirma que ela corresponde a:

> [...] uma série de estágios anteriores ao desenvolvimento da linguagem interior, [...] essas reflexões são de um tríplice caráter: **funcional** (descobrimos que a linguagem egocêntrica desempenha funções intelectuais semelhantes à linguagem interior), **estrutural** (descobrimos que a linguagem egocêntrica se aproxima estruturalmente da interior) e **genético** (comparamos o fato da extinção da linguagem egocêntrica no início da idade escolar, descoberto por Piaget, com uma série de fatos que nos levam a inserir nesse momento o início do desenvolvimento da linguagem interior, e daí concluímos que, em realidade, no limiar da idade escolar ocorre não a extinção da linguagem egocêntrica, mas a sua transição e transformação em linguagem interior). (VYGOTSKY, 2001, p. 426-427)

Neste sentido, durante o desenvolvimento da criança algumas particularidades estruturais e funcionais da linguagem egocêntrica vão se isolando progressivamente da linguagem exterior. Sua expressão vocal tende a desaparecer entre as idades de 3 e 7 anos à medida que adquire a capacidade de “pensar as palavras” no lugar de pronunciá-las. Este movimento decrescente da linguagem egocêntrica representa a evolução da linguagem interior. (Vygotsky, 2003)

Logo para o autor, o declínio da linguagem egocêntrica corresponde a um processo evolutivo à medida que a criança deixa de vocalizar a linguagem de si para si. Neste declínio é que se dá a evolução da linguagem interior, quando a linguagem de si para si fica no plano semântico, interno, não manifesto em palavras, conforme representado na figura 4.

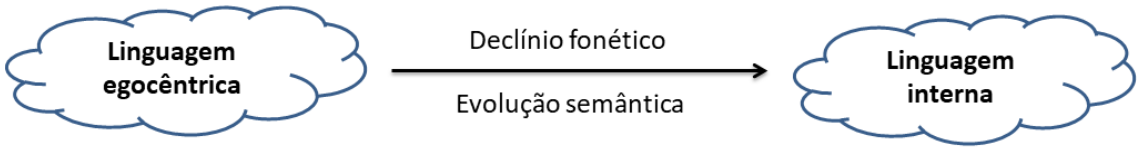


Figura 4: Declínio da linguagem egocêntrica e evolução da linguagem interior

A abreviação específica e a predicação pura no discurso interior

A linguagem interior não deve ser encarada como linguagem sem som, conforme dito anteriormente. Ela apresenta uma função discursiva diferente, pois sua sintaxe é absolutamente específica.

De acordo com o dicionário Houaiss da língua portuguesa, a palavra *sintaxe* corresponde a um substantivo feminino que sob a rubrica da gramática significa, "parte da gramática que estuda as palavras enquanto elementos de uma frase, as suas relações de concordância, de subordinação e de ordem". E sob a rubrica da linguagem significa, "componente do sistema linguístico que determina as relações formais que interligam os constituintes da sentença, atribuindo-lhe uma estrutura". Logo este tópico pretende explicitar o modo particular como as palavras e suas relações se organizam na linguagem interior.

Segundo Vygotsky ao longo do desenvolvimento da linguagem interior, evidencia-se uma tendência à fragmentação e abreviação totalmente específica. Neste caso o sujeito da frase e todas as palavras adjacentes são omitidos enquanto a presença do predicado se mantém preservada.

Para uma melhor compreensão deste fenômeno, tomemos situações semelhantes que ocorrem fragmentação, abreviação e predicação com a linguagem externa. Neste caso a abreviação pura pode ocorrer em duas situações: numa resposta direta e quando o sujeito da oração é conhecido por todos em uma conversa. Nestas situações as palavras e suas relações, interligações e subordinações assumem características específicas.

Assim a frase "Você aceita um copo de água de coco?" não seria respondida com a frase, "Sim, eu aceito um copo de água de coco." A resposta seria simplesmente "sim"

ou “aceito”. Outro exemplo pode ser um grupo de pessoas que esperam a chegada de um entregador de pizzas. A primeira pessoa a avistar o entregador, provavelmente não vai dizer: “Olha, o entregador chegou trazendo as nossas pizzas.” A enunciação certamente será algo como, “chegou!” ou “lá vem!”.

Observa-se nos exemplos acima a predicação pura no discurso. Isso ocorre porque todos os interlocutores, de acordo com a situação que se encontram, conhecem o sujeito e as palavras a ele relacionadas, pois a

> tendência para a predicação que surge no discurso interior quando os dois interlocutores sabem do que se trata é caracterizada por uma sintaxe simplificada, pela condensação e por um número de palavras extremamente reduzido. (VYGOTSKY, 2003 p. 139)

Logo quando o pensamento de duas ou mais pessoas coincidem, é possível obter um perfeito entendimento pelo uso de simples predicados. No entanto se estiverem com pensamentos e sujeitos diferentes, certamente não haverá entendimento entre todos.

Sob esta perspectiva, Vygotsky destaca a importância do fenômeno ao comparar as abreviações que ocorrem na linguagem escrita, na linguagem exterior (oral) e na linguagem interior. Cabe enfatizar que diferentemente das abreviações que ocorrem na linguagem exterior, as abreviações na linguagem interior é regra.

Assim a linguagem escrita é dirigida para um interlocutor ausente, locutor e interlocutor estão em situações diferentes, isso exclui a possibilidade de existência de um sujeito comum. Neste caso, para que o locutor se faça entender, a comunicação depende da utilização de muitas palavras e da forma mais elaborada e exata possível, uma vez que não há interferência de condições situacionais como tom de voz, gesticulação e expressões faciais. Logo na linguagem escrita, as abreviações e predicações, não aparecem ou são extremamente raras.

De forma diferente, a linguagem externa oral se apresenta de uma forma mais natural, ela é dialógica e pressupõe-se o conhecimento do assunto entre os interlocutores. Isso permite, em determinadas situações, a utilização de abreviações e frases puramente predicativas. Este fato pode ainda ser potencializado pela observação de gestos, expressões faciais, entonação e outros recursos próprios de um diálogo falado.

Neste sentido, quanto mais as pessoas se conhecem e compartilham do pensamento, mais abreviadas e predicativas se tornam as frases. Além do mais, a velocidade com a qual se dá a linguagem oral não deixa tempo para opções e deliberações, isso não propicia um processo complicado de formulação da comunicação.

Apesar das diferenças, tanto a linguagem escrita quanto a linguagem oral dependem da ativação e interferência de um "rascunho mental" onde se dá o planejamento do que vai ser escrito ou falado. Este rascunho mental corresponde à linguagem interior. Cabe destacar a tendência de predicação, praticamente inexistente na linguagem escrita, raramente presente na linguagem oral e sempre presente na linguagem interna, ou seja, a predicação é a forma usual da linguagem interior; psicologicamente, esta linguagem é exclusivamente constituída por predicados. (VYGOTSKY, 2003)

> Sabemos aquilo em que estamos a pensar — isto é, sabemos já sempre quais são o sujeito e a situação. Psicologicamente, o contato entre os interlocutores numa conversação pode estabelecer uma percepção mútua que conduz à compreensão do discurso elíptico. No discurso interior, a percepção "mútua" está sempre presente, numa forma absoluta; por conseguinte, dá-se, regra geral, uma comunicação praticamente sem palavras mesmo quando se trata dos pensamentos mais complicados (VYGOTSKY, 2003, p. 143).

Assim a conversa de si para si necessita do mínimo de palavras, ou seja, a linguagem interior é uma linguagem sem palavras, ela opera com semântica e não com fonética. Desta forma, mesmo que fosse possível gravar a linguagem interior, ela continuaria incompreensível para nós, pois:

> ...por sua própria função, essa linguagem não se destina à comunicação, é uma linguagem para si, uma linguagem que transcorre em condições internas inteiramente diversas daquelas verificadas na linguagem exterior e que desempenha funções inteiramente distintas (VYGOTSKY, 2001, p. 471).

Logo ao considerarmos que a linguagem interior não representa uma fala sem som, e que a linguagem exterior não é a linguagem interior mais o som, a passagem da linguagem interior para a linguagem exterior constitui-se de uma complexa transformação de uma linguagem "abreviada, predicativa e idiomática para uma linguagem sistematicamente decomposta e compreensível para todos" (VYGOTSKY, 2001, p. 474).

Assim Conforme Vygotsky (2001) é possível sugerir que a linguagem interior corresponde a um momento dinâmico, instável e fluido insinuando-se entre os polos

extremos, relativamente estáveis e mais ou menos solidamente delineados do pensamento verbal: entre a palavra e o pensamento.

Motivação, pensamento e linguagem interior

Segundo Vygotsky, para uma compreensão mais profunda e verdadeira da linguagem interior é preciso examinar o plano seguinte, mais interno e profundo no pensamento verbal. Este plano é o pensamento propriamente dito.

Conforme registrado nas linhas anteriores, a linguagem interior não é o aspecto interior da linguagem exterior, não é algo que precede a linguagem exterior. Enquanto a linguagem exterior é feita fundamentalmente de palavras, a linguagem interior é, em grande parte, uma forma de pensamento feito de significados puros, predicativo e absolutamente abreviado (Vygotsky, 2001; 2003).

No entanto, apesar do pensamento ocupar uma posição interna entre os planos do pensamento verbal, Vygotsky aponta diferenças em relação à linguagem, especialmente a linguagem interior. Segundo o autor, os fluxos e desdobramentos da linguagem e do pensamento não coincidem, ou seja, não há correspondência entre as unidades de pensamento e as unidades da linguagem, pois diferentemente da linguagem o pensamento não é constituído por unidades separadas.

Para ilustrar este fato, Vygotsky usa o exemplo da comunicação do pensamento de alguém que viu hoje uma criança descalça, de camisa azul, correndo pela rua abaixo. Sob a perspectiva do pensamento, todas as informações são organizadas em um só ato, ou seja, não se vê cada elemento (falta de calçados, corrida, camisa azul) em separado. No entanto, a expressão do acontecimento necessariamente se dá através de palavras separadas, pois para Vygotsky (2001, p. 478),

> O pensamento sempre é algo integral, consideravelmente maior por sua extensão e o seu volume que uma palavra isolada. [...] pode ser comparado a uma nuvem parada, que descarrega uma chuva de palavras. É por isso que o processo de transição do pensamento para a linguagem é um processo sumamente complexo de decomposição do pensamento e sua recriação em palavras.

Logo, de acordo com o autor, o pensamento nunca é igual ao seu significado direto nas palavras e o caminho entre o pensamento e a palavra é complexo e não ocorre pela via direta. Assim diante da impossibilidade física e psicológica de comunicação entre as consciências, ela somente irá acontecer pela via indireta, ou seja, pela

mediação interna do pensamento, inicialmente pelos significados e posteriormente pelas palavras.

Desta forma chegamos ao nível mais profundo da análise da relação entre o pensamento e a palavra, a motivação, pois para Vygotsky (2001, p. 479),

> O próprio pensamento não nasce de outro pensamento, mas do campo da nossa consciência que o motiva, que abrange os nossos pendores e necessidades, os nossos interesses e motivações, os nossos afetos e emoções.

Ou seja, nossos interesses, emoções, desejos e necessidades constituem a motivação para gerar o pensamento propriamente dito. A compreensão plena e verdadeira do pensamento de outra pessoa somente se torna possível a partir do momento da compreensão eficaz de sua base afetivo-volitiva.

Assim para entender o discurso de outra pessoa, necessitamos entender o que há além das palavras, é necessário entender o seu pensamento. No entanto a compreensão do pensamento do interlocutor será incompleta se não compreendermos o motivo que o levou a emiti-lo.

A figura 5 trás um breve resumo dos planos que constituem e possibilitam a interconexão entre o pensamento e a palavra.

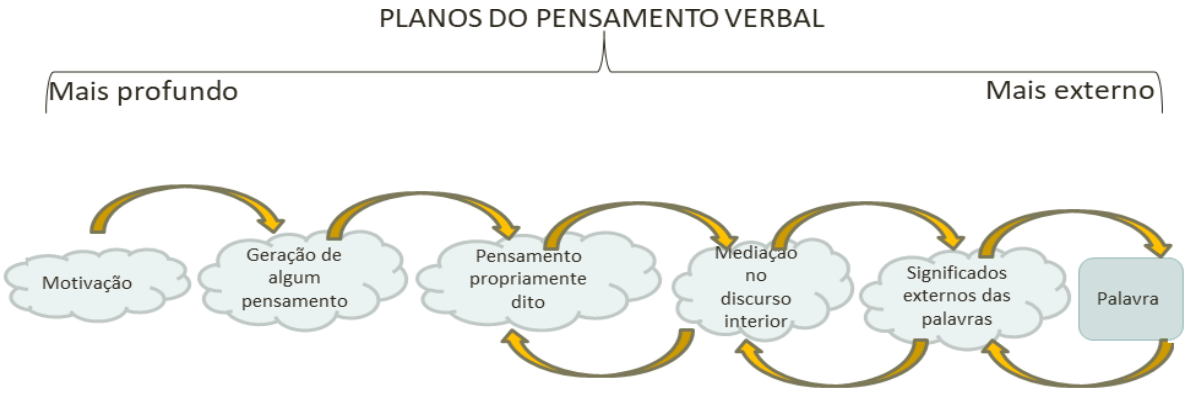


Figura 5: Planos do pensamento verbal, adaptado de Vygotsky (2001)

A linguagem, zona de desenvolvimento proximal e metacognição.

Conforme destacado anteriormente, de acordo com Vygotsky, durante o desenvolvimento da criança, as transformações psicológicas aparecem em dois momentos, socialmente e individualmente. Num primeiro instante aparecem sob uma perspectiva social, neste caso as manifestações ocorrem entre pessoas e as relações são feitas através da linguagem externa. Dizemos que o funcionamento é *interpsicológico*.

Num instante posterior as transformações psicológicas ocorrem individualmente, ou seja, dentro da criança. É neste momento que se dá a dialética interna, processo chamado por Vygotsky de linguagem interior, descrito nos tópicos anteriores. Dizemos que neste caso ocorre o funcionamento *intrapsicológico.*

Em situações de aprendizagem, Tarricone (2011) destaca que durante o funcionamento intrapsicológico, aprendizes dependem de seus próprios processos metacognitivos. Isso permite que eles alcancem seus objetivos de aprendizado.

A autora considera o funcionamento intrapsicológico metacognitivo, pois durante seu processamento ocorre o *planejamento* que segundo Desoete (2008), consiste em pensar antecipadamente sobre como e por que agir para obter os objetivos almejados, ocorrendo através da organização de submetas que conduzem à meta principal do problema.

Tarricone 2011 também afirma que o estado intrapsicológico é metacognitivo por que neste estado ocorre o *monitoramento*, que segundo Peixoto et al (2021, p. 8) “pode ser descrito como o controle autorregulado de habilidades cognitivas usadas durante o desempenho atual, a fim de identificar problemas e modificar planos”. Além do mais, Tarricone (2011) afirma que durante o estado intrapsicológico ocorre a identificação e aplicação da estratégia em contexto específico para a solução de um problema.

O funcionamento intrapsicológico depende da internalização da fala ou utilização da linguagem interior, essa internalização apoia a aplicação de estratégias de controle volitivo (motivo), consideradas como processos metacognitivos essenciais. Cabe destacar que Tarricone (2011) afirma que a utilização da linguagem interior promove um raciocínio de ordem superior sobre as relações entre o problema, o processo de solução e a solução propriamente dita.

Num contexto geral, é possível relacionar a metacognição com a linguagem interior e linguagem exterior uma vez que para Rosa et al. (2020, p. 704)

> O conceito de metacognição [...] pode ser entendido como a relação entre a consciência e o controle das ações, em um processo de retroalimentação que leva o sujeito a pensar sobre o que sabe (e, alternativamente, sobre o que não sabe), bem como possibilita o controle sobre suas ações, de modo a ser capaz de descrevê-las e avaliá-las frente a uma determinada meta.

Este processo que envolve idas e vindas de informações, em diferentes níveis, durante o processamento cognitivo foi definido por Nelson e Narens (1994) como *ações de monitoramento e controle*, conforme será detalhado mais adiante.

A Figura 6 é uma amplificação da interação entre linguagem interior, a linguagem exterior e a reflexão. Demonstra o movimento de um estado interpsicológico para um estado intrapsicológico como dependente da reflexão e da linguagem. A figura também destaca a relação entre metacognição e linguagem através do monitoramento cognitivo da aprendizagem.

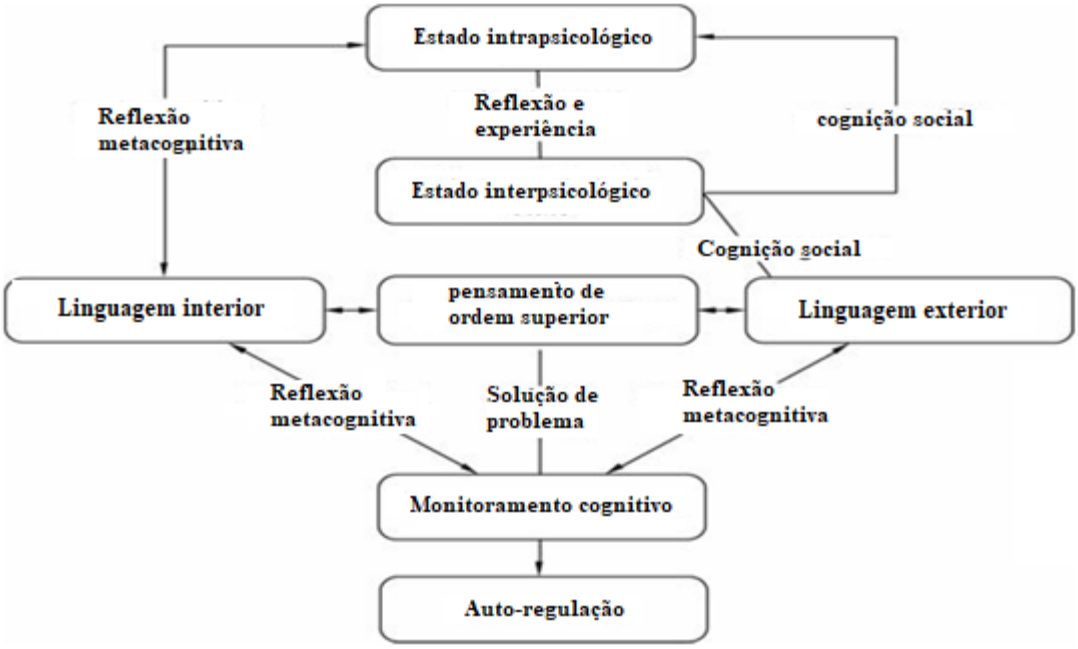


Figura 6: Amplificação da interação entre verbalização e reflexão interna e externa. Adaptado de Tarricone (2011)

É importante ressaltar que segundo Tarricone (2011), o processo de aprendizagem passa de um processo cognitivo predominantemente social para um processo metacognitivo. Isso ocorre porque em e grande parte das situações colaborativas de

solução de problemas, os indivíduos empregam uma dialética interna instigada pela interação social.

Para Vygotsky as situações sociais às quais os aprendizes interagem com “peritos” que podem ser os pais, professores ou crianças mais maduras, na solução de problemas, correspondem a um importante contributo para a aprendizagem (RIBEIRO, 2003).

É neste contexto que se enquadra o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), proposto por Vygotsky. Segundo Flavell (1999, p. 21) esta zona é a “área onde a criança está agora, em termos cognitivos e onde ela poderia chegar sendo ajudada”, ou seja, a ZDP pode ser definida por aquilo que o aprendiz inicialmente não é capaz de realizar sozinho, mas que, com a ajuda de pessoas competentes (professor, adulto ou par mais capaz), torna-se capaz de realizar posteriormente por si mesmo.

Neste sentido é possível considerar que por meio da interação cognitiva social surge a zona de desenvolvimento proximal, onde fica determinado o espaço entre o nível de “desenvolvimento potencial” e o nível de “desenvolvimento real” (TARRICONE, 2011; LEFRANÇOIS, 2017).

Neste sentido, Fino (2001) aponta três implicações pedagógicas para a Zona de Desenvolvimento Proximal: 1. Uma “janela de aprendizagem”; 2. O tutor como agente metacognitivo e 3. A importância dos pares como agentes de aprendizagem.

Na perspectiva de ZDP que considera o tutor como agente metacognitivo, Fino (2001) destaca que o exercício da função do professor implica assistir o aluno de modo a lhe proporcionar os recursos e apoio que o torne capaz de aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que seria capaz de realizar sem a ajuda. Com este tipo de assistência espera-se do aprendiz a capacidade de identificar conhecimentos, habilidades e valores que foram interiorizados de modo que fique habilitado para iniciar “um novo ciclo de aprendizagem a um nível cognitivo mais elevado.”

Segundo Morrison (1993) citado por Fino (2001) inicialmente o professor atua como agente metacognitivo quando monitora e dirige de forma sutil a atividade que leva o aluno à resolução da tarefa ou a solução do problema. Neste caso atuando como quem regula e analisa o conhecimento. Uma vez que o aluno interioriza o

comportamento cognitivo, lhe é transferida a responsabilidade e o controle metacognitivo. Neste sentido, todo o processo guiado pelo professor tende a desaguar na tomada de consciência do aprendiz sobre o próprio conhecimento.

Na terceira implicação pedagógica da ZDP proposta por Fino há destaque para a importância dos pares como mediadores da aprendizagem. Neste caso, os pares, no ambiente escolar, seriam aprendizes mais aptos. Assim na perspectiva Vygotskyana de que a autorregulação é precedida pela regulação exterior, Fino (2001) considera que durante a aprendizagem mediada por pares a responsabilidade de controle externo é transferida do professor para o "par-tutor." Espera-se a partir dessa transferência, que o aluno mais apto atue na regulação exterior, estimulando no aprendiz menos apto a tomada de consciência e autorregulação dos processos de aprendizagem.

Neste contexto, Locatelli (2018) afirma que embora a metacognição seja um processo individual, a interação entre pares através do diálogo pode potencializá-la de modo a provocar modificações nas percepções dos indivíduos a partir do seu monitoramento e autorregulação.

Assim, na perspectiva Vygotskyana, é possível considerar tanto o papel da linguagem, com ênfase nos planos do pensamento verbal nos processos de planejamento, monitoramento, controle e autorregulação, quanto o papel das relações sociais e sua conexão com o pensamento metacognitivo no movimento através da zona de desenvolvimento proximal. Em ambos, os processos metacognitivos se fazem presentes mesmo que a pesquisa de Vygotsky tenha se desenvolvido anteriormente ao surgimento do termo metacognição.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Fundamentação teórica - Teoria e sistematização da metacognição

Conforme visto no capítulo anterior, os fenômenos metacognitivos podem ser identificados em diversos estudos sobre a aprendizagem e o funcionamento da mente humana.

Antes de apresentarmos a metacognição sob a perspectiva deste estudo, faremos uma breve definição do termo cognição. Este termo presente em muitos textos pedagógicos significa, segundo o Dicionário Houaiss, “ato ou efeito de conhecer; processo ou faculdade de adquirir um conhecimento” ou ainda, “conjunto de unidades de saber da consciência que se baseiam em experiências sensoriais, representações, pensamentos e lembranças [...] série de características funcionais e estruturais da representação ligadas a um saber referente a um dado objeto”.

Quanto a metacognição, apesar de aparentemente simples, o termo tem se revelado de forma complexa e relativamente obscura na literatura, uma vez que vem sendo estudado sob diferentes perspectivas de acordo com a área de investigação. No entanto, apesar da diversidade provocada pelo detalhamento de cada paradigma de pesquisa, há um núcleo coeso a respeito do entendimento sobre a metacognição, aquele que a entende como pensamento sobre o próprio pensamento ou a cognição da cognição (ROSA, 2011).

Além da grande variação do termo metacognição, de acordo com a área de estudo, também há consenso entre os pesquisadores quanto a sua origem. Neste sentido o termo metacognição é referenciado pela primeira vez na literatura a partir do psicólogo americano John Hurley Flavell, em 1971, no artigo *“First discussant’s comments: what is memory development the development of?”*. Também há consenso do entendimento do termo metacognição, de acordo com Flavell (1976; 1979), como os pensamentos e conhecimentos que o indivíduo possui sobre seus próprios pensamentos e processos cognitivos (Rosa, 2011).

Neste tópico abordamos a metacognição, a evolução dos seus sistemas operacionais e a contribuição dos principais autores relacionados ao tema. Destacamos também as relações necessárias para situar os conceitos e definições metacognitivas com a

proposta desta tese, ou seja, como as estratégias de ensino metacognitivas estão relacionadas com as ideias centrais dos autores abaixo listados.

3.1.1 O modelo de monitoramento cognitivo de Flavell

A partir da década de 1970 as hipóteses de Flavell sobre o monitoramento cognitivo foram expandidas, assim desenvolveu-se um modelo que considera que o monitoramento dos processos cognitivos se dá por meio de ações e interações entre quatro classes de fenômenos: I. Conhecimento metacognitivo; II. Experiências metacognitivas; III. Objetivos cognitivos (tarefas) e IV. Ações metacognitivas (estratégias) (FLAVELL, 1979).

Para Flavell o aspecto definido como **conhecimento metacognitivo** corresponde à crença da qual um indivíduo possui sobre si mesmo, ele fica armazenado na memória a partir do acúmulo de experiências e atua sobre os processos cognitivos sendo passível de verbalização e acesso. Referindo-se ao conceito proposto por Flavell (1979), Rosa et al. (2020, p. 713) afirmam que o conhecimento metacognitivo se refere ao conhecimento que um indivíduo possui sobre o próprio conhecimento “e o uso que faz dele para aprender como realizar a busca no mundo externo” para relacionar com aquilo que recupera do mundo interno. O conhecimento metacognitivo apresentaria três variáveis: as variáveis da pessoa, da tarefa e da estratégia.

Se desenvolvendo a partir de uma ativa conscientização por parte do sujeito, o conhecimento metacognitivo assemelha-se à causalidade recursiva, interferindo, por fim, na maneira como as variáveis nele inclusas, podem influenciar nos resultados das atividades metacognitivas (RIBEIRO, 2003).

Desta forma a afirmação “sou melhor em Biologia do que em Geografia” corresponde a um exemplo de conhecimento metacognitivo. Neste caso de acordo com a indicação de Flavell, esse conhecimento metacognitivo consiste inicialmente no conhecimento ou na opinião a respeito dos fatores ou variáveis que agem e interagem e como eles afetam o percurso e os resultados cognitivos.

Desta forma as variáveis compreendidas na classe do conhecimento metacognitivo podem ser descritas conforme segue:

- Variável pessoa - Representa as qualidades pessoais temporárias e duradouras relevantes para a recuperação de informações. Está vinculada à consciência das próprias capacidades e limitações, sendo capaz de diferenciar das capacidades e limitações que outros apresentam Rosa et al (2020). Assim a variável pessoa relaciona-se às crenças que o sujeito tem a respeito do funcionamento da mente humana, podendo ter caráter **intraindividual** quando se refere à própria aprendizagem, por exemplo, “eu aprendo melhor lendo do que ouvindo”, ou caráter **interindividual** quando se refere à aprendizagem de outro indivíduo, por exemplo, “fulano aprende língua estrangeira com maior facilidade do que eu aprendo” (FLAVELL; WELLMAN, 1977; FLAVELL, 1979).

- Variável tarefa – Está relacionada ao conhecimento sobre a natureza da informação, ou seja, diz respeito às informações disponíveis durante um empreendimento cognitivo, sobre a escassez ou abundância de informações, se tem conteúdo familiar ou desconhecido, se bem ou mal organizado, se confiável ou não (FLAVELL, 1979). A variável tarefa também diz respeito sobre a forma como os sujeitos identificam a tarefa quanto suas demandas e exigências e sobre como ela é e o que envolve seu entendimento e realização (ROSA, 2011; ROSA et al., 2020).

A variável tarefa corresponde a um conhecimento metacognitivo que permite a compreensão de como as variações acima citadas podem influenciar na forma de gerenciamento do empreendimento cognitivo, permitindo prever as dificuldades ou facilidades para sua execução e se haverá sucesso ou não no alcance de seu objetivo (FLAVELL, 1979).

- **Variável estratégia –** Indica quais são os processos, procedimentos e ações que permitem que o sujeito atinja seus objetivos com maior eficácia. Assim não basta ter um repertório de estratégias, mas sim o conhecimento de como identifica-las e utilizá-las, apontando quais são mais adequadas para atingir os resultados cognitivos esperados (FLAVELL, 1979; FLAVELL et al., 1999; RIBEIRO, 2003).

Outra classe de fenômenos considerados nos processos de monitoramento de Flavell é a das **experiências metacognitivas.** Estas estão relacionadas a situações que estimulam o pensamento cuidadoso e altamente consciente para a execução de uma atividade.

> A sua principal função é a de informar o sujeito sobre o ponto em que ele se encontra na atividade, as suas principais dificuldades e o tipo de progresso que ele já fez ou que tem a possibilidade de fazer (DEFENDI; SCHELINI, 2016, p.1).

Em uma tarefa escolar, por exemplo, as esperiências metacognitivas podem ser exigidas em situações em que cada passo executado requeira planejamento prévio e avaliação posterior (FLAVELL, 1979). Essa forma de pensamento também pode ser percebida a partir das situações vividas, apresentando julgamento de valor positivo ou negativo de acordo com o grau de sucesso ou fracasso em uma determinada atividade (RIBEIRO, 2003).

As experiências metacognitivas estão baseadas de forma consciente a partir de impressões ou percepções que ocorrem antes, durante e depois da execução de uma tarefa. Além do mais as experiências metacognitivas fomentam o pensar reflexivo, consciente e cuidadoso, permitindo que o indivíduo possa atuar no gerenciamento da tarefa e decidir sobre a alteração ou manutenção dos procedimentos em curso (RIBEIRO, 2003).

A dimensão, **objetivos metacognitivos** corresponde ao destino final sob o aspecto cognitivo para a resolução de uma situação de aprendizagem, ou seja, referem-se aos objetivos dos empreendimentos cognitivos (FLAVELL, 1979). Os objetivos podem ser implícitos ou explícitos e são capazes de manter o empreendimento cognitivo (DEFENDI; SCHELINI, 2016). Segundo Ribeiro (2003) os objetivos podem ser impostos por alguém ou selecionados pelo próprio indivído que ao longo da realização da tarefa pode modifica-los por discordar da imposição anteriormente feita.

Outra dimensão está relacionada às **ações metacognitivas,** caracterizada pelas cognições ou a outros comportamentos, procedimentos ou estratégias utilizadas para alcançar os objetivos. Elas têm por objetivo conduzir o individuo ao desenvolvimento cognitivo, podendo surgir em resposta a uma ação inicial, diante de uma avaliação da situação, levando a conclusão da necessidade de utilizar novas estratégias (FLAVELL, 1979).

O modelo de Flavell (1979) pode ser observado na figura 7, no qual, a ênfase se dá em nomear alguns aspectos do fenômeno metacognitivo.

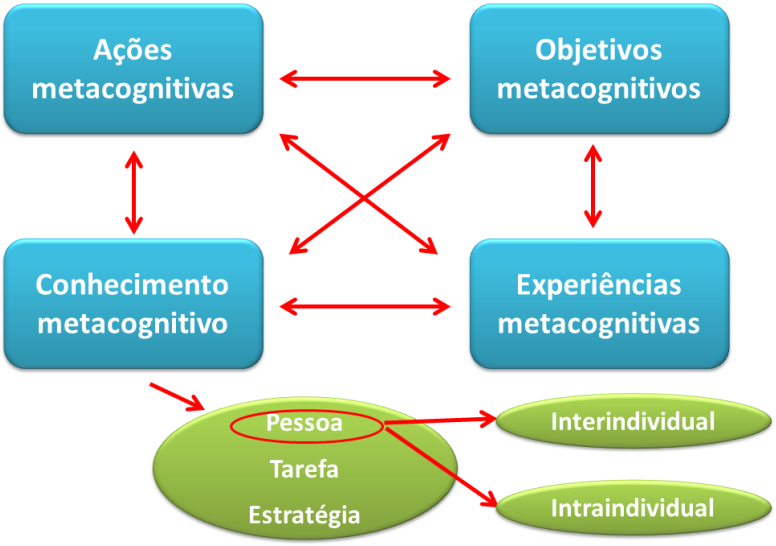


Figura 7: Modelo metacognitivo proposto por Flavell (1979)

3.1.2 Nelson e Narens

Os autores Nelson e Narens (1994) deram um importante impulso para a evolução dos estudos sobre a metacognição. Diferente do modelo anterior que tem uma estrutura mais descritiva, o modelo de Nelson e Narens (1994) propõe a existência de um fluxo informacional que monitora e controla o processamento da informação que flui entre dois níveis mentais, o nível objeto (*object-level*) e o nível meta (*meta-level*) (DEFENDI; SCHELINI, 2016). No nível objeto localizam-se as informações básicas para o processamento cognitivo e execução da tarefa. No nível meta, um nível mais abstrato, situam-se os modelos ideais que a pessoa possui relacionado ao que está desempenhando (NELSON; NARENS, 1994).

A manutenção do sistema se dá por meio da interligação entre os níveis (meta e objeto) através dos fluxos de informação de monitoração e o fluxo de informação de controle. Estes fluem em sentidos opostos. Através do fluxo da monitoração, o nível meta recebe a informação sobre os eventos que ocorrem no nível objeto, por exemplo, a detecção de um problema, e os compara com seus modelos ideais. Através do fluxo do controle, o nível objeto recebe do nível meta a delineação e as possibilidades de alternativas para a solução do problema (NELSON; NARENS, 1994).

Este sistema, embora simples e relativamente desatualizado, é muito útil para explicitar a metacognição nos seus aspectos mais práticos e funcionais, conforme é possível observar na figura 8.

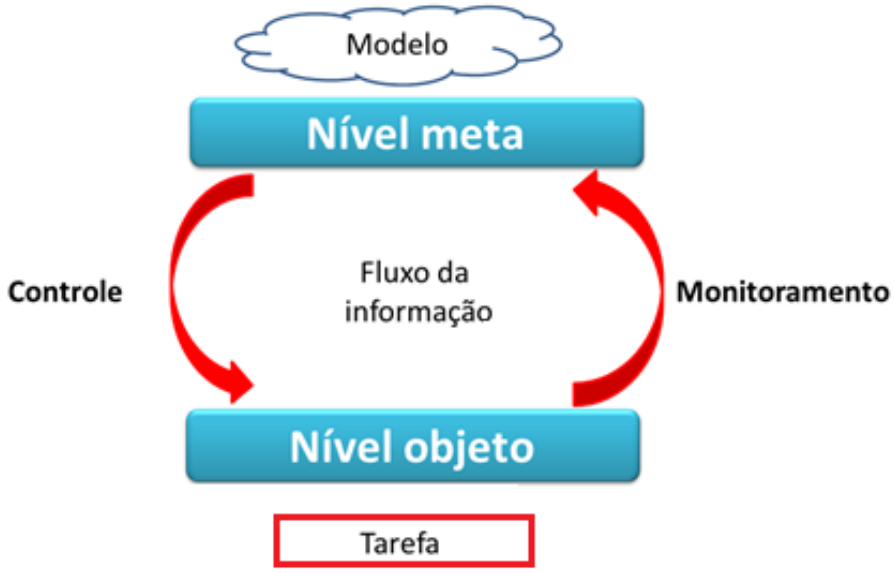


Figura 8: Mecanismo teórico do sistema metacognitivo em que se destacam os níveis mentais (nível objeto e nível meta) e o fluxo da informação (monitoramento e controle). Adaptado de Nelson e Narens (1990)

Conforme a figura 8 o fluxo informacional de monitoração se dá “de baixo para cima” e ao contrário, fluxo informacional de controle se dá “de cima para baixo”. Conforme mencionado no parágrafo anterior, na monitoração, o nível meta recebe informação dos eventos no nível objeto e os compara com seus modelos ideais. Deste processamento afloram os sinais de controle para o nível objeto mais abaixo, por exemplo: I. Iniciar uma ação; ii. Continuar uma ação, não necessariamente da mesma forma em que foi iniciada, ou seja, determinar que haja a manutenção do processamento cognitivo da forma em que se encontra ou modificar a ação de modo a retificar ocasionais dificuldades ou falhas percebidas no processamento; III. Encerrar uma ação.

Pensando num exemplo prático, suponhamos que um estudante ao ler um texto identifica uma grande dificuldade, percebe que “perdeu o fio da meada” e que não mais entende o que está lendo. Em seguida, para a leitura, consulta um amigo, resolve o problema e continua a leitura.

Este caso descreve o sistema em funcionamento. No nível objeto ocorriam as operações de leitura que geraram informações ascendentes para o nível meta. Estas informações de monitoramento permitiram ao nível meta identificar a dificuldade e a perda de foco.

Em seguida neste mesmo nível delineou-se uma possibilidade de solução, a de consultar o amigo. E isto ocorreu porque é no nível meta que se localizam os modelos ideais de funcionamento. Feito isto, o nível meta, em um fluxo informacional descendente, o controle, informou ao estudante a necessidade de parar a leitura e consultar o amigo.

Na consulta, por hipótese, a dificuldade foi resolvida, e esta informação novamente ascendeu ao nível meta (monitoração) que identificou a resolução. E agora, mais uma vez, ele controla o nível objeto indicando o retorno à leitura.

E assim, neste movimento dinâmico e contínuo de alimentação e retroalimentação nível meta e nível objeto interagem de modo a aperfeiçoar a execução das tarefas cognitivas.

Sob outra perspectiva de aplicação do sistema metacognitivo de Nelson e Narens e possível pensar que

> [...] o conhecimento preliminar que temos sobre nossa capacidade de recordar nos dá uma estimativa de se teremos facilidade ou não de recordar posteriormente algo aprendido. Este conhecimento metacognitivo que estaria no nível-meta permitiria um controle sobre o nível-objeto. A título de ilustração, este controle poderia determinar a escolha de fazer anotações escritas ou não. Mas o fluxo de informação pode ocorrer no sentido inverso, isto é, o do nível-objeto para o nível-meta. Ao aprender, um aluno precisa saber se seus esforços estão sendo bem sucedidos. [...] o sucesso ou insucesso em estar conseguindo armazenar de modo recuperável a informação no nível-objeto é enviado como um fluxo de informação de monitoramento para o nível-meta. Isto permite julgar os esforços de aprendizagem, gerando, então, fluxos de controle para o nível-objeto, modulando, desta forma, os esforços do aprendiz. Assim é que o sistema é entendido como dinâmico, com os fluxos informacionais alternando-se entre os diferentes níveis, gerando simultaneamente controle e monitoramentos cognitivos. Uma questão crítica na compreensão da metacognição é que tanto o controle quanto o monitoramento de um sistema metacognitivo são ações que se dirigem a um nível cognitivo (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007, p. 70).

Neste sentido, como afirmam Rosa e Meneses Villagrá (2018), é possível associar a metacognição ao entendimento de como os indivíduos identificam seus

conhecimentos e elaboram seus próprios processos cognitivos, ou seja, sobre a forma como aprendem e recuperam as informações adquiridas.

3.1.3 Os aprimoramentos de Efklides aos modelos metacognitivos

A metacognição geralmente é reconhecida como um processo individual e consciente que atua na regulação da cognição. No entanto Efklides (2008) aponta evidências de que a metacognição também funciona em um nível inconsciente e está envolvida na corregulação da cognição nos contextos colaborativos e interações afetivas na autorregulação do comportamento.

Na atualização dos sistemas metacognitivos de Flavell (1979) de Nelson e Narens (1994) a autora propõe um modelo multinível que amplia a concepção de metacognição proposta por Nelson e Narens (1994). Assim como no modelo de Nelson e Narens, este novo modelo tem ênfase no fluxo de informações que mantém os processos de controle e monitoramento para regular o sistema que é composto por diferentes níveis mentais.

Efklides toma o modelo anterior como nível pessoal fazendo interface entre os níveis social e inconsciente. Neste sentido a autora

> ...ratifica as experiências metacognitivas como provedoras de dados base para os julgamentos analíticos e controle de decisões, mas considera-as constituídas também como produtos inconscientes, de processos inferenciais não analíticos (MARAGLIA, 2018, p. 28).

O modelo de Efklides (2008) torna explícito que o monitoramento e o controle metacognitivo atuam tanto no nível consciente quanto no nível inconsciente, sendo constituintes do processo de autorregulação. A autora ainda afirma que as experiências metacognitivas fazem a ligação entre o ciclo regulatório cognitivo e os fatores emocionais e que a metacognição atua como componente essencial da interação social e da corregulação.

A figura 9 representa o modelo metacognitivo proposto por de Efklides.

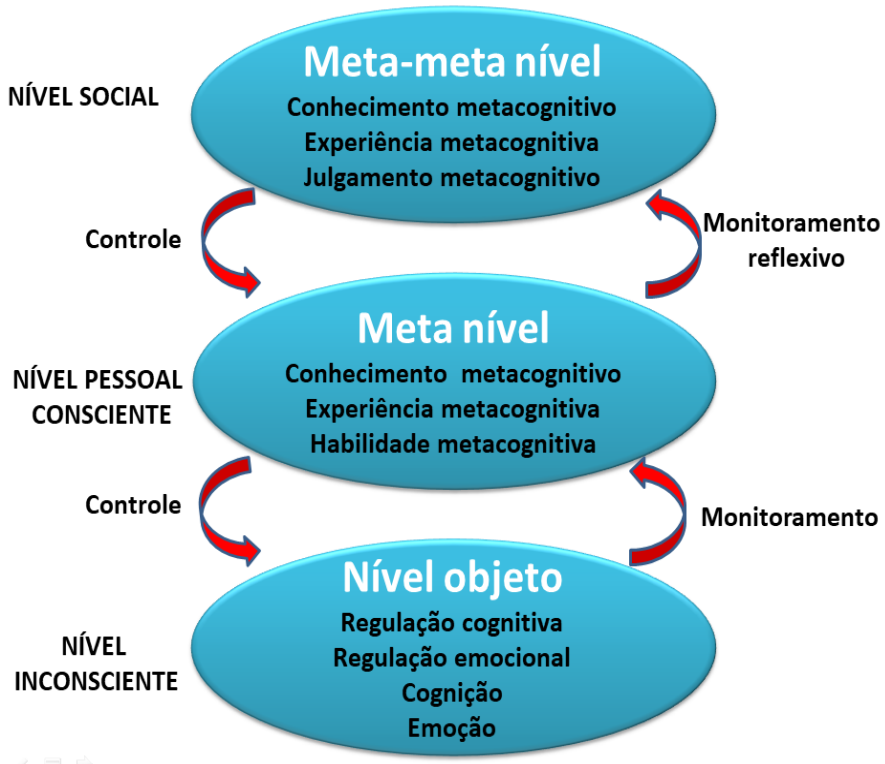


Figura 9: Modelo metacognitivo adaptado de Efklides (2008)

Efklides (2008) propõe uma categorização para os fenômenos metacognitivos dentro do quadro proposto por Flavell (1979). Segundo a autora é possível distinguir a metacognição em três facetas: Conhecimento metacognitivo – *metacognitive knowledge* (MK); Experiências metacognitivas – *metacognitive experiences* (ME) e Habilidades metacognitivas - *metacognitive skills* (MS).

O **conhecimento metacognitivo** corresponde a um conhecimento declarativo armazenado na memória (EFKLIDES, 2008) relacionado a habilidades e estratégias cognitivas, tarefas e modelos de processos cognitivos (PEIXOTO et al, 2021). Segundo Flavell (1979) o conhecimento metacognitivo engloba informações sobre pessoas (eu e os outros como seres cognitivos), como nós e outras pessoas processam a tarefa, incluindo informações sobre a tarefa que está sendo executada, a ciência de como estamos lidando, quais procedimentos cognitivos estamos aplicando no desenvolvimento da tarefa e o conhecimento metacognitivo que recuperamos da memória a fim de processar a tarefa (PEIXOTO et al., 2021). O conhecimento metacognitivo também inclui o conhecimento sobre as estratégias e as

respectivas condições de utilização (EFKLIDES, 2008) como, por exemplo, quando, porquê e como a estratégia deve ser usada (PEIXOTO et al., 2021).

A **experiência metacognitiva** corresponde ao que a pessoa conhece e o sentimento que tem quando se depara e processa informações relacionadas à tarefa (EFKLIDES, 2008). Para Efklides 2006, e experiência metacognitiva “Inclui os sentimentos e julgamentos metacognitivos decorrentes da monitoração de aspectos de processamento ou resultados de tarefas” (PEIXOTO, et al, 2021, p. 6) .

Segundo Efklides (2008) a experiência metacognitiva assume a forma de sentimentos metacognitivos, julgamentos / estimativas metacognitivas e conhecimento específico da tarefa.

O sentimento de *dificuldade* surge no contexto de solução de problemas e se caracteriza pela falta de fluência durante o processamento da tarefa (EFKLIDES, 2006). Pode gerar um alerta sobre a necessidade de tomada de decisão por conta de detecção de erro ou conflito de respostas (EFKLIDES, 2008). “Está associado com o afeto negativo decorrente da falta de fluência devido à interrupção do processo” (PEIXOTO, et al, 2021). Esta falta de fluência pode trazer à consciência a necessidade de maior esforço ou utilização de estratégias alternativas para a solução do problema (EFKLIDES; PETKAKI, 2005).

O sentimento de *confiança* é aquele que surge no final do processamento da tarefa, resulta do balanceamento entre as percepções positivas e negativas que acompanharam a pessoa durante o desenvolvimento da tarefa. (EFKLIDES; PETKAKI, 2005)

O sentimento de *saber* está relacionado com a capacidade de prever sucessos futuros, baseando-se em desempenhos realizados no presente. Tem caráter positivo, pois informa à pessoa sobre o conhecimento que ela possui sobre um dado item (EFKLIDES, 2006).

O sentimento de *familiaridade* corresponde a uma informação afetiva relacionada a um estímulo ocorrido anteriormente. Faz referência à fluência de processamento, Associa-se a afetos positivos que decorrem da acessibilidade da respectiva informação (CORNOLDI, 1998; EFKLIDES, 2006).

Outra dimensão do modelo de Efklides é o das **habilidades metacognitivas**. Esta dimensão ou faceta apresenta e permite a utilização de um controle voluntário sobre seus próprios processos cognitivos por meio do conhecimento do processo e uso deliberado de estratégias (BROWN, 1978; EFKLIDES, 2008; VEENMAN; ELSHOUT, 1999; ZOHAR; BEN DAVID, 2009). Por meio do uso das habilidades metacognitivas, é possível resolver problemas, detectar erros, selecionar tópicos que mereçam maior atenção e trabalhar a memorização. Assim, as habilidades metacognitivas se tornam indispensáveis à aprendizagem, atuando especificamente na regulação e controle, por meio da consciência de como se dá a fluência do processo cognitivo. Sua atividade inclui a previsão, o planejamento, monitoração e avaliação.

A *previsão* corresponde à capacidade de organizar e sistematizar os objetivos em função, por exemplo, do tempo disponível para a ocorrência da aprendizagem. A previsão permite que se faça um levantamento de quais serão as possíveis dificuldades, permitindo então que se regule eficientemente o tempo dedicado a cada tarefa, assim dispensando mais tempo para tarefas complexas e menos tempo para tarefas mais simples (DESOETE, 2008).

O *planejamento* permite uma antecipação sobre o porquê, como e quando agir, de forma a alcançar seus objetivos, utilizando metas auxiliares em direção a uma meta principal (DESOETE, 2008).

A *monitoração* é a habilidade de observação, acompanhamento e reflexão sobre o andamento do processamento cognitivo. Assim as informações obtidas durante o monitoramento metacognitivo fornecerão fundamento para decisões sobre mudanças de estratégias na execução de uma tarefa. A monitoração pode ser caracterizada como um mecanismo autorregulado da habilidade metacognitiva que permite identificar os problemas e alterar os planos (DESOETE, 2008).

Por fim, a *avaliação* corresponde à integração entre o conhecimento e o sentimento metacognitivo, permite o delineamento do estado atual e, através da reflexão dos resultados e compreensão do problema, servirá como norte para os próximos passos na execução da tarefa (SARAIVA, 2015; DESOETE, 2008).

No nível Objeto *inconsciente* Efklides (2006, 2008) apresenta quatro termos: regulação emocional, regulação cognitiva, cognição e emoção.

A regulação emocional corresponde a um processo no qual os indivíduos exercem influência sobre emoções experimentadas, sobre como elas acontecem, como eles as experimentam e expressam. Inclui a capacidade de modulação da resposta fisiológica relacionada à emoção e implementação de estratégias específicas para responder adequadamente determinada situação ou contexto (MARAGLIA, 2018).

A *regulação cognitiva* pode ser também entendida como regulação cognitiva emocional por também estar no âmbito inconsciente. Consiste em processos de nível superior em que os indivíduos regulam e modulam intencionalmente a intensidade e direção de eventos fisiológicos comportamentais e experienciais das emoções. Por exemplo, a reavaliação ou ressignificação de um estímulo que produza uma emoção indesejada, podendo resultar numa mudança de foco visando diminuí-la (BROM; WETENSCHAPPEN, 2016).

Distante de qualquer definição unívoca, o termo *cognição* tem penetração no campo da educação e diferentes enfoques teóricos e filosóficos na literatura. (PELOSI, 2014). Para Moreira (1999) a cognição relaciona-se diretamente com o ato de conhecer, constitui-se de uma função mental relacionada à atribuição de significados, compreensão, armazenamento e uso da informação podendo ter natureza consciente ou inconsciente.

Finalmente, a *emoção*, de acordo com o dicionário Houaiss (2009) corresponde 1. ato de deslocar, movimentar; 2. agitação de sentimentos; abalo afetivo ou moral; turbação, comoção; 3. Sob a rubrica da psicologia corresponde a uma reação orgânica de intensidade e duração variáveis, acompanhada de alterações respiratórias, circulatórias etc. e de grande excitação mental.

Segundo Maraglia (2018, p. 30) “Neste nível inconsciente é preponderante a ação da emoção na metacognição, designando os processos metacognitivos inconscientes e involuntários”. Este modelo proposto por Efklides corresponde a um dos mais atuais e completos no campo da metacognição que, ainda assim se encontra em ampla evolução.

3.2 Fundamentação teórica - Metacognição no âmbito educacional

Nesta pesquisa qualificamos a metacognição como uma tecnologia educacional simbólica (PEIXOTO et al, 2007) e a ênfase dos nossos estudos está voltada especialmente aos seus benefícios educacionais. Assim, neste tópico, direcionamos a discussão destacando os benefícios educacionais vinculados à metacognição e suas definições como tecnologia educacional simbólica.

Sob esta perspectiva destacamos, por exemplo, que a prática de uma escrita correta é fundamental nos diversos âmbitos acadêmicos e profissionais. No geral esta habilidade se desenvolve ao longo da vida escolar quando os estudantes são frequentemente solicitados à leitura de livros, artigos, textos complementares e à produção textual sob a forma de relatórios, resumos e na elaboração de respostas em avaliações.

Neste sentido a monitoração dos processos de compreensão e redação pode ser apontada como um dos benefícios educacionais promovidos pela metacognição. Quando o estudante percebe, no momento que desenvolve uma tarefa, em que medida o assunto está sendo compreendido ou escrito de forma correta, há melhora na aprendizagem (PEIXOTO, et al, 2007).

Isto ocorre porque a competência para a leitura abrange um grupo de habilidades, entre as quais a capacidade de criação e adequação das próprias estratégias de compreensão de acordo com as características do texto (JOLY et al, 2004). Essas habilidades, somadas à produção do texto corresponde a um conjunto de tarefas complexas que envolvem idas e vindas com frequente monitoramento e controle (NELSON; NARENS, 1990) à medida que são percebidas as necessidades de adequações entre este e aquele processo.

Pesquisadores têm demonstrado a importância da metacognição durante a leitura de textos acadêmicos, além de sugerir estratégias para leitura eficiente (JOLY et al, 2004; CANTALICE, 2004). Holton e Clarke (2006) propõem processos de estruturação (*scaffolding*) do aprendizado com viés metacognitivo com o objetivo de equipar o aprendiz para assumir o controle de seu próprio aprendizado.

Além do mais é possível relacionar a metacognição com o sucesso no desempenho escolar. Cleary e Platten (2013) observaram a correspondência entre a aprendizagem autorregulada e a realização acadêmica. A autorregulação enfatize-se, é um processo metacognitivo importante para aprendizagem porque dá uma diretriz ao desempenho acadêmico do aprendiz (BEBER et al, 2013). Sob uma perspectiva instrucional, estudos de Ohtani e Hisasaka (2018) apontam que professores podem melhorar o desempenho acadêmico dos alunos por meio de intervenções destinadas a melhorar sua metacognição.

Também são encontrados exemplos de benefícios educacionais da metacognição na literatura nacional (ROSA, 2011; LOCATELLI, 2014; VEIGA et al., 2018). De acordo com Rosa e Meneses Villagrá (2018, p. 583) a utilização “do pensamento metacognitivo tem implicações significativas para a melhoria da aprendizagem, envolvendo um conjunto de características que trazem como consequência o êxito nos empreendimentos cognitivos.” Ramos e Silva-Forsberg (2019) pesquisaram as contribuições da metacognição na formação de professores de ciências de séries iniciais e suas contribuições para uma educação científica comprometida com os desafios da atualidade.

Pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de Ensino, Aprendizagem e Cognição (GEAC) apresentam duas vertentes fundamentais para o entendimento da autogestão, monitoramento e controle do aprendizado. Estes elementos são próprios da metacognição e contribuem para o aprendizado e recuperação nas diversas disciplinas das ciências.

Uma das vertentes se dedica em identificar, classificar e descrever os eventos metacognitivos espontaneamente manifestos em aprendizes durante seus processos de aprendizagem (SANTOS; PEIXOTO, 2007; COUTINHO, 2008; SILVA, 2010; SARAIVA, 2015; VEIGA; PEIXOTO; XAVIER, 2021). Outra vertente se dedica em organizar, promover, operacionalizar, descrever e/ou implementar estratégias que estimulem nos aprendizes a capacidade de utilizar processos metacognitivos em situações de aprendizagem (PEIXOTO et al, 2010; MARAGLIA, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019; XAVIER; PEIXOTO; VEIGA, 2021; XAVIER; PEIXOTO; VEIGA; CATALDO, 2022).

Por exemplo, sob a primeira perspectiva, Saraiva (2015) observou a manifestação de habilidades metacognitivas de controle e regulação no processo de aprendizagem de alunos do curso de enfermagem. Peixoto et al (2014) destacou a importância da metacognição no ensino à distância, uma vez que esta modalidade apresenta maiores demandas de autonomia, o que torna crítica a capacidade de autorregulação. Assis et al (2018) propôs a utilização da metacognição no aprendizado do autocuidado na prevenção do linfedema pós cirúrgico no câncer de mama.

Quanto à segunda perspectiva, Peixoto; Silva; Rocha (2010) utilizaram estratégias metacognitivas para ensinar método científico para estudantes de pós-graduação. A disciplina ministrada sob viés metacognitivo teve o objetivo de auxiliar os aprendizes no desenvolvimento de habilidades para a construção do pensamento metacognitivo e a capacidade de transferir os conhecimentos construídos para outros espaços fora da sala de aula. Tavares (2011) propôs a utilização de conceitos da metacognição como uma importante ferramenta para os treinos tático-teóricos em jogos esportivos coletivos, especificamente no futsal.

Ainda sob a perspectiva de organização e descrição de estratégias para estimular o aprendizado sob o viés metacognitivo, Maraglia (2018) recuperou da literatura estratégias de ensino metacognitivas (EEM) aplicadas em diferentes níveis de ensino com conteúdos de ciências da natureza e matemática. Xavier e Peixoto (2019) recuperaram estratégias de ensino metacognitivas aplicadas à disciplina de Biologia. E ainda, foi avaliada exequibilidade de uma EEM que utiliza comandos metacognitivos embutidos para estimular a aprendizagem sobre a natureza da ciência e conteúdos científicos (XAVIER et al., 2021a).

Além disto, Peixoto et al. (2007) destacam os benefícios atrelados ao uso da metacognição na educação entre os quais: aumento da capacidade de resolução de problemas, melhora na compreensão de conteúdos e possibilidade de aproximação de conceitos similares ou que tenham conexões, além da evolução na execução de tarefas concretas.

Ora, tudo o que se disse acima sobre o funcionamento e os benefícios da metacognição, tem como pressuposto que ela esteja em perfeito estado de funcionamento no indivíduo. Mas isto nem sempre é verdade. Acontece que a

metacognição não se manifesta da mesma forma em todas as pessoas (ROSA; ROSA, 2016).

É possível perceber que há muitas circunstâncias e brechas no sistema que podem levar a erros e maus funcionamentos. Por exemplo, Peixoto et al (2021), analizando um caso simulado de atendimento de urgência, mostraram como desvios do processo metacognitivo podem levar a erros diagnósticos de graves conseqüências. Por isso, é conveniente percebê-la como tecnologia educacional simbólica (PEIXOTO et al, 2007), isto é, como um sistema focado na manutenção dos processos educacionais. Desta forma, a metacognição assume importante papel, ao fornecer uma “caixa de ferramentas” quando se manifesta no pensamento metacognitivo tanto para o estudante em seus esforços de aprender, quanto ao professor em sua missão de ensinar.

3.2.1 Estratégias De Ensino Metacognitivo

Uma vez tendo caracterizada a metacognição sob seus aspectos teóricos assim como seus mecanismos de funcionamento, sistematização, categorização e suas aplicações na educação, propõe-se aqui tratar das *Estratégias de ensino metacognitivas* (MARAGLIA, 2018). Para chegarmos a esta definição decidimos caminhar a partir de constructos relacionados à aprendizagem, estratégias de ensino, estratégias cognitivas e metacognitivas e finalmente estratégias de ensino metacognitivas.

3.2.2. A Aprendizagem e os atuais desafios

Os conceitos mais interessantes apresentam o péssimo hábito de evitar nossas mais obstinadas tentativas de defini-los. Assim podemos dizer sobre o conceito de aprendizagem. Não há dúvidas de que a aprendizagem corresponde a uma das mais importantes funções mentais tanto em humanos quanto em animais, podendo inclusive ser introduzida a sistemas artificiais. No entanto, defini-la pode não ser uma tarefa tão simples (FLAVELL et al., 1999).

As definições de aprendizagem podem variar muito de acordo com a teoria adotada ou com o enfoque dado. Para dar uma noção da dimensão ocupada pelos conceitos

relativos à aprendizagem, Moreira (1999) organiza as teorias da aprendizagem em três filosofias ou orientações filosóficas, como considera Lefrançois (2017), o Comportamentalismo, o Cognitivismo e o Humanismo.

O *comportamentalismo*, apoiado inicialmente pelos estudos de Pavlov, Watson, Guthrie, e posteriormente Thorndike e Hull, apresenta a visão de mundo behaviorista e dá ênfase aos comportamentos observáveis e mensuráveis do sujeito e nas respostas dele aos estímulos externos. O *Cognitivismo* representado pelos estudos de Piaget, Bruner, Vygotsky, Ausubel, Kelly, entre outros, cujas teorias tratam principalmente dos processos mentais, da atribuição de significados, da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. E o *Humanismo* representado entre outros por Rogers e Freire, mais recentemente Novak, focado primordialmente na pessoa, no seu crescimento pessoal, em sua auto-realização, onde o aprendiz é visto como um todo, sentimentos, pensamentos e ações, não só o intelecto (MOREIRA, 1999).

De modo geral é possível admitir que a nossa característica mais óbvia enquanto ser humano é a aprendizagem. Ela corresponde ao resultado da interação do indivíduo com o meio ambiente, ou seja, resultado de experiências individuais com os fatores que o cercam. Desde o início este processo, que é natural, surge no meio familiar e social para posteriormente se tornar deliberado. Ao longo de nosso desenvolvimento somos capazes de nos adaptar para sobreviver em qualquer nicho cultural e biológico. Nosso cérebro é projetado para captar padrões que nos permite o entrosamento com várias condições, quando necessário (VELASQUES, 2001; CLAXTON, 2019).

Segundo Lefrançois (2017) a resposta mais frequente de qualquer pessoa sobre o que é aprendizagem, deve ser algo relacionado à aquisição de informação.

Por exemplo, se alguém lhe disser que aquela planta de folhas largas, com flores brancas, de pétalas alongadas é um Lírio Aranha, seria razoável dizer que você aprendeu alguma coisa. É possível neste caso observar que a natureza da informação adquirida é óbvia. Além da aquisição da informação, outra função afetada pode ser o seu comportamento, uma vez que ao ver novamente uma planta da mesma espécie, você poderá responder que a reconhece como um Lírio Aranha.

No entanto, nem sempre o que é adquirido em um processo de aprendizagem é tão óbvio. Podemos exemplificar com o caso de um professor de Biologia que ri sarcasticamente de Joana que tenta repetidas vezes pronunciar a palavra “desoxirribose”. É provável que os outros estudantes fiquem hesitantes ao levantarem questões em que tenham que pronunciar palavras mais difíceis. Neste caso os estudantes aprenderam a ser mais cautelosos.

Segundo Lefrançois (2017) o que acontece nestes casos é uma mudança em sua **inclinação** em fazer ou não algo, ou seja, não se observa uma mudança real em seu comportamento, isso significa que houve uma alteração na **disposição** dos alunos. No entanto, além da mudança na disposição, a aprendizagem também envolve mudanças na **capacidade**, ou seja, nas habilidades ou conhecimentos necessários para fazer algo.

Assim como as mudanças na disposição, as mudanças na capacidade, que são de certa forma reopresentações de aprendizagem, nem sempre podem ser diretamente observáveis. Para ilustrar, voltando ao exemplo da estudante Joana, é possível que outros estudantes tenham adquirido a capacidade de pronunciar a palavra “desoxirribose”, no entanto somente será observável caso venham pronunciá-la. Isso ocorre por que a evidência do novo aprendizado se manifesta quando a pessoa expressa uma resposta apropriada interna ou externamente (VELASQUES, 2001; LEFRANÇOIS, 2017).

No entanto Lefrançois (2017) afirma que a inferência de que as disposições e as capacidades se modificam, resultando em aprendizagem, deve necessariamente estar baseada no **desempenho**. Isso porque há possibilidade de mudança no potencial de comportamento em função de outros fatores como cansaço, uso de drogas, pancada na cabeça ou mudanças biologicamente determinadas como, por exemplo, a maturidade sexual. Assim, modificações temporárias no potencial de comportamento provocadas pelos exemplos anteriores, não representam de forma razoável o que seria aprendizagem.

Desta forma aprendizagem, segundo Lefrançois (2017, p. 5) pode ser definida como “toda mudança relativamente permanente no potencial de comportamento que resulta

da experiência, mas que não é causada por cansaço, maturação, drogas, lesões ou doença.”.

Observa-se que a definição especifica mudança no **potencial** para o comportamento, isso ocorre porque conforme descrito anteriormente, os efeitos do processo de aprendizagem nem sempre são aparentes. Além do mais é importante ressaltar que a aprendizagem é o que ocorre no organismo como resultado da **experiência**, e as mudanças de comportamento correspondem às evidências de que o aprendizado aconteceu.

Numa perspectiva mais ampla, Caxton (2019) afirma que estamos a aprender o tempo todo. Sem estarmos conscientes, no geral nosso cérebro constantemente se ajusta para adequar se às mudanças do mundo ao nosso redor.

> Por toda vida nosso cérebro fica ocupado extraindo e refinando esses padrões, porque os padrões nos permitem prever e, consequentemente, exercer um controle cada vez mais sofisticado sobre os acontecimentos que nos cercam (CLAXTON, 2019, p. 28).

Considerando que a aprendizagem resulta das trocas entre o indivíduo e o meio onde se encontra, Coutinho e Lisbôa (2011) apontam que vivemos em um mundo em que as barreiras de tempo e espaço já não mais impedem que as pessoas se comuniquem. Presenciamos uma nova era cujas possibilidades para aprender são quase infinitas. Um mundo onde o fluxo de informações é intenso, em permanente mudança, e “onde o conhecimento é um recurso flexível, fluido, sempre em expansão e em mudança.” (HARGREAVES, 2003 citado por COUTINHO; LISBÔA, 2011, p. 5).

Nesta nova realidade da informação e comunicação, o espaço físico da escola, tão relevante, já não tem mais exclusividade para a construção do conhecimento e preparação do indivíduo para os desafios da vida (COUTINHO; LISBÔA, 2011). Neste contexto aprender representa uma exigência social em constante crescimento, conduzindo a um paradoxo na qual cada vez mais se aprende e cada vez mais se fracassa no esforço de aprender. Em termos educacionais isso tem sido interpretado como crescimento do fracasso escolar (POZO, 2007).

Deste modo surge a necessidade do ensino de novas competências para a gestão do conhecimento. Assim,

> Uma das metas essenciais da educação, para poder atender às exigências dessa nova sociedade da aprendizagem, seria, portanto, fomentar nos alunos capacidades de gestão do conhecimento ou, se preferirmos, de gestão metacognitiva, já que, para além da aquisição de conhecimentos pontuais concretos, esse é o único meio de ajudá-los a enfrentar as tarefas e desafios que os aguardam na sociedade do conhecimento (POZO, 2007, p. 36).

Segundo Pozo e Postigo (2000) essas novas exigências da sociedade em torno da aprendizagem requerem um ensino que contemple cinco diferentes habilidades ou competências para a gestão metacognitiva do conhecimento: I. Aquisição de informação; II. Interpretação da informação; III. Análise da informação; IV. Compreensão da informação e V. Comunicação da informação.

Assim é razoável considerar que

> ...num mundo de mudanças rápidas, estaremos condenados se não conseguirmos acompanhar o ritmo. A aprendizagem é a única habilidade que jamais ficará obsoleta [...] de forma geral, a capacidade de ser um bom aprendiz é o patrimônio mais importante que poderíamos imaginar (CLAXTON, 2019, p. 28).

Neste contexto, de constantes mudanças, enorme variedade de estímulos e motivações sobre a realidade pessoal dos aprendizes é que percebemos a importância da busca pela organização, promoção, descrição, análise, avaliação da aplicabilidade e implementação de estratégias que estimulem nos aprendizes a capacidade de utilizar processos metacognitivos em situações de aprendizagem.

3.2.3 Ausubel e a Aprendizagem significativa

Uma das formas de fomentar as capacidades de gestão do conhecimento do estudante pode estar na valorização daquilo que ele já sabe, ou seja, consideração das vivências, o conhecimento prévio que os estudantes trazem dentro de si a respeito de determinado assunto proposto no ambiente de aprendizagem.

A valorização ou uso do conhecimento prévio como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem corresponde a um dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e tem sido utilizado nas estratégias de ensino metacognitivo, geralmente como ponto de partida para realização das tarefas (CARILLO; LEE; RICKEY, 2012; CHEN; ALLEN, 2017; CHEVRON, 2014; MACHADO; GOMES, 2001).

Segundo Ausubel (2000), por definição o conhecimento é significativo, ele surge de um processo que envolve a correspondência entre ideias que possuem algum significado, já “ancoradas” na estrutura cognitiva do aprendiz com os novos conhecimentos em processo de aquisição, ou seja, O conhecimento significativo [...]

> [...] é o produto significativo de um processo psicológico Cognitivo (“saber”) que envolve a interacção entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (AUSUBEL, 2003, sp.).

Segundo Moreira (2011) a aprendizagem significativa se dá pela à interação substantiva e não arbitrária entre as ideias expressas simbolicamente com aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, interação entre conhecimentos prévios com conhecimentos novos. Quando se diz substantiva, significa não literal ou não ao “pé da letra”, e não arbitrária significa que a interação não ocorre com qualquer concepção prévia, mas com algum conhecimento relevante já presente na estrutura cognitiva do aprendiz.

De modo mais direto, Veiga et al. (2021) afirmam que para aprender significativamente, o aprendiz precisa optar por relacionar os novos conhecimentos com as proposições e conceitos relevantes que já conhece.

> A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora (MOREIRA, 2011, p. 14).

Em termos gerais, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, presente na estrutura de conhecimentos do aprendiz, que permite dar significados a um conhecimento recém-apresentado ou descoberto.

Para Ausubel (2003) a interação que ocorre entre os potenciais significados com as ideias relevantes ou subsunçores presentes na estutura cognitiva do estudante dá origem a significados verdadeiros. E “devido estrutura cognitiva de cada indivíduo ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos” (AUSUBEL, 2003, p. 1).

3.2.4. Estratégia e estratégia de ensino

Inicialmente consideremos o significado do termo “estratégia”. De acordo com o dicionário Michaelis da língua portuguesa, Estratégia significa: “Arte de utilizar planejadamente os recursos de que se dispõe ou de explorar de maneira vantajosa a situação ou as condições favoráveis de que porventura se desfrute, de modo a atingir determinados objetivos” ou “Manobra ou artifício engenhoso; ardil, subterfúgio, estratagema.”

O dicionário da língua portuguesa Houaiss (2009) traz o termo estratégia como “arte de aplicar com eficácia os recursos de que se dispõe ou de explorar as condições favoráveis de que porventura se desfrute, visando ao alcance de determinados objetivos”.

Podemos assim dizer que a estratégia corresponde a uma forma racional, planejada e estruturada que permite o desvencilhamento de obstáculos de modo que nos possibilite trilhar mais eficientemente por caminhos que levem a determinado objetivo.

Quando estendemos as definições de estratégia aos processos de ensino/aprendizagem, podemos aplicá-las na execução de tarefas para ensinar ou aprender, ou seja, uma maneira sistematizada, organizada, planejada e estruturada de forma racional para transmitir conhecimentos quando se ensina ou de adquirir conhecimentos, quando se aprende.

O termo estratégia pode ser integrado ao termo ensino. Libâneo (2013) define ensino como, ações, meios e condições para a instrução que “se refere à formação intelectual, formação e desenvolvimento de capacidades cognoscitivas mediante o domínio de certo nível de conhecimentos sistematizados” (LIBÂNEO, 2013, p. 22).

Neste contexto é possível definir as estratégias de ensino como situações diversas adotadas pelo professor de modo a proporcionar ao aprendiz sua interação com o conhecimento. Este processo de intervenção do professor funciona de forma a potencializar o envolvimento do aprendiz com as situações de aprendizagem em função de seus objetivos (MASETTO, 2003).

Algumas estratégias de ensino são capazes de encorajar o estudante a aprender, de modo a preservar e aumentar seu senso de competência para aprender. O professor pode, por exemplo, utilizar estratégias que estimulem o aluno a fazer escolhas ou

trabalhar em grupo. E ainda a se sentir responsável pelo próprio processo de aprendizagem de modo a provocar o sentimento de que é capaz de realizar a tarefa proposta (MOREIRA, 2011).

É possível perceber que as estratégias podem ter foco diferente quando se ensina ou quando se aprende. Assim uma mesma estratégia pode ser enquadrada como sendo de ensino ou de aprendizagem de acordo com a origem e o objetivo da tarefa.

Quando uma estratégia é aplicada pelo professor de modo a estimular no aprendiz a utilização de procedimentos específicos para aprender, pode se dizer que temos uma estratégia de ensino. No entanto, se estes mesmos procedimentos são utilizados de forma independente pelo aluno com o objetivo de aprender, este conjunto de procedimentos pode caracterizar uma estratégia de aprendizado.

3.2.5 Estratégias cognitivas ou estratégias metacognitivas?

Para Dembo (1994), as estratégias de aprendizagem podem ser definidas como estratégias cognitivas quando os procedimentos promovem ensaio, elaboração e organização, ou estratégias metacognitivas quando os procedimentos envolvem planejamento, monitoramento e regulação.

As estratégias cognitivas se referem diretamente aos pensamentos e comportamentos que influenciam no processo de aprendizagem de modo que a informação seja adquirida e armazenada de forma eficiente (DEMBO, 1994). A título de ilustração, é possível considerar que os atos de sublinhar e posteriormente produzir um resumo, correspondem a estratégias cognitivas. Neste caso o aprendiz pode utilizar uma ou as duas estratégias para melhorar a capacidade de aquisição e armazenamento das informações relacionadas a um conteúdo específico.

Por outro lado, as estratégias metacognitivas estão relacionadas aos procedimentos ou mecanismos que o indivíduo utiliza para planejar, monitorar e regular o próprio pensamento sobre seu processo de aprendizagem. (FLAVELL, 1999; DEMBO, 1994; LOCATELLI, 2014).

Por exemplo, um aluno se acomoda no canto de estudo da sua casa. A partir daí ele planeja a ordem para a realização de cada tarefa, checa os tópicos da prova do dia seguinte, observa quais ainda precisa se aprofundar, revisa os exercícios de modo identificar aqueles em que apresentou maiores dificuldades, seleciona quais conteúdos deverá dedicar mais tempo, busca na matéria os meios para a solução das dificuldades. Estas são atividades de monitoramento e autorregulação (FLAVELL, 1999).

As estratégias metacognitivas podem ser distinguidas das estratégias cognitivas propriamente ditas. Para Flavell (1999) as estratégias cognitivas são evocadas para fazer o progresso cognitivo, as estratégias metacognitivas para monitorá-lo.

Isso tem relação com o sistema metacognitivo de Nelson e Narens (1994) quando, por exemplo, durante a execução da tarefa o monitoramento no nível metacognitivo (nível meta) detecta alguma falha, dificuldade ou incompatibilidade, e então por meio do fluxo de controle, atua sobre nível cognitivo (nível objeto) de modo a interromper, corrigir ou adaptar as falhas.

3.2.6 Estratégias de ensino metacognitivas e benefícios educacionais

De acordo com Maraglia (2018), as estratégias de ensino metacognitivas são atividades realizadas pelo professor que de forma planejada, além de trabalhar o conteúdo de sua disciplina, utiliza ações pedagógicas capazes de potencializar a autoconsciência de seus estudantes nos contextos de aprendizagem. Neste movimento propõe-se um discurso de segundo nível sobre a cognição que acaba por promover a aprendizagem autorregulada.

Locatelli (2014) apresentou estratégias metacognitivas denominando-as atividades reflexivas, ela fornece “dicas simples” para o aprendizado sob a perspectiva da metacognição que envolve processos de monitoramento e o repensar sobre os próprios conhecimentos “levando gradativamente a um aumento na autonomia de estudar e aprender” (LOCATELLI, 2014, p. 24-25).

As EEM tratadas neste estudo são o que Rosa e Meneses Villagrá (2018, 2020) denominam intervenções didáticas guiadas pela metacognição, com o objetivo de ativar processos metacognitivos nos estudantes.

O que há de comum entre as estratégias de ensino metacognitivo é sua associação com algum conteúdo científico curricular estudado pelos estudantes. Segundo Warburton e Volet (2012, p. 19),

> O desenvolvimento de habilidades efetivas de aprendizado pode ser estimulado quando incorporado à aprendizagem de conteúdo. Ao incorporar o desenvolvimento de habilidades específicas dentro de unidades de disciplina, a relevância de tais habilidades torna-se mais explícita, uma vez que está diretamente ligada à aquisição de conhecimento de conteúdo. (*Tradução nossa)*

Benefícios educacionais relacionados ao uso de estratégias de ensino metacognitivas são observados em vários estudos (CLEARY; PLATTEN, 2013; OSES; CARRASCO, 2013; PETERS; KITSANTAS, 2010; ROSA; ALVES FILHO, 2014; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019). Neste sentido, observa-se que:

> [...] processos que envolvem instrução pautada na metacognição têm se guiado por diferentes perspectivas, mas todas vinculando a metacognição a situações que levam à reflexão e à identificação dos mecanismos que favorecem a aprendizagem (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018, p. 587).

Justifica-se o uso de tais estratégias, porque muito embora os julgamentos metacognitivos possam ser usados para controlar as estratégias de estudo, este processo não parece ocorrer espontaneamente, ou seja, parte dos estudantes somente recorrerá à metacognição se for instruída. É por isso que há de se considerar a necessidade de inserção explícita do pensamento metacognitivo nos processos educacionais (CHI et al., 1989; DUNLOSKY; HERTZOG 1998).

As observações de Cleary e Platten (2013) podem confirmar tal proposição. Estes autores observaram mudanças substanciais nas capacidades autorregulatórias em alunos que praticaram e utilizaram estratégias metacognitivas ensinadas em um programa de empoderamento da autorregulação - *Self-Regulation Empowerment Program* (SREP).

Nesta linha instrucional com bases na metacognição, estudos de Oses e Carrasco (2013) apontam que alunos tornaram-se conscientes de seus próprios processos

cognitivos, demonstrando reconhecimento e valorização da autoavaliação como ferramenta para detectar pontos fortes e fracos no próprio processo de aprendizagem.

Schmidt et al (2012) utilizaram a escrita de diários de aprendizagem como elemento motivador para estudantes de ensino fundamental aprenderem conteúdos de ciências. Nesta estratégia os pesquisadores empregaram instruções metacognitivas e a reflexão sobre a utilidade pessoal de um tópico de ciências como agentes motivadores para o processo de aprendizagem.

Em outra estratégia, também com alunos de ensino fundamental, Peters e Kitsantas (2010) obtiveram resultados positivos no desenvolvimento da metacognição, na aprendizagem de conteúdo científico e no conhecimento sobre a natureza da ciência, quando utilizaram instruções ou comandos metacognitivos.

Warburton e Volet (2013) Utilizaram uma estratégia colaborativa com o objetivo de melhorar a capacidade dos alunos fazer boas perguntas para orientar a investigação e identificar recursos e ferramentas adequadas para a resolução de problemas. Os autores afirmam que as experiências metacognitivas expressadas durante a resolução das tarefas demonstraram que os estudantes se tornaram mais autoconscientes sobre seus processos de aprendizagem.

As linhas acima ilustram que as variadas estratégias utilizam também uma variedade de metodologias e teorias que juntamente com a teoria metacognitiva, se complementam. E conforme descrito, a orientação para o desenvolvimento da metacognição dos aprendizes ocorre de forma muito mais eficiente quando implementada em associação com algum conteúdo curricular.

Cabe destacar que a utilização de metodologias, técnicas e estratégias mediadoras vão muito além do planejamento e qualificação dos professores. A implementação de mudanças nos processos de ensino /aprendizagem perpassam por uma complexa rede de fatores que inclui desde as políticas públicas até a motivação e engajamento de professores e estudantes.

Nesta perspectiva faz-se necessário traçar um panorama relacionado à realidade escolar no Brasil. Assim o próximo tópico é dedicado a situar a escola, o professor e o estudante no contexto da educação, especialmente pública no Brasil.

3.2.7 Tópicos sobre a realidade escolar no Brasil

Falar da realidade escolar no Brasil é uma tarefa consideravelmente complexa uma vez que este tema é repleto de perspectivas, hora relacionadas aos aspectos sociais, culturais e políticos, hora relacionadas às políticas públicas educacionais, projetos didático-pedagógicos, entre outras.

A leitura no Brasil colônia

Assim iniciamos com uma breve visita à história, especificamente relacionada à leitura no Brasil colônia. Próximo a este período o mundo era tomado por uma grande revolução tecnológica. Entre os anos de 1439 e 1440, Johann Guttemberg criou a máquina de imprensa, esta nova tecnologia funcionava a partir da combinação de tipos móveis (símbolos gráficos moldados em chumbo) passados em tinta à base de óleo de linhaça cujo conteúdo poderia ser impresso em papel por uma prensa movimentada por uma base de madeira (FERNANDES, 2013).

Esta máquina possibilitava a realocação de peças que poderiam ser utilizadas em outras impressões, quantas vezes fossem necessárias. Isso refletiu na queda dos custos finais ao mesmo tempo, rapidez e flexibilidade na elaboração do livro (EL FAR, 2006). Para Sousa et al. (2018, p. 19) isso representou o “estopim para que intelectuais renomados tivessem suas ideias ultrapassando barreiras geográficas e temporais”.

A partir do advento do tipógrafo alemão o texto impresso ganha uso e repercussões variadas como jornais diários, panfletos de divulgação e disseminação em massa de uma grande diversidade de gêneros literários e uma circulação de ideias numa proporção inimaginável para a época (SOUSA et al., 2018).

Este fato é o prelúdio de que os administradores europeus, fundadores da era moderna, já tinham a certeza de que a leitura e os livros seriam instrumentos democráticos utilizados para a propagação das mais variadas formas de conhecimento e ideias (SOUSA et al., 2018; EL FAR, 2006). Cabe ressaltar que especialistas sobre a história do livro afirmam que bem antes da criiação de Gutenberg, a China já desfrutava dos benefícios oriundos da circulação do texto impresso por tipos móveis (EL FAR, 2006).

Na contramão deste processo revolucionário que tomava a sociedade europeia, até a chegada da família real no Brasil, qualquer produção impressa era proibida. Este processo funcionava como meio para evitar a propagação de ideias políticas progressivas e revolucionárias na colônia (SOUSA et al, 2018; EL FAR, 2006).

Desde 1512 com a com a sanção da lei oriunda do Concílio de Latrão, todo e qualquer texto para impressão na Europa deveria passar por uma avaliação litúrgica da metrópole, neste caso Portugal. Assim as administrações oriundas do modelo de monarquia absolutista mantinham a centralização do poder, atuando sobre a produção textual e intelecção da colônia.

Havia, portanto, certo receio por parte de Portugal em dar oportunidade de emancipação intelectual aos habitantes da pátria além-mar. Na prática isso se apresentava através de uma série de trâmites burocráticos, custos de transporte e a censura lusitana, antes pelas mãos da inquisição e depois por funcionários da mesa Censória, que recaiam sobre as pessoas que aqui viviam e tinham a intenção de importar de Portugal, livros que desejavam (EL FAR, 2006).

É evidente que esse sistema afastou a maior parte da população brasileira do contato próximo e rotineiro com o texto impresso. Segundo El Far (2006) não era raro os relatos, nos diários de viajantes, explicitando seu espanto com a ausência de qualquer texto impresso nas casas dos brasileiros. Percebe-se que a colonização do Brasil não só era exploratória, mas também inibidora de seu processo emancipatório (SOUSA et al., 2018).

Tantas restrições acerca do acesso à leitura impostas pela coroa portuguesa sobre suas colônias não impediu que alguns comerciantes, religiosos, bibliógrafos e eruditos em geral, especialmente a partir da segunda metade do século XVIII, conseguissem criar mecanismos próprios para enfrentar a burocracia e finalmente adquirissem e aumentassem seus volumosos, amplos, variados e subversivos acervos (EL FAR, 2006). Assim havemos de considerar a importância destes pioneiros na introdução da literatura impressa no Brasil e sua posterior democratização.

Linha do tempo da Educação no Brasil

O contexto da educação escolar no Brasil não foi muito diferente do que ocorreu com a leitura durante o período colonial. Ao longo da história a educação no país passou

por uma série de transformações e suas características se adequavam aos contextos sócio-políticos de cada período.

O período colonial pode ser dividido em duas fases: a 1ª fase (1549-1759) marcada pelo ensino propagado pelos jesuítas, a Companhia de Jesus; a 2ª fase (1759-1808) marcada pela reforma educacional proposta pelo Marquês de Pombal (OLINDA, 2003).

No período colonial, a sociedade escravocrata e aristocrática, sustentada por uma economia rudimentar predominantemente agrícola não necessitava de pessoas letradas e poucas pessoas eram suficientes para governar a massa iletrada e submissa. É neste contexto que se instaura a educação transmitida pelos Jesuítas, a Companhia de Jesus.

Educação elementar era dedicada aos curumins e posteriormente aos filhos dos colonos, o centro de ação era a conquista e domínio as almas “perdidas” (OLINDA, 2003), o conteúdo era essencialmente focado na catequese e, núcleos missionários que também atendiam o interior das nações indígenas tinham o mesmo objetivo, propagação da fé e da obediência. Neste período a educação média estava voltada aos homens brancos da classe dominante e aos seus filhos, futuros administradores das riquezas da família. Até a primeira metade do século era proibido o ingresso de qualquer criança negra, mesmo que livres (RIBEIRO 1993; OLINDA, 2003).

Na colônia, a educação superior era exclusiva dos filhos dos aristocratas interessados no ingresso na classe sacerdotal. O restante dos estudantes filhos dos aristocratas estudava na Europa, e no seu retorno, agora letrados viriam a administrar o Brasil. O fato deste tipo de educação reforçar o sistema sócio-político e econômico da época permitiu sua permanência durante cerca de 210 anos (RIBEIRO, 1993).

A segunda fase da educação no período colonial foi marcada pela administração autoritária de Marquês de Pombal. Neste período, marcado por várias reformas educacionais, o poder foi retirado da igreja e colocado nas mãos do estado (RIBEIRO, 1993).

Mesmo com a instauração das escolas Regias oficializando o ensino e a criação do “subsídio literário”, imposto criado para a manutenção do ensino primário entre outras

iniciativas, poucos letrados preencheram a lacuna deixada a partir da expulsão dos jesuítas (OLINDA, 2003). Ao contrário, enquanto havia no Brasil escassez de escolas e professores qualificados e aqueles que acabavam de se formar nos colégios partiam para Portugal.

Apesar dos esforços, Pombal não conseguiu implementar a educação popular. Ao contrário, as reformas pombalinas geraram grande fragmentação do sistema educacional cuja pluralidade e dispersão das aulas acabou por permitir que pessoas semianalfabetas viessem a ministrar conteúdos mesmo sem qualificação para tal (OLINDA, 2003).

Com a queda do Marquês de Pombal, o sistema educacional brasileiro entrou em colapso. O subsídio não mais chegava nem para a cobertura das despesas e nem para o pagamento dos professores que ficaram por meses e até anos sem receber. No quadro desolador da educação brasileira no fim do período colonial, inexistiam professores fora das escolas das vilas e cidades mais importantes.

O resultado foi que no final do período colonial, o Brasil era um país de minoria de letrados e uma enorme massa de analfabetos. No período entre os séculos XVI e XVIII o Brasil foi classificado como “um país multilíngue, etnicamente diversificado, eminentemente rural e não escolarizado” (OLINDA, 2003, p. 158), este fato trouxe consequências graves ao país que podem ser observadas até hoje.

Em 1808 a sede do Reino foi transferida para o Brasil e com ela a burocracia civil, militar e eclesiástica. Sob a influência de D João VI foram abertas escolas de primeiras letras e as escolas secundárias de arte e de ofício se multiplicaram (OLINDA, 2003). No entanto

> ...verificaram-se mudanças no quadro das instituições educacionais da época, com a criação do ensino superior não teológico: Academia Real da Marinha, Academia Real Militar, os cursos médico-cirúrgicos, a presença da Missão Cultural Francesa, a criação do Jardim Botânico, do Museu Real, da Biblioteca Pública e da Imprensa Régia. Relevantes por serem os primeiros centros de educação e cultura do Brasil, não deixam de revelar as intenções aristocráticas de D. João, pois o ensino primário foi esquecido e a população em geral continuou iletrada e sem acesso aos grandes centros do saber (RIBEIRO, 1993, p. 17).

Neste contexto a estratificação social foi ficando cada vez mais complexa quando comparada ao período colonial. Uma pequena burguesia, classe emergente no país

firmou-se como reivindicadora sobre a educação escolarizada. Apesar precisar compactuar com a classe dominante a qual era dependente, esta nova classe era influenciada pelas ideias iluministas europeias, extremamente contrárias ao pensamento da aristocracia rural (RIBEIRO 1993). Este conflito de interesses acabou por provocar uma ruptura que desencadeou posteriormente a abolição dos escravos e a proclamação da república.

Com a volta de D. João VI para Portugal em 1821, seu filho D. Pedro I proclama a independência do Brasil e já em 1824 outorga a 1ª constituição Brasileira. O artigo 179 desta Carta Magna trazia em seu conteúdo que a instrução primária deveria ser gratuita para todos os cidadãos (VILELA, 2009).

Posteriormente o Ato institucional de 1834 determinava a descentralização da responsabilidade educacional. Assim ficaria a cargo das províncias a legislação e controle do ensino primário e médio enquanto ao poder central cabia a responsabilidade exclusiva de promover e regulamentar o ensino superior (RIBEIRO, 1993).

No entanto a escassez de recursos e falho sistema de arrecadação tributária para fins educacionais impossibilitaram que as províncias pudessem cumprir seu papel sobre a educação. Com o total abandono dos níveis primário e médio, abriu-se caminho para que particulares assumissem estes níveis de educação. O resultado foi a alta seletividade e o elitismo educacional, uma vez que houve restrição da educação a apenas uma minoria branca e economicamente privilegiada (RIBEIRO, 1993; OLINDA, 2003).

Nos primeiros anos da República várias propostas educacionais visaram a inovação do ensino. A Reforma Benjamin Constant, por exemplo, teve como princípios a liberdade e laicidade do ensino (VILELA, 2009), também propunha a inclusão de disciplinas científicas e dava maior organização aos diferentes níveis do sistema educacional (RIBEIRO, 1993).

No entanto não foi posta em prática, pois para sua execução não havia suporte institucional e muito menos apoio das elites que, pra variar, via a reforma como uma ameaça à formação da juventude cuja educação era pautada nos padrões e valores na velha mentalidade aristocrático-rural (RIBEIRO, 1993).

Outra reforma, denominada Reforma Rivadávia, tendeu a uma orientação positivista, e tentou introduzir critérios práticos ao estudo das disciplinas de modo a ampliar e aplicar princípios de liberdade espiritual e de ensino. Tinha entre os objetivos tornar o ensino secundário como formador do cidadão e não como candidato ao nível superior (RIBEIRO, 1993; FERREIRA, 2010). No entanto até a primeira metade do

> ...século XX, apesar de todas as reformas realizadas, a educação brasileira continuou sendo elitista e excludente, tal como fora na Colônia e no Império. Em síntese, as elites econômicas e políticas que governavam o Brasil continuaram formando seus filhos na velha tradição das escolas primárias, dos colégios secundários e dos cursos superiores (Direito, Medicina e Engenharia) que remontavam aos primórdios elitistas da educação brasileira (FERREIRA, 2010, p. 52).

Assim a elite, com seu poder aquisitivo matriculava seus filhos nas escolas particulares com o objetivo de que atingissem o nível superior e posteriormente pudessem agir como futuros administradores do país (RIBEIRO, 1993).

Logo as exigências de instrução primária obrigatória, gratuita e universal não saíram do papel e os problemas da educação popular não foram enfrentados nem resolvidos. (FERREIRA, 2010). Neste complexo período da História do Brasil entre os anos de 1922 e 1926, surge a reforma João Luiz Alves que introduz a cadeira de Educação Moral e Cívica cuja intenção era combater os protestos estudantis contra o governo do Presidente Artur Bernardes (VILELA, 2009).

Paralelo a este fato, Paulo Freire (2017, p. 97) afirma que:

> Do ponto de vista dos interesses dominantes, não há dúvidas de que a educação deve ser uma prática *imobilizadora* e *ocultadora* de verdades. […] Seria demasiado ingênuo, até angelical de nossa parte, esperar que a "bancada ruralista" aceitasse quieta e concordante a discussão, nas escolas rurais e mesmo urbanas do país, da reforma agrária como projeto econômico, político e ético da maior importância para o próprio desenvolvimento nacional.

A partir dos anos 1930 a educação escolar tende a sofrer algumas modificações importantes. A transição caracterizada, neste período, pela aceleração do modo capitalista de produção tendia a um modelo industrial-urbano em detrimento do modelo agrário-exportador, predominante até então (BITTAR; BITTAR, 2012; FERREIRA, 2010). Esta transição autoritária "impôs a necessidade econômica e social da escolarização dos filhos das classes populares, mesmo que de forma lenta e gradual" (FERREIRA, 2010, p. 52).

Após o golpe de estado dado por Getúlio Vargas em 1937, iniciou-se o período intitulado “Estado Novo”. E este termo criado pelo próprio Vargas foi designado para ditadura que durante oito anos que se instaurou depois do golpe (BITTAR; BITTAR, 2012). Refletindo tendências fascistas, é outorgada a Constituição de 1937. Seu texto traz explicitamente uma educação voltada à preparação de um contingente de mão de obra para as atividades abertas pelo mercado capitalista com o ensino pré-vocacional e profissional. Por outro lado o texto propõe que arte, ciência e ensino fiquem livres à iniciativa individual, “à associação ou pessoas coletivas públicas e particulares” (RIBEIRO, 1993, p. 22) de modo a desobrigar do Estado a educação referente a estas disciplinas (VILELA, 2009).

Segundo Bittar e Bittar (2012) o período entre 1930 e 1964 foi caracterizado pela rivalidade entre dois projetos de nação. Um deles agregou setores progressistas que defendia a industrialização com base no esforço nacional, sem comprometer sua soberania. Por outro o projeto das oligarquias tradicionais vinculadas ao setor agrário exportador, subordinado e liderado pelos Estados Unidos da América, este representava a elite econômica ligada principalmente à economia da cafeicultura paulista (BITTAR; BITTAR, 2012).

Na educação o que se viu foram manifestações ideológicas acirradas. Pois interesses opostos vinham disputando espaço desde 1932. De um lado a igreja católica e setores conservadores defendendo a manutenção histórica da condução das políticas educacionais, de outro, setores liberais, progressistas e até mesmo de esquerda (uma vez que tinha apoio dos trabalhadores) com ideais alinhados com a Escola Nova[1], defendiam, entre outras, a proposta de uma escola pública que atendesse a todas as crianças e adolescentes com idades entre sete e quinze anos.

Cabe ressaltar que além da disputa ideológica no campo da educação entre católicos e liberais, influências políticas do contexto internacional também acirravam o debate

[1] Nova Escola foi um movimento educacional originado nos EUA cuja liderança maior era o filósofo John Dewey (1859-1952). No Brasil o movimento foi documentado pelo “Manifesto dos pioneiros da Educação Nova” “Manifesto de 1932”, assinado por Fernando de Azevedo e assinado por outros 25 intelectuais como, Anísio Teixeira, Lourenço Filho, Roquete Pinto, Afrânio Peixoto e Paschoal Lemme. Entre algumas perspectivas, o movimento estabelecia que a educação deve ser uma função essencialmente pública, gratuita e direito de todos.

nacional. Os períodos situados entre Primeira (1914-1918) e a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) foi marcado por intensa polaridade entre o capitalismo-anticomunista, liderado pela Alemanha nazista contra o comunismo anticapitalista emergente da Revolução Russa (FERREIRA, 2010).

Por aqui as forças progressistas eram lideradas pelo Partido Comunista Brasileiro (PCB) que organizaram a Aliança Nacional Libertadora (ANL) e as inclinações reacionárias tiveram o apoio da Igreja Católica para a criação da Ação Integralista Brasileira (AIB), cujo lema era “Deus, Pátria e Família”. O levante comunista desencadeado pelo PCB em 1935 fez com que Vargas se aliasse aos fascistas desferindo o golpe de 1937 e instauração do Estado Novo.

Neste período o então ministro da Educação, Gustavo Capanema iniciou uma série de reformas cujo conjunto ficou conhecido como “Reforma de Capanema”, que segundo Ribeiro (1993) tinha cunho nazi-fascista e sua ideologia era voltada ao nacionalismo e patriotismo cuja disciplina e ordem eram difundidas através dos cursos de moral e civismo e de educação militar para estudantes do sexo masculino.

Esta reforma estabeleceu o ensino técnico-profissional, manteve o caráter elitista do ensino secundário. Cabe ressaltar que apesar do recuo de alguns princípios proclamados no manifesto dos Pioneiros (RIBEIRO, 1993) a gratuidade e obrigatoriedade do ensino primário, o planejamento educacional distribuído em Estados, Territórios e Distrito Federal, os recursos para o ensino primário e as referências à carreira, remuneração, formação e normas para a contratação de professores, reivindicadas no manifesto de 1932 também foram incorporadas (BITTAR; BITTAR, 2012).

No entanto

> A contraposição de ideias entre católicos e liberais, que no período do Estado Novo foi marcante para o sistema educacional, teve um novo momento na década de 50, gerada pelo conflito escola pública “versus” escola particular. A escola particular foi defendida pelos donos das escolas privadas e pela Igreja Católica, a qual afirmava que a escola pública não via seus alunos integralmente, limitando-se a desenvolver sua inteligência e outras caraterísticas ligadas ao conhecimento formal, ou seja, a escola pública "não educava". Somente a escola confessional estava apta a educar, ou seja, a desenvolver a inteligência e formar o caráter, a partir de uma filosofia integral de vida, inexistente na escola pública. Os "católicos" defendiam a subvenção pública às escolas particulares, o direito das famílias na formação integral de seus filhos e baseavam-se na doutrina católica do papa Pio XII, além de

> considerarem os defensores da escola pública como comunistas, e, portanto, inimigos de Deus, da família e da Pátria (RIBEIRO, 1993, p. 24 e 25).

A disputa ideológica gerada neste período atravessou décadas e uma grande quantidade e variadas de reformas educacionais que apesar dos esforços, não foram suficientes para que o poder público brasileiro fosse capaz de edificar um sistema nacional de ensino público que contemplasse a todos, ou seja, não foi resolvido o problema secular do analfabetismo (haja vista o período recente, em 1940, o Brasil tinha 56,0% de taxa de analfabetismo; em 1950, tinha de 50,5% e, em 1960, 39,35%) e nem foi garantida a escolaridade de, pelo menos, quatro anos para todas as crianças. (BITTAR; BITTAR, 2012).

Perante a alta taxa de analfabetismo no Brasil, na década de 1960, houve início a experiência da educação popular, entre elas destacamos o método de alfabetização de adultos de Paulo Freire. Este método de alfabetização, baseado nos “círculos de cultura popular”, reuniam adultos de uma determinada comunidade rural onde exerciam amplo debate social a respeito das condições de vida, de trabalho e elementos culturais cotidianos daquela população (BITTAR; BITTAR, 2012). Nesta perspectiva os

> ...alfabetizados passaram a dominar as sílabas e as letras das palavras que para eles tinham significados concretos, pois os seus sentidos já eram de conhecimento em função do cotidiano de suas vidas. Concebido dessa forma, o método freiriano não separava alfabetização de consciência política (FERREIRA, 2010, p. 93).

Segundo Bittar e Bittar (2012) Paulo Freire, apoiado por parte da igreja católica e pela União Nacional dos Estudantes (UNE), importante entidade estudantil fundada em 1937, considerava que para a enorme massa que nunca havia pisado na escola, não bastaria apenas alfabetizar com os métodos tradicionais, ou seja, para os adultos desescolarizados seria necessário fornecer-lhes mecanismos para interpretar o mundo ao mesmo tempo em que lhes seria fornecido o instrumental da escrita.

Diferentemente da concepção autoritária de educação para a “domesticação” do povo, propugnada pelas elites, a “’pedagogia do oprimido’ proposta por Paulo Freire defendia a educação do povo como verdadeira prática de liberdade” (FERREIRA, 2010, p. 95).

No entanto o golpe de estado de 1964 coloca os militares no poder, que alinhados com grupos empresariais e políticos orientados ao capital estrangeiro, especialmente

o norte americano (RIBEIRO, 1993), determinou o fim de todas as iniciativas que buscavam revolucionar a educação brasileira sob a alegação de que eram propostas comunistas e subversivas (VILELA, 2009). Neste contexto autoritário os círculos de cultura popular que se apresentava como uma das iniciativas educacionais mais radicais do século XX foi interrompida (FERREIRA, 2010).

Neste período cuja educação tomou caráter antidemocrático, professores foram presos e demitidos, ocorreram invasões às universidades, estudantes foram presos, feridos nos confrontos com a polícia e alguns foram mortos. Para calar os estudantes, a União Nacional dos Estudantes (UNE) foi proibida de funcionar (VILELA, 2009).

Um fato paradoxal caracterizou o período em que se instaurou a ditadura militar a partir de 1964. Se por um lado havia um governo autoritário que prendia, torturava e matava seus opositores, por outro a escola pública entrava em uma fase de expansão (BITTAR; BITTAR, 2012).

Isso se explica, pois no âmbito do regime militar a educação foi configurada para ser um instrumento da racionalidade tecnocrática que visava especialmente o aumento da eficiência produtiva do trabalho para consolidar a sociedade urbano-industrial e viabilizar o slogan “Brasil Grande Potência” que circulava naquela época. No entanto, sem escolas e educação para o povo esta proposta era inviável (BITTAR; BITTAR, 2012; FERREIRA, 2010).

Assim as principais reformas educacionais implementadas na ditadura militar podem ser divididas em:

I. *Reforma da escola básica*, no qual o ensino de 1º grau passou a ser obrigatório e foi dividido em 8 séries e o ensino do 2º grau era de educação facultativa, cuja formação básica era focada principalmente para a atuação nas áreas da indústria, agricultura e serviços incluindo treinamento intensivo e rápido para o trabalho (FERREIRA, 2010). Com essa reforma o regime militar confere caráter terminal ao segundo grau com intuito de reduzir a demanda para o ensino superior (BITTAR, BITTAR, 2012).

II. *Reforma do Ensino Superior,* redigida em apenas sessenta dias, não teve consulta às bases nem debate com a classe docente ou com os estudantes que seriam os

principais afetados com as mudanças propostas nesta reforma (RIBEIRO, 1993). Esta reforma se caracterizou pela ampliação das matrículas em cursos considerados prioritários pelo seu caráter social e utilidade no processo de desenvolvimento econômico nacional (FERREIRA, 2010). Estabeleceu-se conexão entre a universidade e escolas públicas com abertura de cursos frequentemente noturnos para formar professores e facilitou-se a expansão da rede privada de ensino superior (BITTAR; BITTAR, 2012).

No entanto, problemas políticos e econômicos foram sentidos em diversos setores da área educacional. No Ensino Superior, por exemplo, a busca pela faculdade gerou um grande número de estudantes aprovados nos vestibulares que, no entanto não se matriculavam pela falta de vagas. Há de se destacar que até então, somente eram eliminados pelo vestibular os candidatos que não tiravam a nota mínima estabelecida para o ingresso, diferentemente do sistema instituído posteriormente que passou a contemplar apenas os estudantes mais bem colocados na classificação (RIBEIRO, 1993; FERREIRA, 2010).

Este motivo somado à defasagem dos currículos, precariedade da infraestrutura, característica autoritária do sistema universitário e caráter elitista que destinava a universidade para poucos fez eclodir uma série de manifestações das organizações estudantis que reivindicavam aumento do número de vagas, mais verbas e maior democratização da Universidade (FERREIRA, 2010). Neste contexto o governo decretou uma série de leis para reprimir toda e qualquer forma de manifestação dos setores sociais, incluindo estudantes e classe trabalhadora (RIBEIRO, 1993).

Em relação ao ensino escolar, especialmente do ensino de primeiro grau, a expansão física das escolas públicas foi uma marca dos 21 anos de ditadura militar. No entanto, as escolas eram quase que exclusivamente para as crianças das camadas populares, funcionavam no turno intermediário com pouco mais de três horas de permanência na sala de aula, eram mal equipadas, sem biblioteca e precariamente construídas (BITTAR; BITTAR, 2012).

Os professores que trabalhavam nessas escolas conferiam uma combinação entre formação inadequada e arrocho salarial que concebeu uma categoria social desprestigiada profissionalmente que acabou por se proletarizar econômica e

culturalmente. E para reivindicar condições dignas de trabalho e sobrevivência estes profissionais precisavam se organizar em associações e sindicatos fazendo greves por reajustes de salários, sistematicamente corroídos pela inflação (FERREIRA, 2010; BITTAR; BITTAR, 2012).

Desta forma, estudantes provenientes das camadas populares, apesar de terem obtido o direito de acesso à escola pública, continuaram excluídas do conhecimento clássico produzido ao longo da história da humanidade (FERREIRA, 2010). Isso porque também no período da ditadura militar, as reformas referentes à educação eram feitas por um grupo minoritário que "achava ser isto ou aquilo melhor ou pior para a sociedade que iria desfrutar do ensino" (RIBEIRO, 1993, p. 27), que deveria servir determinadas camadas sociais enquanto outras permaneciam iletradas ou sem acesso ao conhecimento pleno.

Apesar dos problemas enfrentados pelas escolas e professores do ensino básico a ditadura militar, os resultados das eleições diretas para governadores de estado em 1982 abriram o caminho para projetos educacionais alternativos ao sistema tecnicista imposto pelos governos militares (FERREIRA, 2010).

Como exemplos temos a implementação dos Centros Integrados de Educação Pública (CIEPs) por Leonel Brizola no Rio de Janeiro, o Congresso Mineiro de Educação durante o Governo de Tancredo Neves, o Estatuto do Magistério por Franco Montoro em São Paulo, no Paraná, o governo de José Richa institui eleições diretas para diretores das escolas públicas, no Mato Grosso do Sul o governo de Wilson Barbosa Martins convocou o Congresso "Educação para a Democracia" que deliberou pela democratização das escolas cujo projeto incluía melhoria da qualidade de ensino nas escolas públicas e eleição direta para diretores (FERREIRA, 2010).

Ao longo da década de 1980, quando a ditadura militar se aproximava do fim, duas tendências pedagógicas se conjugavam. Uma das correntes combinava o *construtivismo genético* de Jean Piaget e a educação centrada no ativismo dos estudantes, influenciada pelos pensamentos de Paulo Freire. A outra corrente influenciada por concepções derivadas do marxismo, principalmente formuladas por Antonio Gramsci (FERREIRA, 2010). No entanto, segundo Ferreira, estas tendências adotadas de forma autônoma estavam fadadas a ter vida curta uma vez que durante

os anos 1990 as políticas educacionais que orientaram a educação brasileira foram impostas por forças políticas externas.

Ao longo do período que envolveu a “abertura democrática” a partir dos anos de 1979 e no período pós-ditadura, a partir de 1985, a “transição democrática” ocorreu de modo a garantir a continuidade da ordem socioeconômica proposta pelas elites através de uma estratégia de conciliação no qual manifestava um mecanismo de preservação de privilégios dos grupos dominantes, ao mesmo tempo em que se incorporava o consentimento dos dominados. Ainda que os grupos dominados, especialmente o proletariado, enxergasse a “transição democrática” como um processo de libertação da própria condição de dominados, na essência, o termo “acaba por desempenhar o papel de camuflar os antagonismos entre as classes sociais fundamentais” (SAVIANI, 2018, p. 292).

Assim a “nova” ordem socioeconômica instaurada sob influência de tendências internacionais recebe o nome de “neoliberalismo” cujo pensamento hegemônico converge ao ataque ao estado regulador e defesa do retorno ao estado liberal. Nesse contexto as políticas educacionais passaram a ser ditadas por uma espécie de neoconservadorismo cujo mantra do “Estado Mínimo” tende a considerar a “decadência da escola pública” como o resultado da incapacidade de gestão do estado sobre o bem comum (SAVIANI, 2018).

No início dos anos de 1990, o governo de Fernando Collor de Mello, eleito nas primeiras eleições diretas para presidente da república, cria o Programa Nacional de Alfabetização e Cidadania e os CIACs, (Centros Integrais de Atenção à Criança), inspirados e adaptados dos CIEPs instalados no Rio de Janeiro no governo de Leonel Brizola. No entanto, nenhum dos programas foram implementados uma vez que a política educacional de Fernando Collor se resumiu a deliberar sobre os valores de mensalidades de escolas particulares (SAVIANI, 2018).

Cabe ressaltar que o campo dos profissionais de educação já vinha desde a década de 1970 lutando para superar os limites impostos pela política educacional da ditadura Militar. A partir da mobilização de diversas associações e confederações de professores, estudiosos e outros profissionais da educação buscou-se intervir na formulação da política educacional através da apresentação do projeto de Lei de

Diretrizes e Bases da Educação, protocolado na câmara dos deputados em 1988 que, no entanto não logrou êxito.

O mesmo teria acontecido com o Plano Nacional de Educação proposto em 1997, protocolado anteriormente ao projeto do MEC do então governo de Fernando Henrique Cardoso (FHC). O projeto protocolado teve a prioridade invertida e a iniciativa dos educadores foi revertida pela iniciativa do MEC uma vez que o governo FHC tinha maioria na câmara (SAVIANI, 2018).

Apesar de as diversas propostas elaboradas por aquele governo, Saviani (2018) destaca duas delas:

I. Em relação à formação profissional, a marca do governo FHC foi a separação do ensino médio e técnico profissional. Esta medida significou voltar no tempo quando imperava a “dualidade de sistemas” que era próprio das reformas de Capanema dos anos de 1937 quando vigorava o Estado Novo (SAVIANI, 2018), quando o ensino secundário servia ou para formar mão de obra ou para preparar para o ingresso no nível superior.

II. Reestruturação do INEP que deixa de ser um órgão de fomento à pesquisa educacional, organização da documentação a respeito da educação e disseminação de informações educacionais, e passa a funcionar como um órgão de avaliação em todos os níveis e modalidades da educação brasileira. Na sequência são criados avaliações como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o “provão” para avaliar cursos de ensino superior.

Curiosamente quando foram realizados em 1996 os primeiros exames nacionais, os resultados evidenciaram o baixo nível dos cursos superiores das instituições privadas em relação às instituições públicas. No lugar de proceder em sanções sobre as instituições particulares perante seu fraco desempenho, ao contrário, como uma premiação, o MEC acenou com uma linha de crédito de 300 milhões de reais para financiar programas para a melhoria da qualidade das faculdades particulares (SAVIANI, 2018). Tal reação do governo deixa clara sua intenção em priorizar a iniciativa privada em detrimento da Universidade Pública.

Na sequência, ao longo do primeiro mandato do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, entre janeiro de 2003 e dezembro de 2006 novas medidas organizacionais para a Educação foram tomadas. Entre elas o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) que substituiu o “provão” e o Programa Universidade pra Todos (PROUNI). Este apesar de ser uma inovação e permitir o ingresso de jovens de camadas mais pobres ao ensino superior, não difere muito no que diz respeito à ampliação da oferta de vagas nas instituições privadas de ensino superior que caracterizou o governo de FHC (SAVIANI, 2018).

No entanto, apesar desta similaridade, a política educacional do governo Lula foi nitidamente diferente daquela adotada por FHC. Através do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) foram editados decretos e leis que buscaram maior democratização e melhora na qualidade da educação.

Entre os tópicos é possível citar criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB) em substituição ao Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF) criado em 1996. Esta substituição significou um importante avanço uma vez que ampliou sua abrangência para toda a educação básica, incluindo além de creches e pré-escolas, o ensino médio, o Ensino de Jovens e Adultos (EJA), as escolas rurais, as comunidades indígenas e quilombolas (SAVIANI, 2018).

Além do mais foi instituído o piso salarial profissional para os profissionais do magistério público da educação básica. Fixaram-se diretrizes para a integração de instituições de educação tecnológica cujo resultado se constituiu na criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs). E a contraposição mais nítida ao governo FHC, atendendo a inúmeras críticas de estudiosos da área de educação e trabalho, o governo Lula revogou o Decreto n. 2.208 de abril de 1997 retomando a tendência da formação integrada de modo a superar a dualidade entre educação geral e formação (SAVIANI, 2018). Desta forma os cursos técnicos de nível médio ficaram obrigados a oferecer as disciplinas propedêuticas de formação geral além das disciplinas técnicas.

Ainda assim, o documento *Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: Concepção e Diretrizes*, lançado pelo MEC em 2008 destaca que o foco dos IFs apresenta grande proximidade com orientações do Banco Mundial quando manifesta expressões como “justiça social” e “equidade” e que entre os objetivos dos IFs está o atendimentos aos Arranjos Produtivos Locais (APL) cuja oferta de curso de cada *campi* estaria alinhada às demandas locais (MORITZ; NOGUEIRA, 2018).

No entanto as autoras consideram a existência de preocupação da parte dos IFs em oferecer educação que supere o aspecto exclusivamente econômico e que atenda o trabalhador com buscando formar cidadãos, agentes políticos capazes de “compreender a realidade, superar obstáculos e produzir ciência e tecnologias, abandonando o rótulo de mero consumidor” (MORITZ; NOGUEIRA, 2018, p. 26).

No governo da presidenta Dilma Rousseff, que sucedeu os dois mandatos do presidente Lula, houve a continuidade e ampliação da política educacional referente a oferta de educação superior para os povos indígenas, inclusão de componentes de proteção e defesa civil e educação ambiental nos currículos de ensino fundamental e médio além da criação de uma série de programas e subprogramas com oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) como o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC) e subprogramas de Bolsa-Formação como cursos técnicos de Formação Inicial e Continuada (FIC) (SAVIANI, 2018).

Outra importante conquista obtida durante o governo da presidente Dilma Rousseff foi a chamada Lei de Cotas, ou Lei 12.711 de 2012. Com ela tornou-se obrigatória a reserva de 50% de todas as vagas nas instituições federais de ensino para estudantes de escolas públicas, com renda per capita inferior a um salário mínimo e meio, e autodeclarados pretos, pardos ou indígenas (BRASIL, 2012).

Cabe destacar que os cursos de educação profissional e tecnológica foram oferecidos de forma gratuita com direito a auxílio alimentação e auxílio transporte para estudantes trabalhadores e pessoas em vulnerabilidade social, além do fornecimento dos materiais escolares necessários para a realização dos estudos (SAVIANI, 2018).

Ressaltamos ainda que dados do MEC demonstram a vertiginosa expansão Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica que passou de 140 a 644 *campis* entre os anos de 2002 e 2016 (MORITZ; NOGUEIRA, 2018).

No entanto, no momento que se alimentava a esperança do avanço mais significativo, reivindicado desde os anos 1980, cuja aprovação do Plano Nacional de Educação (PNE) viria incorporar a meta de 10% do PIB para a educação, utilizando uma considerável parcela dos recursos do pré-sal, sobreveio o golpe jurídico-midiático-parlamentar que retirou Dilma Rousseff da presidência da república (SAVIANI, 2018).

> No dia 03 de dezembro de 2015, a Câmara dos Deputados, mediante o encaminhamento do presidente da Casa, Eduardo Cunha, acolheu o pedido de impeachment contra a presidente Dilma Rousseff (PT), formulado pelos juristas Hélio Bicudo, Miguel Reale Junior e Janaína Conceição Paschoal, com arranjo político junto aos partidos da oposição de direita. Com o ativismo arbitrário de procuradores e juízes, em parceria com a grande mídia corporativa, a medida ganhou força política e simpatia pela burguesia, partidos de direita e setores da classe média desde então. Em 31 de agosto de 2016 foi efetivado o impeachment definitivo de Dilma Rousseff pelo Senado Federal (TORRES, 2020, p. 160).

Tal processo acabou por determinar um retrocesso de décadas sobre uma infinidade de aspectos como, por exemplo, a inviabilização total do PNE pelo governo ilegítimo que se instalou (SAVIANI, 2018).

As eleições de 2018, cujo pleito foi continuação do golpe de 2016 foram marcadas pela prisão, poucos meses antes das eleições, do então candidato e ex-presidente da república Luiz Inácio Lula da Silva cujas pesquisas apontavam sua vitória em todos os cenários. Cabe destacar que a prisão foi decretada pelo Juiz de primeira instância Sergio Moro que viria então ocupar o cargo de Ministro da Justiça do candidato vencedor das eleições, o atual presidente da república Jair Bolsonaro.

O governo de Jair Bolsonaro tem sido marcado por extrema instabilidade política. Se mencionarmos apenas o ministério da Educação, nos primeiros 100 dias de governo foram exonerados ou pediram demissão, inúmeros gestores do auto escalão. Assumiram nestes 100 dias quatro Ministros da Educação (TORRES, 2020) cujas gestões foram marcadas pelo improviso, incompetência, extremismo, divulgação de notícias falsas e ataques às instituições de ensino, especialmente federais, profissionais da educação e estudantes.

Entre as principais medidas adotadas pelo governo Bolsonaro em 18 meses de gestão Torres (2020) menciona:

- Retomada do projeto *Escola Sem Partido* cujo ponto central está no cerceamento da liberdade de ensinar e de debater temas relacionados à identidade de gênero, racismo, desigualdade social entre outros;
- *Revisão nos livros didáticos*: Tentativa de revisar os livros didáticos com o intuito de introduzir informações falsas e possibilitar ausência de fontes científicas;
- *Exaltação à ditadura militar* através da promoção de inúmeros discursos reacionários com orientação para que fossem apagados dos livros didáticos a existência do período ditatorial brasileiro e estímulo à comemoração do Golpe Militar de 1964.
- Tentativa de retomada nas escolas e universidades do ensino de Moral Civismo, abolido desde o fim da ditadura militar;
- *Medidas autoritárias e antidemocráticas* com o envio às escolas de comunicado para que estudantes fossem filmados cantando o hino nacional e realizando leitura do slogan de campanha do partido do presidente “Brasil acima de tudo. Deus acima de todos”. Também intervenção na autonomia dos Institutos e Universidades Federais ao decidir sobre a escolha (não democrática) de reitores e gestores.
- *Corte no orçamento* em todas as Universidades e Institutos Federais através da suspensão do repasse de 30% das verbas discricionárias e no FUNDEB.
- Insistente ataque à pesquisa com suspensão do edital de pesquisas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que já havia sido aprovado em 2018 envolvendo 2.516 bolsas de diversas modalidades e corte de 4.798 bolsas de pesquisas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes);
- Militarização de escolas e desmantelamento da Educação Básica com evidente projeto de desconstrução de qualquer perspectiva de gestão democrática;
- Lançamento do programa “Future-se” com vistas à reestruturação do financiamento do Ensino Superior Público com ampliação das verbas privadas no orçamento das universidades visando o privatismo das Universidades e Institutos Federais para atender interesses imediatistas e empresariais com ameaça à autonomia das instituições federais ao permitir a gestão dos recursos por Organizações Sociais (OSs);

- Ataque à autonomia universitária ao instituir ingerência no processo de escolha de dirigentes de gestores nas Universidades e Institutos Federais e do Colégio Pedro II e nomeação de interventores e reitores não eleitos democraticamente;
- Tentativa de imposição de contratação de docentes via CLT para universidades visando implantar uma política obscurantista de ódio à dedicação à ciência;
- Irresponsabilidade em meio à pandemia com defesa ao retorno das aulas presenciais em meio à imensa crise sanitária e tentativa de reduzir e desacreditar toda e qualquer medida de isolamento social mesmo enquanto ocorria, por meses, mais de mil mortes diárias por Covid 19.

As medidas acima destacadas deixam claras as intenções do atual governo federal em destruir o que foi construído, em termos de políticas públicas para a democratização e qualidade da educação, no período da redemocratização. Estas medidas representam um enorme retrocesso que, caso viessem a se concretizar, levaríamos muitos anos para recuperar anos de lutas e conquistas por uma educação pública gratuita e de qualidade no país. Assim cabe destacar a clara ameaça das atuais medidas do atual governo sobre todo o progresso ocorrido.

Uma breve explanação do contexto das escolas e professores brasileiros

Para falar sobre o contexto das escolas no país consideramos importante ressaltar que o desrespeito, o desprezo e as mazelas encontradas nas instituições brasileiras de ensino público não tem origem recente. Conforme observado no tópico anterior, os problemas são frequentes, em maior ou em menor escala, ao longo do tempo de forma explícita como projeto de manutenção do abismo entre classes sociais.

Desde o período colonial até os dias de hoje é possível observar o projeto educacional das elites para que as camadas mais populares recebam educação à sua conveniência para formação mão de obra e subserviência. Por outro lado este “projeto” busca garantir que as camadas mais abastadas recebam a educação clássica e emancipadora construída ao longo da história da humanidade. Segundo Kubota (2020, p. 16) “a diferença de qualidade na oferta educacional é uma importante variável na perpetuação da desigualdade no Brasil”.

Apesar dos avanços no campo educacional desde o período da redemocratização e a partir da abertura política e da constituição de 1988, o atual governo repete o que

historicamente tem sido responsável pelos graves problemas relacionados à democratização e qualidade do ensino público, como por exemplo, a hipocrisia presente na falácia “Deus, pátria e família” e demonização daqueles que defendem a escola pública, conforme descrito na linha do tempo da educação brasileira no tópico anterior.

A importância e abrangência da escola Pública no Brasil podem ser observadas nos microdados do censo escolar de 2020. Segundo o documento 81,53% das matrículas da educação básica no Brasil estão presentes nas escolas públicas, sendo 48,4% na rede municipal, 32,1% na rede estadual, 0,9% na rede federal e 18,6% na rede privada (BRASIL, 2021).

Seguido proporções das matrículas, o número de escolas da rede pública corresponde a 77,1% do total de escolas em atividade no Brasil, sendo, 61,1% municipais, 16,6% estaduais, 0,4% federais e 22,9% privadas (BRASIL, 2021). Logo é possível observar que problemas relacionados à escola pública afetam a grande maioria das escolas e dos estudantes brasileiros.

Assim quando observamos a infraestrutura das escolas no Brasil, encontramos dados alarmantes. Ressaltamos que os dados aqui apresentados foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) através do Portal QEdu. Este instrumento integra o Banco de Propostas Inovadoras em Avaliação da Educação Básica (FONSECA, 2014). E Corresponde a um portal público no qual é possível encontrar informações referentes à qualidade do aprendizado além de microdados relacionados à Prova Brasil e Censo Escolar (INEP, 2014).

O QEdu foi selecionado através de

> Aviso de Chamamento Público nº 2/2013. A seleção técnica levou em consideração critérios como a abrangência da proposta para a disseminação da cultura da avaliação educacional; os impactos no desenvolvimento das atividades de avaliação; e a consonância da proposta à política de educação básica do Ministério da Educação (INEP, 2014)

Referente à infraestrutura, um importante exemplo é o caso das bibliotecas distribuídas pelas escolas brasileiras. Dados do Censo Escolar de 2020 apontam que elas estão presentes em apenas 31% das escolas públicas do país. Comparando estes dados entre as redes, observamos que as bibliotecas estão presentes em 23%

das escolas municipais, 59% das escolas estaduais, 97% das escolas federais e 55% das escolas privadas (QEDU, 2021).

Segundo Bari; Bispo; Santos (2018) a biblioteca corresponde a um instrumento provocador e facilitador da obtenção do conhecimento atuando como elemento norteador da formação dos estudantes. No entanto o que se observa é que as políticas públicas geralmente não preveem orçamento para a execução das atividades relacionadas ao crescimento e manutenção da biblioteca escolar (GOULART; DIAS; LELIS, 2019). Desta forma há prejuízos na formação de hábitos e gosto pela leitura entre os estudantes, prejudicando tanto a ação cultural quanto o lazer relacionados à leitura (BARI, et al, 2018).

Ainda sobre a infraestrutura, os dados do Censo Escolar de 2020 apontam que apenas 9% das escolas públicas do país apresentam Laboratório de Ciências. A comparação entre as diferentes redes aponta a presença de laboratório de ciências em 3% das escolas municipais, 32% das escolas estaduais, 81% das escolas federais e 55% das escolas privadas (QEDU, 2021).

Sob esta perspectiva, professores apontam que a escassez de material adequado para a realização de aulas práticas corresponde a um dos fatores que impedem a utilização deste importante recurso pedagógico. (LORETO; SEPEL, 2003b)

Desta forma se faz necessário, quando possível, o uso de materiais alternativos para a realização de experimentos e aulas práticas, inclusive adaptando-as, na medida do possível, ao ambiente de sala de aula. A literatura traz exemplos de experimentos adequados a estas necessidades (ANDRADE, 2017; CARMO; SCHIMIN, 2008; LORETO; SEPEL, 2003b; SANTOS FILHO, 2011; XAVIER; CAVALCANTI, 2017;).

Quanto a presença de laboratórios de informática, estes estão presentes em apenas 34% das escolas públicas. A comparação entre as diferentes redes aponta que 23% das escolas municipais, 73% das escolas estaduais, 97% das escolas federais e 35% das escolas privadas possuem laboratório de informática. Além do mais, a comparação entre as diferentes redes no que diz respeito à presença de internet de banda larga, apenas 61% das escolas públicas apresentam essa tecnologia. A comparação entre as diferentes redes de ensino demonstra que 56% das escolas

municipais, 76% das escolas estaduais, 98% das escolas federais e 86% das escolas privadas possuem internet de banda larga (QEDU, 2021).

Cabe ressaltar que o número de escolas federais é muito reduzido (0,9% conforme mencionado anteriormente) e que as maiores diferenças entre os indicadores de infraestrutura e tecnologia selecionados não ocorre entre escolas públicas e privadas, mas entre escolas federais e municipais (KUBOTA, 2020). No entanto, ainda sim é possível observar discrepância significativa entre escolas públicas municipais e escolas privadas quanto à infraestrutura e tecnologia. Entre escolas públicas estaduais e escolas privadas é possível observar menores diferenças.

Recursos como presença de laboratório de informática, internet de banda larga, dependências, vias adequadas, auditório, tratamento de água e destinação correta de esgoto são apontados como variáveis significativas para o bom desempenho escolar (SOARES; SOARES; SANTOS, 2020). No entanto, justamente na rede municipal, aquela responsável pelas séries iniciais e ensino fundamental, representada por 60,1% das escolas, atendendo 48,4% dos estudantes brasileiros do ensino básico é que tais recursos são mais escassos. (BRASIL, 2021),

Cabe ressaltar que segundo o senso escolar de 2019, 25% das escolas brasileiras não são atendidas pela rede pública de água e 44% não são atendidas pela rede de esgoto, quando consideradas as atendidas pelo menos por fossas assépticas essa proporção cai para 22,4% (KUBOTA, 2020).

Além dos prejuízos diretamente relacionados à aprendizagem dos estudantes, a precariedade de recursos materiais e infraestrutura nas escolas provocam frustrações também nos professores uma vez que gera dificuldades para o cumprimento dos objetivos planejados deixando pouca margem para a criatividade e autonomia para o ensino dos conteúdos (GASPARINI; BARRETO; ASSUNÇÃO, 2005).

Aliás, a precariedade da educação e a situação do professor merece atenção especial. Segundo Gasparini et al (2005), um estudo realizado na prefeitura de Belo Horizonte entre 2001 e 2002, revelou que 92% dos atendimentos de saúde realizados com servidores da educação provocaram afastamento de trabalho, ou seja, a procura por atendimento médico entre estes profissionais não ocorreu necessariamente por

motivos banais. E detalhe, entre os servidores do grupo geral, 84% dos afastados eram professores (GASPARINI et al, 2005) .

Parte dos motivos que levam a tantos afastamentos pode estar relacionada ao fato de que atualmente as atribuições do professor extrapolam a mediação do processo de conhecimento do estudante. A missão do profissional agora foi ampliada para além dos muros da escola, não cabendo mais apenas o ato de ensinar, mas participar também das atividades de gestão e planejamento das ações escolares se estendendo também às famílias e comunidade.

Isso significa a necessidade de dedicação mais ampla devido à quantidade e variedade de atribuições que recaem sobre a responsabilidade do professor. Este processo provoca sobrecarga e sofrimento no trabalho que pode se manifestar na forma de insatisfação, frustração, medo, angústia, ansiedade, depressão, fadiga, e quadros de exaustão (GASPARINI et al, 2005).

Gonçalves e Estrela (2018, p. 88) apontam alta prevalência de Síndrome de Burnout

> ...que associada às condições precárias de trabalho [...] como baixos salários e longas jornadas de trabalho, sinalizam uma condição preocupante de precarização do ensino [...] e da qualidade do ambiente de trabalho destes profissionais.

Entre professores de ensino médio, poucos apresentam baixo nível de estresse e a situação é ainda mais alarmante entre as mulheres cujos altos índices de estresse podem estar também relacionados à dupla jornada de trabalho em casa uma vez que além das tarefas profissionais relacionadas à correção de provas, planejamento de aulas e pesquisa, também se dedica aos cuidados com a casa, alimentação da família e criação dos filhos (HORNER; HORNER; JACOBI; SERAFIN; BELTRAME; RIBEIRO, 2021).

Consideramos igualmente importante destacar que as longas jornadas de trabalho mencionadas por Gonçalves e Estrela (2018) podem estar relacionadas aos baixos salários dos professores, que obviamente precisam se desdobrar muitas das vezes em várias escolas com carga horária distribuídas nos três turnos.

Segundo Hirata; Oliveira e Mereb (2019) professores recebem, em média, salários inferiores à media salarial de outros profissionais brasileiros com curso superior. A

figura 11 compara os salários das dez ocupações com maior número de pessoas empregadas com nível superior.

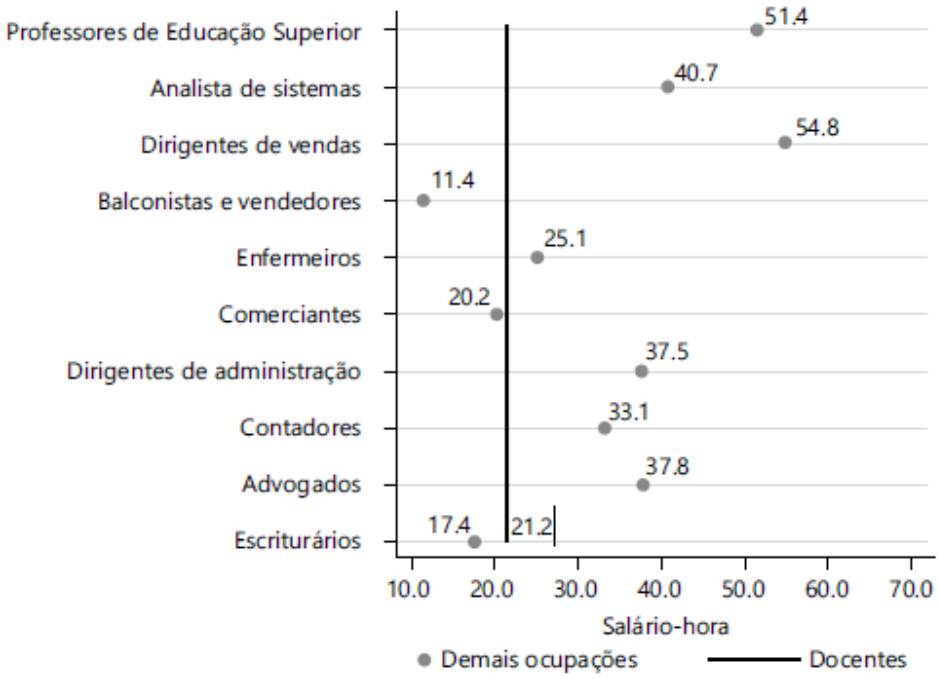


Figura 10: Salário-hora médio nas 10 ocupações mais empregadoras e professores – Brasil, 2017.
Fonte: PNAD contínua 2017. Elaboração: IDados. 2018. (HIRATA, et al, 2019).

Observa-se que salário-hora dos professores brasileiros, tanto da rede pública quanto da rede privada, calculado em R$ 21,20, representado pela linha vertical é superior apenas aos salários de escriturários, balconistas/vendedores e comerciantes. Todas as outras ocupações demonstradas na figura apresentam salário-hora médio superior ao dos professores do ensino básico (HIRATA et al, 2019)

Moriconi (2008) aponta que entre os profissionais com nível superior, os salários de professores da rede pública são significativamente menores, não somente do que os salários de outros servidores públicos de nível superior, como também os salários de outros profissionais com mesmo nível de instrução, podendo ser equiparados aos salários de algumas profissões que exigem profissionais com formação técnica ou de nível médio.

Cabe ressaltar que desde 1996 a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) torna obrigatória a formação de nível superior para todos os professores do ensino básico. No entanto os profissionais que se deseja atrair para a área de educação encontram melhores

oportunidades em termos de remuneração em outras ocupações profissionais (MORICONI, 2008).

Hirata et al (2019) apontam que outros fatores podem explicar a baixa atratividade à carreira docente no ensino básico, como a falta de segurança nas escolas, falta de um plano de carreira melhor elaborado que valorize os professores com base na sua atuação e esforço e não apenas pelo tempo de serviço.

Apesar de estudos apontarem indicadores modestos de que salários mais elevados são capazes de provocar grandes impactos na aprendizagem, não há por que admitir que um salário entre R$1300,00 e R$1500,00 será suficiente para assegurar bom desempenho dos estudantes (HIRATA et al, 2019).

Logo se torna de fundamental importância a elaboração de uma estrutura de remuneração com salários iniciais melhores do que os atuais e com uma amplitude bem maior, de modo que a remuneração ao final da carreira ainda seja competitiva. Isso evitaria o abandono da carreira, a falta de motivação dos professores e a busca por trabalhos secundários que acabam por afetar o desempenho dos professores no seu processo de ensino (MORICONI, 2008).

Logo,

> A ideia de que os professores do setor público devem ganhar salários compatíveis com o mercado está associada ao fato de que se espera que profissionais adequadamente remunerados contribuiriam para o melhor desempenho dos alunos. Ainda que não seja uma condição suficiente, ao menos seria uma condição necessária. Analisado sob outro prisma – seria um truísmo afirmar que para ter uma força de trabalho de alto nível é necessário que carreira e condições de trabalho, inclusive salários, sejam suficientes para atrair pessoas com o perfil desejado. (HIRATA et al, 2019, p. 195)

É importante ressaltar que nem sempre há consenso na afirmativa de que a remuneração dos professores brasileiros é baixa. Segundo Barbosa (2014), pesquisadores normalmente ligados à área da economia como Xiaoyan Liang, Werner Limarino, Cláudio Castro e Gustavo Ioschpe acreditam que a concepção de que professores brasileiros possuem baixos salários não é verdadeira e que são necessárias comparações para se estabelecer se os salários dos professores são realmente baixos.

No entanto comparar os salários dos professores com os salários de outras categorias não é uma tarefa tão simples quanto parece. Em primeiro lugar, comparações deste tipo devem considerar as exigências quanto à formação dos professores e dos demais profissionais. Isso normalmente não é considerado, ou seja, compara-se o salário de professores com o salário de profissionais cuja atividade não obriga formação em nível superior. Em segundo lugar, é necessário cuidado ao precisar quantidade de horas efetivamente trabalhadas ao comparar professores e outros profissionais. Normalmente os estudos que tentam demonstrar que a remuneração dos professores não é baixa cometem o grave erro metodológico de não considerarem as horas trabalhadas além das atividades presenciais de ensino como preparo de aulas, estudos e correção de provas. Isso deixa claro que o professor não é somente mal remunerado pelo trabalho em sala de aula como não é remunerado pelas atividades extraclasse (BARBOSA, 2014).

Nas linhas anteriores fizemos uma breve explanação do contexto atual das escolas e situação dos professores do ensino básico. Explicitamos a precariedade da infraestrutura e dos recursos tecnológicos e pedagógicos das escolas. Também nos propusemos a apresentar fatores desanimadores relacionados à atividade profissional dos professores da educação básica.

As dificuldades em lidar com a falta de recursos nas escolas, a desvalorização provocada pela insegurança, falta de plano de cargos e salários, a baixa remuneração e as longas jornadas de trabalho podem estar afetando significativamente a saúde física e mental dos nossos professores. Desta forma não seria motivo de espanto encontrar professores desmotivados e até mesmo resistentes ao engajamento em novas tecnologias e metodologias que pudessem sobrecarregar ainda mais suas atribuições e atividades inerentes à profissão.

O descaso com a educação pública no país e a discrepância entre as escolas públicas e privadas, já reconhecidos por pesquisadores e profissionais da educação, tornaram-se explícitos para a sociedade quando a partir de março de 2020 as escolas foram fechadas depois que a OMS declarou a Covid 19 como uma pandemia. Este será o assunto abordado no tópico a seguir.

3.2.8 O contexto da pandemia e as atividades não presenciais

No final de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recebeu alerta sobre o aumento de casos de pneumonia aguda na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Em 7 de janeiro de 2020 as autoridades chinesas anunciaram que o agente infeccioso havia sido identificado, tratava-se de um novo tipo de coronavírus. Estes vírus estão por toda parte, sendo o segundo maior responsável pelos casos de resfriado e que até o momento raramente provocavam doenças respiratórias mais graves do que um resfriado comum (OMS, 2021).

No entanto, entre sete coronavírus humanos já identificados, HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-COV (que causa síndrome respiratória aguda grave), MERS-COV (que causa síndrome respiratória do Oriente Médio), o vírus recentemente descoberto passou a ser denominado SARS-CoV-2 ou Novo Corona-Vírus sendo responsável pela doença COVID-19 (OMS, 2021).

Apesar da similaridade genética com o SARS-CoV, o SARS-CoV 2 apresenta enorme capacidade de disseminação e contágio, sendo, de acordo com a Sociedade Brasileira de Infectologia (SBI, 2020), capaz de contaminar grande número de pessoas, especialmente se estas estiverem em ambientes fechados. Além do mais, o novo coronavírus é capaz de provocar infecção respiratória grave afetando, em pouco tempo, grande extensão dos pulmões.

Com a evolução da doença e aumento expressivo de casos, que se estendiam não só na China, mas em outros, por exemplo, países da Europa, em 30 de Janeiro de 2020 a OMS classificou o surto do novo coronavírus como uma emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), considerado o mais alto nível de alerta da saúde da OMS (OMS, 2021).

Contudo devido ao aumento de casos e propagação do novo coronavírus em vários países e regiões pelo mundo, em 11 de março de 2020 a COVID-19 foi declarada pela OMS como uma pandemia. A gravidade da situação levou governos pelo mundo a adotarem várias políticas públicas na tentativa de controlar a disseminação do SARS-COV 2.

Para impedir o agravamento da pandemia, considerando ausência de qualquer tipo de tratamento ou vacinas, as políticas adotadas visaram principalmente o distanciamento físico que provocaram mudanças na forma de atuação em diversos setores. Assim, o fechamento das escolas foi uma das estratégias adotada na maioria dos países na tentativa de conter a disseminação de surtos da COVID 19 (BARBERIA; CANTARELLI; SCHMALZ, 2021). No Brasil, a negligência do governo federal e a falta de controle efetivo da pandemia obrigaram a permanência das escolas fechadas por um longo período, praticamente todo o ano de 2020 e a maior parte do ano de 2021.

Com as escolas fechadas, vários fatores se conjugaram à complexa teia que dá sustentação às políticas educacionais e a aprendizagem escolar pelo Brasil a fora. Por um lado buscou-se adequação didático-curricular das estratégias de ensino, da capacidade de mediação do professor com o uso de ferramentas tecnológicas, condições físicas, mentais e materiais para este novo contexto de trabalho. Por outro a diversidade de perfis sócio-econômicos entre os estudantes, as diferentes formas de organização familiar e a desigualdade de acesso a equipamentos e à internet, além dos diferentes graus de familiaridade e autonomia para a adesão dos estudantes ao ensino remoto (SEVERO, 2021).

Este cenário tornou ainda mais explícita as enormes desigualdades educacionais que vem aflingindo o país ao longo de muitos anos, constatado por inúmeras pesquisas (BARI, et al, 2018; BITTAR; BITTAR, 2012; FERREIRA, 2010; KUBOTA, 2020; MACEDO, 2021; QEDU, 2021; RIBEIRO, 1993; SAVIANI, 2018; TORRES, 2020). Apesar de alguns avanços recentes durante a democratização das instituições de ensino, a desigualdade por critério de raça, classe e gênero, além das diferenças regionais, continua a caracterizar o sistema de ensino brasileiro (MACEDO, 2021; SEVERO; 2021).

O fechamento das instituições de ensino demonstrou como permanecem atuantes os mecanismos de criação e reprodução das igualdades. A distância entre escolas públicas e escolas privadas, ricos e pobres tornou-se ainda maior uma vez que além das desigualdades educacionais e sociais, explicitaram-se as desigualdades digitais (MACEDO, 2021). Em 2020 este fato foi evidenciado pelo desinteresse e até recusa por parte do governo federal em adotar políticas educacionais focadas em conectividade.

> Deixados à própria sorte, coube às diversas escolas públicas, famílias e professores encontrarem soluções criativas e paliativas para tentar manter a conexão com seus estudantes que não tinham acesso à internet e a equipamentos digitais adequados (MACEDO, 2021, p. 4).

Cabe ressaltar que procedimentos de adaptação às realidades particulares de estudantes, escolas e comunidade já faz parte da rotina da maioria dos professores do Brasil, especialmente os que atuam na escola pública. Este foi mais um fato que se tornou visível à sociedade a partir do fechamento das escolas em função da Pandemia de Covid 19.

Assim, por adesão espontânea ou por condicionamentos institucionais, profissionais da educação passaram a compor um cenário de intensificação do uso de tecnologias digitais, não mais como ferramentas aliadas à prática docente, mas sim como elementos determinantes e indispensáveis a essa prática (SEVERO; 2021).

Porém diante das desigualdades, especificamente no campo digital, torna-se imprescindível lutar pela democratização do acesso à internet e manutenção da conectividade entre escolas públicas e estudantes nesses tempos de crise manter a conexão dos estudantes (MACEDO, 2021).

No entanto, Severo (2021, p. 4) recomenda atenção a discursos entusiasmados de agentes sociais que “proclamam a reinvenção da escola por ela estar usando recursos ou plataformas A ou B”, especialmente quando o discurso vem de quem desenvolve e comercializa esses instrumentos. Estas tendências indubitavelmente nos leva a alguns questionamentos:

> ... É possível fazer escola sem estar na escola? É possível construir a dinâmica da escola quando a escola já não existe como espaço ou cotidiano de aprendizagens? O projeto escolar se resume a aprendizagens que se dão individualmente por meio da instrução remota? A virtualidade dá conta de construir contextos para que as aprendizagens de crianças e jovens decorram de situações interativas com qualidade didática apropriada para o processo de reconstrução – e não meramente transmissão – do conhecimento e o desenvolvimento de sociabilidades mais plurais – e não meramente produtivas? (SEVERO, 2021, p. 4)

Para Macedo (2021) o processo de aprendizagem não se resume apenas à transmissão de conteúdo, a aprendizagem envolve diversas dimensões, é fundamental a sociabilidade presencial entre crianças e adolescentes. Se estas

questões não forem observadas, a garantia de conectividade e viabilização do ensino online funcionará apenas como medida paliativa neste momento de crise.

Apesar da indiscutível urgência e importância da democratização das tecnologias digitais e acesso à internet, cabe destacar que a reinvenção da escola não pode ser dependente exclusivamente da tecnologia. Caso contrário, estaremos amplamente reduzidos à lógica neoliberal, considerando que a proposta deste modelo social-econômico busca, desde seu surgimento, solução a problemas escolares relacionados a instrumentos operativos para o ensino, de modo a apagar as evidências e consequências sociais, políticas e pedagógicas que os constituem.

3.3. Métodos e técnicas

3.3.1 Aspectos metodológicos – A literatura científica e as Estratégias de Ensino Metacognitivo

Trata-se de uma pesquisa qualitativa com bases na proposta metodológica de Martins e Bicudo (2005). Segundo estes autores o foco da pesquisa qualitativa está centralizado no específico, peculiar, no individual, almejando a compreensão e não a explicação do fenômeno pesquisado. Neste tipo de pesquisa, uma das perguntas que busca a compreensão das questões lógicas e metodológicas é: *De que forma o pesquisador pode descobrir as qualidades essenciais a serem estudadas?* Dada a falta de clareza sobre os procedimentos lógicos e metodológicos seguidos, a resposta não é diferente, uma vez que não é dada a partir de padrões e procedimentos preestabelecidos como corretos. Na realidade essa resposta depende da *intuitividade* e da *habilidade* do pesquisador. O que acontece é que ele substitui correlações estatísticas por descrições individuais a as conexões causais objetivas por interpretações subjetivas derivadas de experiências vividas.

Para atender aos objetivos desta pesquisa, utilizamos os procedimentos metodológicos de uma Revisão Sistemática da Literatura. Este tipo de pesquisa procura reunir conhecimentos conhecidos dentro de uma área temática (GRANT,

2009), e pode ser definido como uma verificação das evidências sobre uma questão claramente formulada, utilizando métodos sistemáticos e explícitos com o objetivo de identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas primárias de relevância de modo a extrair e analisar dados dos estudos incluídos na revisão. (KHAN; TER RIET; GLANVILLE; SOWDEN; KLEIJNEN, 2001). Cabe ressaltar que os métodos utilizados devem ser transparentes e reprodutíveis (SOUSA; FIRMMINO; MARQUES-VIEIRA; SEVERINO; PESTANA, 2018).

Segundo Grant (2009), nos últimos anos com o estabelecimento de organizações como a Campbell Collaboration e o Grupo de Métodos Qualitativos da Cochrane, foi observada notáveis mudanças quanto ao desenho dos estudos e incorporação de métodos quantitativos, qualitativos e mistos. Por isto, Sousa et al (2018) afirmam que atualmente as revisões sistemáticas da literatura, apesar de apresentarem princípios e processos similares, podem variar assim como nos estudos primários, tanto em relação à extensão, abrangência e profundidade, quanto nos tipos de pergunta, dados e métodos utilizados.

De modo geral numa revisão sistemática a busca pelas referências é exaustiva e abrangente, recorre-se à avaliação da qualidade das pesquisas primárias para a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a síntese é tipicamente narrativa com acompanhamento tabular e a análise geralmente está focada em tópicos sobre o que é conhecido, as recomendações para a prática, o que permanece desconhecido, as incertezas em torno das descobertas e as recomendações para pesquisas futuras (GRANT, 2009).

Especificamente para esta pesquisa buscamos identificar nas EEM as teorias ou constructos complementares à teoria metacognitiva e os procedimentos utilizados em sua implementação, de modo a possibilitar a avaliação das potencialidades e limitações para reprodução das Estratégias de Ensino Metacognitivo analisadas, especialmente no contexto nacional.

O que propomos é uma pesquisa bibliográfica que segundo Oliveira (2007) corresponde a uma modalidade de estudo que analisa documentos de domínio científico como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos dicionários e especificamente neste caso, artigos científicos que contenham Estratégias de Ensino

Metacognitivo. Os artigos encontrados nas bases de dados foram submetidos aos procedimentos sistemáticos de organização de dados com os protocolos adequados às propostas deste trabalho.

Cabe ressaltar que o intuito desta pesquisa bibliográfica é trazer uma reflexão sobre como as estratégias de ensino metacognitivo, aqui selecionadas, abordam a teoria metacognitiva e teorias complementares e como são feitas suas articulações com o contexto do ensino. Além disso, a descrição dos procedimentos de aplicação das estratégias nos permite encontrar suas potencialidades e limitações, o que constitui os primeiros passos para a reprodução das estratégias no contexto escolar brasileiro.

Este trabalho se encontra no esforço em tentar pensar em propostas de aplicação das EEM no ambiente escolar. No entanto observa-se que por vezes alguns dos trabalhos que apresentam as estratégias pecam por não descrever detalhadamente como proceder no seu desenvolvimento.

Assim, foram selecionados estudos primários focados especificamente no ensino de Ciências da Natureza. (Física, Química e Biologia) nos níveis de ensino médio e fundamental e eventualmente superior em que são utilizadas estratégias com evocação explícita para o desenvolvimento da metacognição nos estudantes. Neste sentido, analisamos artigos que apresentam as estratégias descritas e que entendemos passíveis de reprodução na escola.

A partir das análises e apontamentos realizados, com base nas limitações e potencialidades encontradas, acreditamos na possibilidade de elaboração de propostas com as adequações necessárias para a aplicação das EEM no contexto escolar. Estas propostas seriam inicialmente desenvolvidas no âmbito teórico, podendo ser aplicadas e analisadas empiricamente em outra ocasião, fora dos objetivos centrais desta tese.

3.3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os trabalhos selecionados para o corpus desta pesquisa foram obtidos a partir de duas fontes: I. Revisão da Literatura com período temporal entre 1997 e 2017, realizada por (Maraglia, 2018); II. Revisão da Literatura com período temporal entre 2017 e 2021, realizada pelo autor. As pesquisas selecionadas apresentam Estratégias de Ensino Metacognitivo com resultados positivos e/ou promissores, que estejam

descritas parcialmente ou em sua plenitude e sejam passíveis de reprodução no contexto escolar e realidade dos professores brasileiros.

Assim foram incluídas pesquisas que apresentem a proposta de estratégia de ensino metacognitivo que:

- Estejam disponíveis nas bases de dados do Portal de periódicos da CAPES;
- Atuem na evocação intencional e explícita do pensamento metacognitivo do aprendiz;
- Fundamentem-se na definição de metacognição de Flavell (1979): *Um pensamento de segundo nível sobre a cognição, portanto, uma cognição sobre a cognição*;
- Sejam artigos de periódicos revisados por pares;
- Estejam escritos em Português ou em Inglês;
- Sejam voltados para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Química, Física e Biologia) assim como Ciências da natureza em que não esteja especificada a disciplina;

Para este trabalho foram excluídas pesquisas:

- Cujas estratégias não apresentem a descrição mínima para sua aplicação;
- Cujo objetivo seja apenas demonstrar a eficiência ou ineficiência da estratégia pesquisada, sem de fato apresentar como é possível efetuar sua reprodução.
- Cuja estratégia seja vinculada e passível de aplicação apenas em alguma plataforma específica da instituição de ensino onde tenha sido aplicada ou desenvolvida.
- Cuja Estratégia dependa de tecnologias e/ou recursos desconectados da realidade das escolas brasileiras.
- Cuja estratégia seja muito complexa e dependa de número excessivo de aulas e envolvimento de muitos professores para a sua realização.

Cabe ressaltar que estes dois últimos tópicos dos critérios de exclusão não foram inseridos para atribuir juízo de valor às estratégias, mas sim como critérios de escolha

para análise profunda das estratégias selecionadas ou para futura análise profunda das estratégias elegíveis, apresentadas nesta pesquisa.

3.3.3 A origem das fontes primárias

3.3.4 Revisão da Literatura – 1997 a 2017

Considerando que esta tese pretende dar continuidade a estudos iniciados no Laboratório de Currículo e Ensino (LCE), especificamente pelo Grupo de Estudos em Aprendizagem e Cognição (GEAC) parte das fontes primárias aqui elencadas foi recuperada e selecionada da literatura através de uma revisão realizada por Pedro Henrique Maraglia com o título, *Estratégias de Ensino Metacognitivas: Uma Revisão Sistemática da Literatura,* comunicada através de dissertação de mestrado entregue ao Programa de Pós-graduação Educação em Ciências e Saúde do Instituto Nutes da UFRJ em 2018.

Após aplicação de critérios explícitos e adequados para seus objetivos, Maraglia (2018) selecionou e recuperou da literatura 30 artigos nos quais conseguiu identificar 20 Estratégias de Ensino Metacognitivas (EEM) que foram propostas e/ou aplicadas pelos autores dos estudos primários nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática.

Considerado que a Revisão da Literatura de Maraglia (2018) utilizou recorte temporal que incluiu pesquisas realizadas entre as datas 1997 a 2017 verificamos a necessidade de realização de uma nova da Revisão Sistemática da Literatura com o intuito de atualizar o corpus de pesquisa da tese. Assim procedemos em uma atualização da revisão da literatura utilizando o recorte temporal de 2017 a 2021.

3.3.5 Revisão da Literatura – 2017 a 2021

Desenho do estudo

Para a atualização da revisão utilizamos Moher et al. (2010). Segundo os autores, a revisão busca responder uma questão claramente formulada utilizando métodos sistemáticos explícitos em que serão identificadas, selecionadas e criticamente avaliadas pesquisas relevantes ao tema de onde serão coletados e analisados dados de estudos incluídos na revisão (MOHER et. al, 2010).

O processo sistemático de revisão seguiu os seis passos conforme Silva; Velasquez; Nascimento (2021):

I. Definição da questão de pesquisa que será utilizada para conduzir as buscas;

II. Construção do protocolo de revisão deixando claras as características escolhidas para a condução da revisão como a escolha dos descritores e os bancos de dados;

III. Condução da busca planejada de modo a armazenar e organizar os textos e informações em lugares apropriados;

IV. Seleção entre os textos resgatados, daqueles adequados para responder a questão de pesquisa. No processo de seleção, aplicar os critérios de inclusão e exclusão de modo a selecionar apenas os textos adequados;

V. Extração dos dados ou significantes necessários para responder a questão;

VI. Síntese narrativa dos dados ou significantes que serão utilizados para responder a pergunta.

Assim para o desenvolvimento da revisão da literatura, nos dedicamos inicialmente na elaboração da pergunta de pesquisa utilizada para conduzir as buscas. Para tal, foi utilizada a estratégia PICo que representa um acrônimo para Participante, Interesse e Contexto. Esses três componentes são os elementos fundamentais de identificação e construção da pergunta de pesquisa para a busca bibliográfica de evidências (SANTOS; PIMENTA; NOBRE, 2007; SOUSA et al, 2018; ARAÚJO, 2020; SILVA, et al, 2021).

A pergunta elaborada segundo a estratégia PICo está representada no Quadro 2.

Sistematização	
Cenário	Estratégias de Ensino Metacognitivo
Questão	Quais estratégias de ensino metacognitivo encontradas na literatura apresentam descrição passível de utilização em sala de aula, nas disciplinas de ciências da natureza, no ensino básico no Brasil?
PICo	
Participante	Estratégias de ensino
Interesse	Metacognição
Contexto	Disciplinas de Ciências da Natureza (Física, Química, Biologia)

Quadro 2: Construção da pergunta de pesquisa usando a estratégia PICo. Fonte: Elaborado pelo autor

. **Estratégia de busca**

Uma vez que a questão de pesquisa foi formulada, a etapa seguinte foi a identificação e seleção dos termos relacionados a cada um dos componentes da estratégia PICo. Como estratégia de busca, foram utilizados operadores booleanos que permitiram os relacionamentos dos descritores e seus sinônimos na busca. Os operadores são representados pelos termos conectores AND, OR e NOT, sendo AND uma combinação restritiva, estabelece a interseção; OR uma combinação aditiva, soma os termos sinônimos e NOT uma combinação excludente, retira as palavras do conjunto. Os descritores mapeados para cada componente da estratégia PICo estão esquematizados no quadro 3.

Sistematização Segundo a estratégia PICo	Mapeamento
Participante	Estratégias de ensino OR "metacognitive strategy" OR "Learning Strategies" OR "Teaching Methods" OR "Teaching Strategies"
Interesse	Metacognition OR meta-cognitive OR metacognitive OR meta-cognition OR "meta cognitive" OR "meta cognition"
Contexto	"Physics" OR "Chemistry" OR "Biology" OR "Science Education" OR "Science Instruction" OR "Science Teaching"

Quadro 3: Mapeamento de descritores para a pergunta PICo: Fonte: Elaborado pelo autor

A pesquisa foi realizada em maio de 2021 em parceria com uma servidora da UFRJ, bibliotecária, lotada na Biblioteca do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho – Instituto de Doenças do Tórax (HUCFF/IDT), que auxiliou nos procedimentos de busca, seleção, transferência e armazenamento das referências.

Foram utilizadas quatro bases de dados bibliográficas, sendo elas: *Educational Resources Information Centre* (ERIC), o Portal de revistas científicas *Scientific*

Electronic Libray Online (SCIELO) e do Portal de Periódicos da CAPES: **Clarivate Analytics** - *Web of Science* (WOS) e **Elsevier** – *Scopus*. Essas bases foram selecionadas por serem pertinentes para a questão formulada, tendo ampla cobertura das publicações na área da educação, ciência e tecnologia.

Foram utilizados os filtros de tempo, recuperando artigos publicados a partir de 2017 até 2021; de idioma, selecionados português e inglês e de tipos de documentos para artigos científicos revisados por pares.

Foi definida a estratégia principal com os termos mapeados para P (Participante) e I (Interesse) e Co (Contexto), conforme Quadro 4.

Bases de Dados	Estratégias
ERIC	(metacognition OR meta-cognitive OR metacognitive OR meta-cognition OR "meta cognitive" OR "meta cognition") AND ("metacognitive strategy" OR "learning strategies" OR "teaching methods" OR "teaching strategies") AND ("physics" OR "chemistry" OR "biology" OR "science education" OR "science instruction" OR "science teaching") since 2017
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (metacognition OR meta-cognitive OR metacognitive OR meta-cognition OR "meta cognitive" OR "meta cognition") AND TITLE-ABS-KEY ("metacognitive strategy" OR "Learning Strategies" OR "teaching methods" OR "teaching strategies") AND TITLE-ABS-KEY ("physics" OR "chemistry" OR "biology" OR "science education" OR "science instruction" OR "science teaching")) AND PUBYEAR > 2016 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "english"))
SCIELO (ingles)	(metacognition OR meta-cognitive OR metacognitive OR meta-cognition OR "meta cognitive" OR "meta cognition") AND ("metacognitive strategy" OR "learning strategies" OR "teaching methods" OR "teaching strategies") AND ("physics" OR "chemistry" OR "biology" OR "science education" OR "science instruction" OR "science teaching")
SCIELO (português)	(metacognicao OR metacognitivo OR metacognitiva) AND ("estrategias metacognitivas" OR aprendizado OR ensino) AND (fisica OR quimica OR biologia OR ciencia OR ciencias)
Web of Science	Pesquisa por: TÓPICO: ((metacognition OR meta-cognitive OR metacognitive OR meta-cognition OR "meta cognitive" OR "meta cognition") AND ("metacognitive strategy" OR "learning strategies" OR "teaching methods" OR "teaching strategies") AND ("physics" OR "chemistry" OR "biology" OR "science education" OR "science instruction" OR "science teaching")) Tempo estipulado: 2017-2021. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.

Quadro 4: Estratégias de busca usadas em cada base de dados. Fonte: Elaborado pelo autor

Seleção dos estudos

Após realização das buscas nas diferentes bases de dados, os registros foram importados no gerenciador de referências Endnote Web para identificação das duplicações. E em seguida exportados para o aplicativo Rayyan (OUZZANI; HAMMADY; FEDOROWICZ; ELMAGARMID, 2016)

Este programa disponível para computadores ou *smartphones*. Foi desenvolvido para auxiliar pesquisadores no processo de seleção de revisões sistemáticas permitindo inclusão de colaboradores, tradutores, visualizadores. Estes podem conduzir a seleção individualmente, simultaneamente com as opções de cegamento dos participantes pelos botões *blind on* ou *blind off*. O Rayyan identifica e gera gráficos dos registros incluídos, excluídos, dúvidas e permite a visualização dos conflitos. A figura 11 apresenta o Layout do aplicativo utilizado na busca pelas Estratégias de Ensino Metacognitivo.

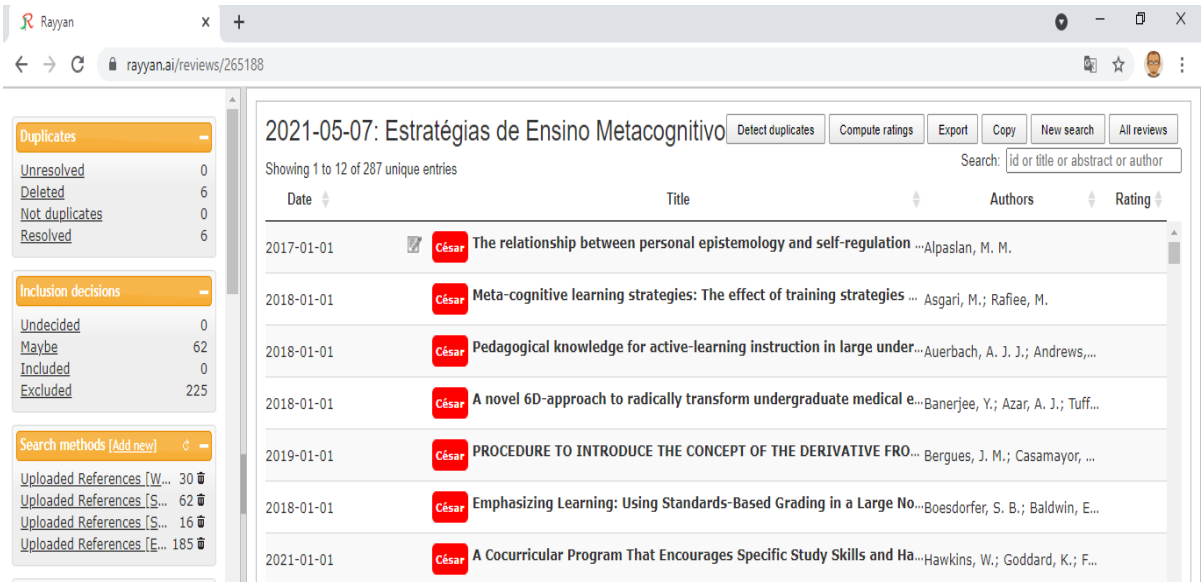


Figura 11: Rayyan – Revisão sobre Estratégias de Ensino Metacognitivo

O fluxo de busca e seleção dos artigos, apresentado na figura 12, foi organizado pelo uso da ferramenta *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) disponibilizada no Website http://www.prisma-tatement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram

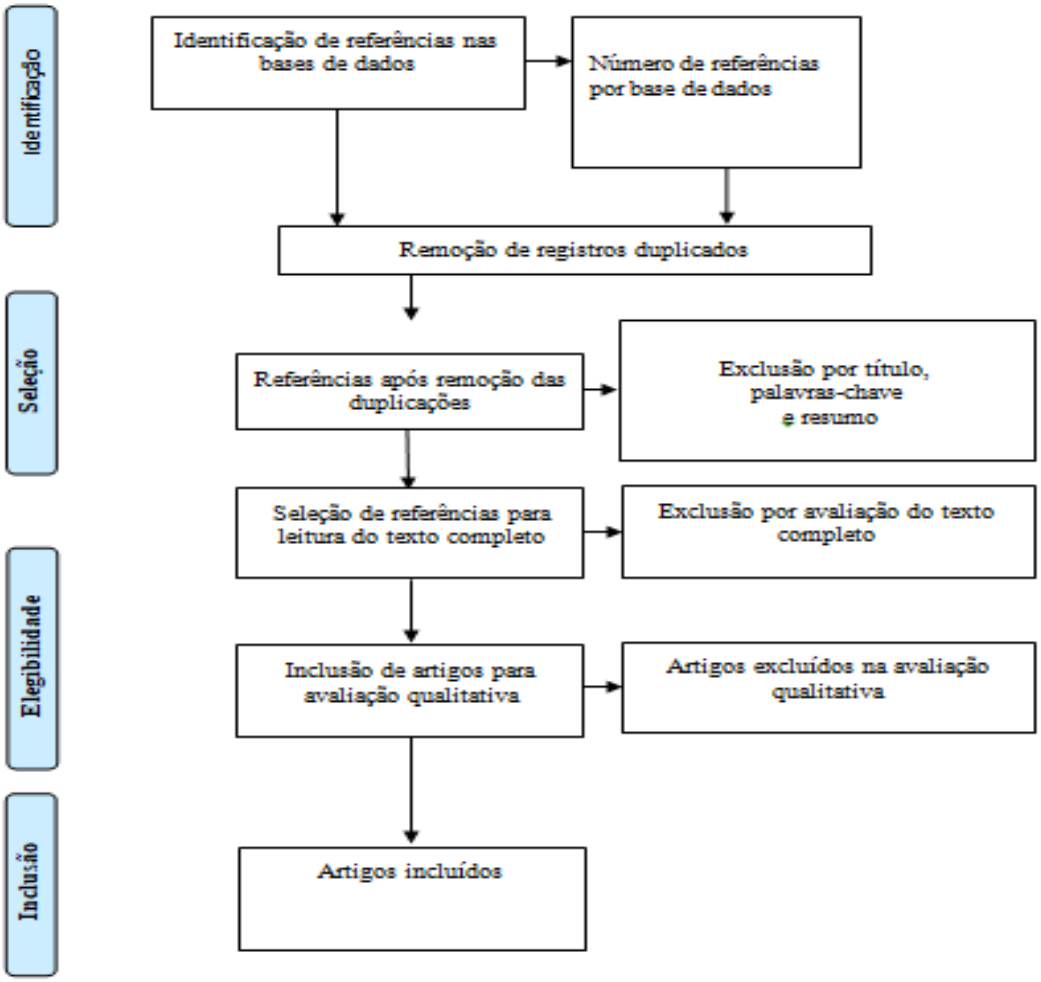


Figura 12: Fluxograma PRISMA
adaptado de http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram

A partir da seleção das referências foi realizada pela leitura dos títulos, palavras-chave e resumo. Os artigos incluídos pela leitura do resumo foram conduzidos para a leitura integral do texto. Após a leitura completa dos artigos e exclusão dos estudos não pertinentes, obtiveram-se os artigos selecionados para análise.

3.3.6 Instrumentos de avaliação dos conceitos e teorias e articulação com a estratégia e com a prática

Neste item explicitamos como foram avaliadas as pesquisas quanto sua elegibilidade, aplicando inicialmente os critérios de inclusão e critérios de exclusão e se há possibilidade de aplicação da estratégia a partir dos dados coletados nos artigos. Os artigos incluídos foram posteriormente apreciados criticamente quanto as suas aproximações teóricas, a articulação entre a teoria metacognitiva e outros constructos

utilizados, descrição dos procedimentos de aplicação e se os limites e potencialidades da EEM foram avaliados. Finalmente procedemos na extração dos significantes onde são identificados os objetivos, população do estudo, metodologia, resultados e conclusões dos autores além da descrição geral dos constructos presentes na estratégia e a dos procedimentos de aplicação.

Para este fim utilizamos Instrumentos adaptados de Soares e Yonekura (2011). Destacamos que estas autoras consideram de fundamental importância a articulação entre a teoria e a prática. Uma vez que, referindo-se às práticas dos profissionais [...] a:

> Desarticulação entre teoria e prática pode levar à falta de motivação no local de trabalho, à reprodução de procedimentos sem consciência dos conceitos subjacentes que embasam a interpretação de um fenômeno [...] e a consequente frustração de não promover superações nas práticas, estas só possíveis pela articulação ideia-ação e ação-ideia. (SOARES; YONEKURA, 2011, p. 1511).

Neste sentido apresentamos o instrumento de avaliação inicial (Quadro 5) que tem o objetivo de verificar se o estudo primário está dentro dos critérios de inclusão além de servir para averiguar se o modelo teórico foi descrito no estudo e se há possibilidade de reprodução da estratégia. O objetivo deste instrumento é a certificação inicial de que a investigação remete às referências teóricas, se descreve a aplicação da estratégia e se atende aos requisitos mínimos de inclusão propostas para os objetivos desta pesquisa.

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo:_____ **Título:** **Autores:** **Data:** **Estratégia**:				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa				
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo				
Há possibilidade mínima de reprodução da estratégia?				
Atende aos critérios de inclusão?				
Atende aos critérios de exclusão?				
Decisão inicial: [ ] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários:				

Quadro 5: Instrumento para avaliação inicial dos critérios de inclusão adaptado de Soares e Yonekura (2011)

O instrumento de avaliação apresentado no quadro 6 foi utilizado para a apreciação de componentes como categorias: conceitos e teorias utilizadas para fundamentar os

estudos, a correspondência entre as teorias metacognitivas e teorias complementares na EEM estudada, a existência de descrição dos procedimentos de aplicação e verificação inicial das potencialidades e limitações mencionadas pelos autores na ocasião da aplicação. Consideramos que algumas adaptações ao Instrumento de apreciação crítica de Soares e Yonekura (2011) foram necessárias para atender às necessidades e interpretações desta pesquisa.

Assim os questionamentos utilizados nos critérios de apreciação de Soares e Yonekura (2011), a saber: *1. A teoria foi claramente explicitada? 2. O modelo teórico utilizado encontra-se baseado em teoria única ou múltipla? 3. A metodologia escolhida está coerente com o que a teoria afirma? 4. A análise do estudo está coerente com o que a teoria afirma? 6. Os limites e potencialidades da(s) teoria (as) foram avaliados?* Foram substituídos pelos questionamentos explicitados no quadro 6.

Apreciação crítica				
Código do Estudo _____ Título: _____ _____ Autores: _____ _____ Data: ___/___/___				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?				
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?				
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?				
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?				
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?				
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?				

Quadro 6: Instrumento para apreciação crítica adaptado de Soares e Yonekura, (2011)

O instrumento de avaliação representado pelo quadro 7 tem o objetivo de retirar do texto os elementos comprobatórios da análise exploratória inicial. Neste instrumento são explicitados conforme o instrumento originario de Soares e Yonekura (2011): o *Fenômeno de interesse*, *o objetivo do estudo*, a *população de estudo* e *a metodologia (se houver)*. No entanto, como entre nossos objetivos estão a avaliação da articulação entre as teorias e constructos utilizados e possibilidade de aplicação das EEM, os

itens do instrumento originário; *Nome das teorias* e *descrição das teorias* foram substituídos pelos itens: *Aportes teóricos e constructos* utilizados, *a descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM* e ainda adicionado *descrição resumida da EEM*. No instrumento também estão explicitados resumidamente os resultados e as conclusões dos autores, estes dois últimos itens também mantidos do instrumento originário proposto por Soares e Yonekura (2011).

Ressaltamos que outras adequações foram realizadas junto aos instrumentos de avaliação. Assim utilizamos conceitos da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes (2003) que identificamos como apropriados para esta pesquisa. Então substituímos do instrumento de avaliação de Soares e Yonekura (2011) os termos "dados" pelos termos "significantes", ou seja, no instrumento de avaliação apresentado no quadro 7, usamos o termo "Extração de significantes" no lugar de "Extração de dados". Esta adequação foi realizada uma vez que para Moraes (2003, p. 194),

> Costuma-se denominar "dados" o corpus textual da análise. Entretanto, assumindo que todo dado torna-se informação a partir de uma teoria, podemos afirmar que "nada é realmente dado", mas tudo é construído. Os textos não carregam um significado a ser apenas identificado; são significantes exigindo que o leitor ou pesquisador construa significados com base em suas teorias e pontos de vista. Isso exige que o pesquisador em seu trabalho se assuma como autor das interpretações que constrói dos textos que analisa. Naturalmente nesse exercício hermenêutico de interpretação é preciso ter sempre em mente o outro polo, o autor do texto original.

Assim não consideramos adequada a utilização do termo "dado", uma vez que os significados foram elaborados ao longo da pesquisa a partir dos significantes encontrados no texto, nas nossas teorias e interpretações.

As alterações implementadas nas fichas de avaliação da referência originária (SOARES; YONEKURA, 2011) demonstram o caráter original destes instrumentos que agora, para esta pesquisa estão adequados conforme nossos objetivos.

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva:_____ **Código do Estudo**:_____ **Título:** _____ **Autores**:_____ **Filiação dos autores**:_____ **Ano:** _____ **Local de Publicação**:_____ **Data de extração**: _____	
Fenômeno de interesse	
Objetivo do estudo	
População de estudo	
Metodologia (se houver)	
Teoria: [ ] Aplicada [ ] testada [ ]criada [ ]discutida Teoria: [ ] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	
Descrição resumida da EEM	
Resultados	
Conclusões dos autores	

Quadro 7: Instrumento para extração de significantes adaptado de Soares e Yonekura, (2011)

3.3.5. Percurso metodológico para a descrição das EEM

Após a aplicação dos filtros automáticos, os artigos remanescentes foram avaliados, logo aplicamos a avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão, dos conceitos e teorias e da articulação da estratégia com a prática. Procedemos na descrição detalhada e aprofundada de algumas das estratégias de ensino metacognitivas selecionadas com o objetivo de apresentar os passos necessários para a sua reprodução.

Neste momento exploramos a abordagem, os constructos e os teóricos utilizados pelos autores dos estudos primários tanto em relação à teoria metacognitiva quanto em relação a outras teorias e constructos presentes e necessárias para o desenvolvimento e compreensão daquela estratégia. Também exploramos aportes teóricos externos ao estudo primário de modo a atualizar e ampliar a sustentação teórica da EEM com base nos nossos objetivos.

A execução do processo de análise dos significantes, desde as avaliações iniciais até o momento de aprofundamento, se deu entre idas e vindas em diferentes fases e níveis de leitura. Inicialmente pela leitura do título e resumo e posteriormente, quando pertinente, a leitura completa do artigo. Na fase da leitura completa, realizamos a leitura inspecional, ou pré-leitura (ADLER; DOREN, 2010) que corresponde a um nível de leitura superficial visando extrair as informações iniciais, com o objetivo de ganhar tempo, buscando reconhecer a estrutura do texto e identificar elementos de que valia a pena uma leitura mais profunda (PRATES; BETARELLO; FINELLI, 2016).

Apesar da importância dada à população do estudo (quando há), metodologia, resultados, discussão e considerações finais de cada estudo primário, a leitura exaustiva dos estudos se concentra especialmente na teoria metacognitiva, nas teorias e constructos subjascentes presentes nos artigos complementando a EEM e nos passos utilizados para a aplicação das estratégias junto aos estudantes. A importância desta ênfase às teorias e aos procedimentos de aplicação de cada EEM se deve ao fato de considerarmos que a partir destes itens, será possível compreender as suas relações com os objetivos da aplicação da EEM proposta pelos autores dos estudos primários.

A partir da identificação dos elementos acima citados, passamos a executar a Leitura Analítica, ou seja, uma leitura mais completa e aprofundada utilizando o tempo necessário para a compreensão do texto e extração completa dos significantes. Posteriormente utilizamos a Leitura Sintópica ou comparativa, neste caso, utilizando e comparando outras referências que tratam do mesmo assunto (ADLER; DOREN, 2010).

Estes dois últimos níveis de leitura (Analítica e Sintópica), conforme citado nas linhas anteriores se concentram especialmente nas teorias metacognitivas e autorregulação, nas referências sobre outras teorias e constructos presentes nas estratégias, nos aspectos didáticos observados e nos procedimentos de aplicação das EEM.

Entre as atividades desenvolvidas ao longo desta pesquisa está a descrição detalhada de parte das EEM selecionadas. Reforçamos que o objetivo da descrição das EEM vai além de simplesmente apresentá-las. As análises sobre os aspectos relacionados à abordagem teórica metacognitiva e das outras teorias complementares para a

construção das estratégias, assim como a descrição dos procedimentos de aplicação e reprodução da estratégia e a explicitação das potencialidades e limitações correspondem os passos que reconhecemos necessários para aproximar cada EEM da sala de aula especialmente no contexto nacional.

4. RESULTADOS

A literatura científica e as estratégias de ensino metacognitivo

4.1. Contexto geral

Após a busca exaustiva nas bases de dados e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, selecionamos estudos da literatura científica que nos forneceram a gama de informações necessárias para atender nossas demandas e responder as questões norteadoras.

Todos os trabalhos selecionados estão disponíveis nas bases de dados do Portal de Periódicos da Capes, publicados em português ou inglês, em periódicos cujos artigos são necessariamente revisados por pares. Na impossibilidade de manter remotamente o *login* vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro para acessar o conteúdo completo das bases de dados do Portal de Periódicos da Capes, houve um período sem acesso às publicações cujo conteúdo completo é pago. Após alguns meses foi possível utilizar o acesso remoto via CAFe – *Comunidade Acadêmica Federada*. Esta opção permite o acesso remoto ao conteúdo assinado do Portal de Periódicos disponível para a instituição à qual o autor desta tese possui matrícula funcional efetiva. Este serviço é provido pelas instituições participantes, ou seja, o nome de usuário e senha para acesso deve ser verificado junto à equipe de TI ou de biblioteca de suas respectivas instituições, promovido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).

4.1.1 Organização dos achados

O inventário inicial das pesquisas primárias encontradas nesta tese é proveniente de duas fontes conforme esclarecido anteriormente. A primeira das fontes, com recorte temporal entre 1997 e 2017, corresponde a uma revisão de literatura realizada no GEAC/Nutes/UFRJ, realizada por Pedro Henrique Maraglia em 2018 sob o título Estratégias de Ensino Metacognitivas: Uma Revisão Sistemática da Literatura (MARAGLIA, 2018). A segunda fonte, com recorte temporal entre 2017 e 2021, corresponde a uma atualização de revisão da literatura realizada pelo autor da tese utilizando a metodologia e técnicas descritas no capítulo anterior.

A revisão cujo recorte temporal é 1997 a 2017 selecionou 30 artigos nos quais foram identificadas 20 EEM. Da leitura integral dos 30 artigos e após a aplicação dos critérios

de inclusão e exclusão propostos para esta tese, selecionamos 7 artigos nos quais se encontrou 5 EEM. As estratégias selecionadas, provenientes do recorte entre 1997 e 2017 foram: 4E X 2, EMPNOS, MAPA CONCEITUAL, DIÁRIO DE APRENDIZAGEM, V DE GOWIN, MORE, AEM.

O quadro 8 apresenta as EEM distribuídas, os títulos dos artigos, autores e datas de publicação, dispostos em sequência de acordo com as datas de publicação, selecionados conforme os critérios de inclusão e de exclusão definidos para esta tese. Destacamos que estes trabalhos passaram a constituir o *Corpus* desta pesquisa.

EEM	Títulos e data	Autores
V DE GOWIN	*Utilização do "V de Gowin" como estratégia no ensino de Física e Química* (2001)	Machado, C e Gomes, C
4E X 2	*4E × 2 instructional model: uniting three learning constructs to improve praxis in science and mathematics classrooms.* (2009)	Jeff C. Marshall, Bob Horton e Julie Smart.
	Context-based chemistry teaching within the 4Ex2 model: Its impacts on metacognition, multiple intelligence, and achievement (2018)	Koçak Altundağ, C.
EMPNOS	*The effect of nature of science metacognitive prompts on science students' content and nature of science knowledge, metacognition, and self-regulatory efficacy.* (2010)	Erin Peters E Anastasia Kitsantas
DIÁRIO DE APRENDIZAGEM	*Writing about the Personal Utility of Learning Contents in a Learning Journal Improves Learning Motivation and Comprehension* (2012)	Kristin Schmidt, Julia Maier, Matthias Nückles
AEM	*Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física (2014)*	Cleci Werner da Rosa e José de Pinho Alves Filho
MAPA CONCEITUAL	*A metacognitive tool: theoretical and operational analysis of skills exercised in structured concept maps.*(2014)	Marie-Pierre Chevron.
	Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies. (2015)	Claudia Leopold e Detlev Leutner
	Concept Mapping: Providing Assessment of, for, and as Learning (2017)	Weichao Chen; Carla Allen
MORE	*Enhancing science teaching*.(2015)	Lori Carillo, Chris Lee, e Dawn Rickey.

Quadro 8: Estudos primários constituintes do *corpus* da pesquisa, datados entre 1997 e 2017.

Da atualização da revisão da literatura com recorte temporal entre 2017 e 2021 foram identificados inicialmente 336 artigos distribuídos entre as quatro bases de dados: ERIC (n = 206); Scopus (n = 76); Web of Science (n= 37); Scielo (n = 17). Após a

remoção dos 43 registros duplicados, sobraram 287 artigos. Destes 287 artigos, foram excluídos, pelo título, palavras chave e resumos, 225 artigos, ficando para a análise do texto integral 62 artigos. Da leitura integral dos 62 artigos, foram eliminados 51. Assim 11 artigos foram selecionados, dos quais ainda foram excluídos 3 após a leitura analítica. O resultado foi a seleção de 8 artigos que passaram a constituir parte do Corpus desta pesquisa. A figura 13 representa o fluxograma do processo de busca e seleção.

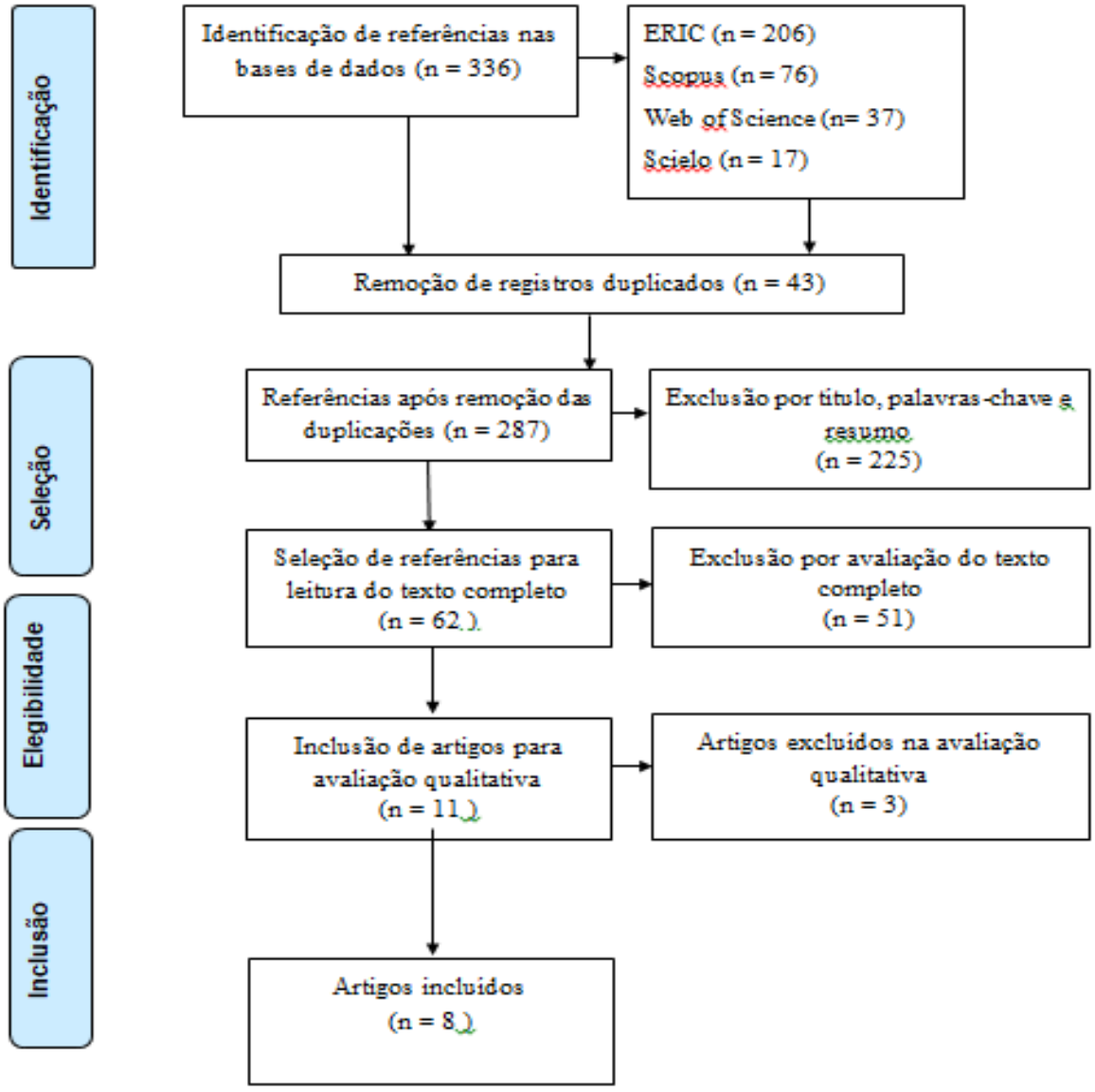


Figura 13: Fluxograma de busca e seleção dos artigos da revisão.
Adaptado de http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram

A figura 14 apresenta o Layout do aplicativo Rayyan com os artigos incluídos após aplicação dos critérios de seleção.

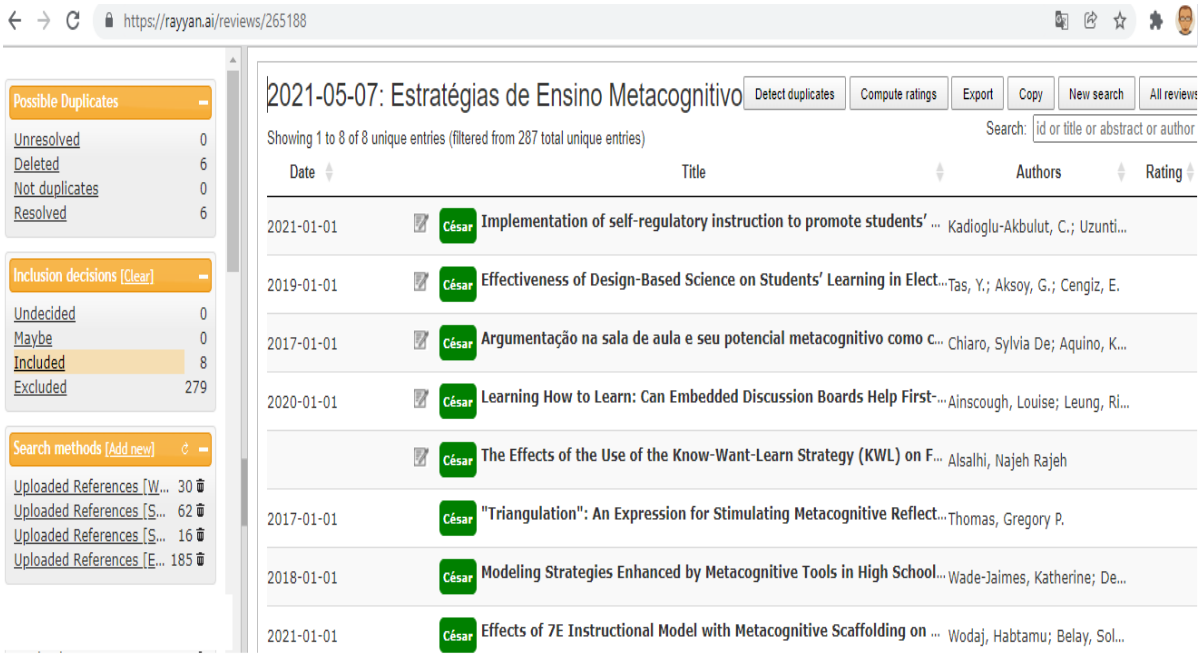


Figura 14: Rayyan – Relação de pesquisas selecionadas.

Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionadas 8 EEM adicionais, contidas em 8 pesquisas (Quadro 9). Cabe ressaltar que nesta revisão foram recuperados 2 artigos de estratégias que já haviam sido identificadas entre as pesquisas publicadas no período de 1997 a 2017. Por isso, esses dois artigos foram incluídos na análise posterior das estratégias, a saber: 1 artigo à EEM Mapa Conceitual e outro à EEM 4E X 2.

EEM	Títulos e data	Autores
Triangulação	Triangulation:' An expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet' representations for chemistry learning (2017)	Gregory P. Thomas
Argumentação	Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica (2017)	Sylvia De ChiaroI; Kátia Aparecida da Silva AquinoII
MFM	Modeling Strategies Enhanced by Metacognitive Tools in High School Physics to Support Student Conceptual Trajectories and Understanding of Electricity (2018)	Katherine Wade-Jaimes; Kadir Demir e Azhar Qureshi,
DBS	Effectiveness of Design-Based Science on Students' Learning in Electrical Energy and Metacognitive Self-Regulation (2018)	Yasemin Tas; Gökhan Aksoy e Ekrem Cengiz
Fórum de discussão	Learning how to learn: can embedded discussion boards help first-year students discover new learning strategies? (2020)	Louise Ainscough, Richard Leung; Kay Colthorpe
KWL	The Effects of the Use of the Know-Want-Learn Strategy (KWL) on Fourth Grade Students' Achievement in Science at Primary Stage and Their Attitudes towards it (2020)	Najeh Rajeh Alsalhi
SRI - GI	Implementation of self-regulatory instruction to promote students' achievement and learning strategies in the high school chemistry classroom (2021)	Cansel Kadioglu-Akbulut e Esen Uzuntiryaki-Kondakci
Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva	Effects of 7E Instructional Model with Metacognitive Scaffolding on Students' Conceptual Understanding in Biology (2021)	Habtamu Wodaj e Solomon Belay

Quadro 9: Estudos primários constituintes do *corpus* da pesquisa, datados entre 2017 e 2021.

4.1.2 O que trazem as Estratégias de Ensino Metacognitivo selecionadas da literatura? Uma argumentação coletiva

Após criteriosa análise, verificamos que os estudos selecionados correspondem a estratégias de ensino metacognitivo (MARAGLIA, 2018), ou Instruções de abordagem metacognitiva (ROSA; ALVES FILHO, 2014), pois atuam estimulando o desenvolvimento da metacognição ao mesmo tempo em que são ensinados conteúdos científicos. Também verificamos que todas as EEM atuam na evocação intencional e explícita do pensamento metacognitivo do estudante e as definições de metacognição que fundamentam os trabalhos, de forma direta ou indireta, correspondem às definições de Flavell (1976; 1979).

Além do mais, os trabalhos selecionados ajudam a enriquecer a argumentação e o debate em torno das questões norteadoras uma vez que trazem integrados à teoria metacognitiva outros constructos como, por exemplo, à depender do estudo, aprendizagem autorregulada com bases em Zimmerman e aspectos da Natureza da Ciência propostos por Mc Comas (PETERS; KITSANTAS, 2010), auto-observação, auto avaliação e reação com bases na teoria social cognitiva de Bandura (LEOPOLD; LEUTNER, 2015), Avaliação formativa de Black e Wilian (MARSHALL; HORTON; SMART, 2009), Argumentação em sala de aula e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CHIARO; AQUINO, 2017), Ciclos de aprendizagem autorregulada e Processos de investigação orientada (KADIOGLU-AKBULUT; UZUNTIRYAKI-KONDAKCI, 2021).

Cabe ainda ressaltar que os trabalhos selecionados apresentam suas peculiaridades. Alguns são mais detalhados e outros nem tanto quanto a descrição dos procedimentos para a sua reprodução no contexto escolar. Outros apresentam grau variado de capacidade de aplicação nas escolas, especialmente as públicas brasileiras.

Destacamos que alguns trabalhos selecionados, mesmo apresentando critérios para exclusão, foram incluídos no *corpus* desta pesquisa uma vez que verificamos, a partir de nossos conhecimentos tácitos e aporte teórico, a possibilidade de adaptar as EEM de modo que sejam utilizados no ensino básico em escolas públicas brasileiras.

Deste modo foram incluídos trabalhos que, em particular, pesquisaram sujeitos matriculados nos anos iniciais de cursos superiores, por exemplo, (AINSCOUGH; LEUNG; COLTHORPE, 2020) ou utilizaram tecnologias digitais como o Software *CmapTools* (CHEN; ALLEN, 2017), ambos podendo ser adaptados ao ensino básico, e às condições estruturais das nossas escolas.

4.1.3 Catálogo geral das estratégias selecionadas

Neste tópico listamos as estratégias de ensino metacognitivo brevemente descritas a partir das fichas de extração de significantes (tópico 3.3.6), integralmente apresentadas, de forma individual para cada EEM no anexo III desta tese.

As estratégias foram organizadas em duas categorias. Uma delas a categoria de estratégias que permitem a organização de conceitos e pensamento e a outra, a de estratégias que permitem o desenvolvimento da reflexão e avaliação.

Na categoria que permite a organização de conceitos e pensamento, o foco está no conteúdo e na organização dos conceitos a ele vinculados. Nas propostas desta categoria os conceitos e conteúdos são organizados a partir da utilização de procedimentos que atuam simultaneamente na organização do pensamento sob uma perspectiva metqacognitiva. Por outro lado, na categoria que inclui estratégias que permitem o desenvolvimento da reflexão e da avaliação, o foco se encontra no estímulo à reflexão incluindo planejamento, monitoração e avaliação ao longo da execução da tarefa enquanto o conteúdo científico introduzido.

Cabe ressaltar que as categorias não são mutuamente exclusivas, podendo uma estratégia permitir a organização de conceitos e pensamentos ao mesmo tempo em que atuam ou influenciam no desenvolvimento da reflexão e avaliação e vice versa. Ainda assim separamos as estratégias nestas categorias por entendermos que umas estratégias se enquadram melhor em uma categoria em detrimento da outra.

Estratégias para organização de conceitos e pensamento

V de Gowin

Apresentada em (MACHADO; GOMES, 2001) como uma estratégia alternativa para substituir os tradicionais relatórios produzidos durante a realização de experimentos em laboratório nas aulas práticas de ciências da natureza. Tem o objetivo de atenuar as dificuldades dos estudantes na articulação entre os aspectos conceituais e os aspectos metodológicos.

Com base em constructos do V de Gowin, da aprendizagem significativa e da metacognição, propõe-se para estudantes que não conhecem a estratégia, a

introdução do V de Gowin utilizando um exemplo bem simples sobre um assunto já conhecido.

Assim recomenda-se o estímulo a uma discussão sobre o tema escolhido de modo a extrair, dos estudantes, conhecimentos prévios a respeito do assunto. Na sequência orientar sobre a atenção às questões centrais, anotação das observações obtidas através do experimento e posterior transformação dos registros de modo a organizar as observações e possibilitar a elaboração da resposta à questão foco (ver item 4.2.3).

Segundo os autores da pesquisa primíria, a utilização do V de Gowin, sob a orientação metacognitiva pode estimular no estudante a reflexão sobre o próprio pensamento ao mesmo tempo em que inter-relaciona os procedimentos do experimento com a teoria científica relacionada.

Mapa conceitual

Estratégia apresentada em três artigos (CHEVRON, 2014; CHEN; ALLEN, 2017; LEOPOLD; LEUTNER, 2015) com diferentes propostas cujo ponto comum é a formulação de mapa conceitual. Um dos trabalhos (CHEVRON, 2014) tem o objetivo central de estimular a organização do pensamento dos estudantes enquanto também são organizados e inter-relacionados conceitos referentes a um conteúdo científico específico. Neste sentido o mapa conceitual pode atuar no desenvolvimento das habilidades metacognitivas necessárias à prática reflexiva e a aprendizagem ao longo da vida.

Outro trabalho (LEOPOLD; LEUTNER, 2015) envolvendo mapa conceitual tem o objetivo de aprimorar nos estudantes a compreensão de textos científicos através da orientação sobre autorregulação durante a elaboração de mapas conceituais. A estratégia é baseada nos constructos de mapa conceitual, autorregulação da aprendizagem e estratégias metacognitivas. Os autores consideram a possibilidade dos estudantes desenvolverem o controle do próprio processamento cognitivo ao aplicarem estratégias metacognitivas de planejamento, monitoramento e regulação da própria aprendizagem.

O terceiro trabalho envolvendo mapa conceitual (CHEN; ALLEN, 2017) é denominado pelos autores de mapa conceitual estruturado hierarquicamente dependente de

contexto, propõe uma estratégia focada na superação das dificuldades observadas durante a elaboração de mapas conceituais.

A proposta do estudo é que as habilidades exercidas durante a elaboração de mapas conceituais sejam caracterizadas e organizadas de forma precisa e operacional, em uma matriz bidimensional. A matriz bidimensional contém informações específicas do conteúdo, com base nas principais dimensões e categorias cognitivas da taxonomia de Bloom revisada. Este material é fornecido aos estudantes para que, em grupo, façam o seu preenchimento utilizem as informações para a elaboração do mapa conceitual.

Estratégia KWL

Apresentada na pesquisa de (ALSALHI, 2020), consiste na elaboração de um quadro contendo três colunas. No topo de cada coluna estão respectivamente as questões 1. *O que eu sei?* (Know – **K**). 2. *O que eu quero saber*? (Want – **W**) e 3. *O que eu aprendi?* (Learn – **L**).

Inicialmente o professor utiliza brainstorming com leitura, em grupo, com o objetivo de descobrir o que os estudantes sabem sobre o assunto (Know - **K**).

Posteriormente os estudantes são incentivados pelo professor a examinar e verificar os dados de seu próprio conhecimento para encontrar outros dados que relacionem o que sabem com o que estão aprendendo. Neste momento o principal papel do professor é o de motivar os estudantes a pensar sobre o que devem aprender e o que querem aprender. Essa é a etapa do “Want” (**W**)

Finalmente os estudantes preenchem a coluna - *O que eu aprendi?* (Learn – **L**) com as informações, especificamente relacionadas às questões e categorias desenvolvidas, que aprenderam em sala de aula. Cabe ressaltar que devem prestar uma atenção especial às informações que declararam desejarem aprender.

A proposta é melhorar o desempenho dos estudantes na aprendizagem de conteúdos de ciências e mudanças de atitude após a utilização da estratégia metacognitiva KWL. O objetivo do estudo foi verificar o efeito do uso da Estratégia KWL para melhorar o

desempenho dos estudantes na aprendizagem em conteúdos específicos de ciências e se houve mudança de atitude dos estudantes após o uso da estratégia.

Os resultados encontrados pelo autor do estudo primário são positivos tanto do ponto de vista do desempenho na aprendizagem do conteúdo científico quanto nas atitudes positivas detectadas nos estudantes que utilizaram a estratégia KWL.

Estratégia SRI – GI - self-regulatory instruction based on guided inquiry

SRI-GI consiste de uma instrução autorregulatória apresentada em (KADIOGLU-AKBULUT; UZUNTIRYAKI-KONDAKCI; 2021) baseada em investigação orientada. O objetivo do estudo foi investigar o efeito da SRI-GI sobre a utilização de estratégias de aprendizagem pelos estudantes e seu aproveitamento nos tópicos de Equilíbrio e solubilidade de ácidos e bases em curso de química do 11º ano. Além do mais foi investigado como o uso de estratégias de autorregulação pelos estudantes se modifica ao longo do estudo.

Estudantes organizados em grupos com funções bem definidas (supervisor, técnico e repórter) são orientados a escreverem em diários sobre as atividades desenvolvidas em laboratório. Os diários foram projetados com base nas três fases do processo de aprendizagem autorregulada de Zimmerman (2000; 2002): premeditação, desempenho e autorregulação, adaptados para cada conteúdo proposto ao longo de 12 semanas. O período de aplicação da estratégia pode variar em função do assunto escolhido pelo professor.

De acordo com os autores do estudo primário, os resultados revelaram que os estudantes submetidos ao SRI-GI utilizaram estratégias metacognitivas com mais frequência. Estas estratégias foram associadas com a aprendizagem autorregulada. Por conseguinte, os estudantes foram capazes de dar mais respostas corretas e/ou fornaceram mais explicações científicas completas quando compara\dos com o grupo controle.

Estratégias para desenvolvimento da reflexão e avaliação

Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos

O estudo apresentado em (SCHMIDT; MAIER; NÜCKLES, 2012) busca investigar se a utilidade e o valor pessoal dos conteúdos de aprendizagem influenciam no desenvolvimento da motivação e envolvimento dos estudantes nos processos de aprendizagem. O estudo investiga se a reflexão sobre a relevância de um determinado tópico de ciências é capaz de aumentar a motivação da aprendizagem dos estudantes e sua compreensão sobre o assunto. Consiste de uma estratégia que utiliza constructos de Escrita de diários de aprendizagem, Aprendizagem autorregulada, Utilidade pessoal e motivação.

Para o desenvolvimento da tarefa, os estudantes são solicitados para a escrita de diários de aprendizagem. Neste contexto recebem duas orientações cognitivas relacionadas a estratégias de elaboração e organização do diário e duas orientações metacognitivas que estimulam o monitoramento e o planejamento de estratégias corretivas. Os estudantes também recebem uma orientação para que se manifestassem sobre a utilidade pessoal do conteúdo de modo a refletir sobre a relevância pessoal do tópico

Os resultados apontaram que os estudantes que receberam orientação sobre utilidade pessoal incluíram mais declarações sobre o significado, propósito e relevância do tópico. A escrita sobre o significado, propósito e relevância do teve efeitos positivos consideráveis na motivação dos alunos para estudarem o assunto específico.

Atividades Experimentais Metacognitivas (AEM)

A pesquisa apresentada em (ROSA; ALVES FILHO, 2014) investiga a possibilidade de inserção de momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais de física no ensino médio.

O objetivo principal da estratégia está em fornecer subsídios para que os estudantes recorram ao pensamento metacognitivo durante e resolução das atividades experimentais. No entanto o núcleo central da pesquisa busca discutir a viabilidade da aplicação da estratégia em sala de aula.

A estratégia está baseada nos constructos da metacognição, Conhecimento Metacognitivo (FLAVELL; WELLMAN, 1977) que compreende os elementos Pessoa,

Tarefa e Estratégia, e do Controle Executivo Autorregulador detalhado em (BROWN, 1978; 1987) que compreende os elementos Planificação, Monitoração e Avaliação.

A execução da estratégia inclui três estapas. Inicialmente a etapa de planejamento envolve momentos pré-teoria, objetivos, descrição do material/equipamentos, formulação de hipóteses e resgate dos conhecimentos teóricos necessários à realização da atividade. Na sequência ocorre a etapa experimental, relacionada com a execução da tarefa. Utiliza-se neste momento a operação do planejamento, o elemento metacognitivo da monitoração, teste de hipóteses e manuseio de equipamentos. Por fim, na etapa pós-experimental, ocorre o fechamento e discussão dos resultados obtidos, representando o momento em que o conhecimento é construído enquanto os estudantes interpretam, confrontam e discutem seus resultados (ROSA; ALVES FILHO, 2014).

Ao final de cada etapa da AEMc ao longo do processo, os estudantes recebem questionamentos metacognitivos que funcionam como *prompts* de orientação para a evocação do pensamento metacognitivo. Estes questionamentos organizados em blocos encontram-se agregados aos roteiros-guia dos professores, utilizados pelos estudantes ao longo das atividades.

A utilização de questionamentos metacognitivos e sua relação com os componentes metacognitivos: Conhecimento Metacognitivo que inclui os elementos Pessoa, Tarefa e Estratégia (FLAVELL; WELLMAN, 1977) e Controle Executivo Autorregulador que inclui os elementos da Planificação, Monitoração e Avaliação (BROWN, 1978; 1987) é detalhado em (ROSA, 2011; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020), respectivamente resumido e organizado conforme segue:

> Identifica este assunto com outro já estudado? Qual o sentimento em relação a este conhecimento? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Apresenta limitações neste tema?" [...] Entendeu a tarefa? Identifica-a com outra já realizada? Julga ter facilidade ou dificuldade em realizar tarefas como a proposta? [...] Dispõe do que precisa para executar a tarefa? Há outras possibilidades de realização da tarefa? Conhece estratégias para resolver este tipo de problema? [...] Identifica por onde deve iniciar? Como organizar as informações apresentadas na atividade? [...] Compreende bem o que está fazendo? Qual o objetivo desta atividade? A estratégia que utiliza é adequada? Tem domínio do que está executando? Há necessidade de retomar algo? O planejado está funcionando? [...] Consegue descrever o que realizou e como realizou? Qual era o objetivo proposto inicialmente? Houve necessidade de rever algo durante a realização da atividade? Qual o resultado da atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? (ROSA, 2011, p. 102)

Conforme Rosa e Alves Filho (2014) as atividades experimentais escolares são habitualmente realizadas em grupos. E os resultados apontam que de modo geral o modelo de AEM é capaz de estimular nos estudantes a evocação do pensamento metacognitivo durante o desenvolvimento das atividades experimentais.

Cabe destacar que o estudo é apoiado no trabalho de (ROSA, 2011) e o uso dos questionamentos metacognitivos, inseridos por meio de *promps* orientativos, foi posteriormente aprimorado para a solução de problemas de física em (ROSA; GHIGGI, 2018) e associado à abordagem didática por indagação em (ROSA; MENESESVILLAGRÁ, 2020).

MORE - (Modelo-Observação-Reflexão-Explicação)

A estratégia apresentada em (CARILLO; LEE; RICKEY, 2015) busca o aprimoramento do ensino de ciências através da orientação de modo que estudantes possam pensar como um cientista ao longo de um processo de investigação. MORE é apresentado na forma de quadro de pensamento que inclui suporte para descoberta guiada, desenvolvimento da metacognição e exploração de conceitos através da investigação científica.

A estratégia MORE está baseada em constructos referentes a modelos, metacognição e aprendizagem significativa, embora estes dois últimos sejam pouco explorados.

A execução da estratégia consiste na utilização de uma estrutura de pensamento cujos passos induzem a uma organização lógica para desenvolvimento de uma atividade investigativa. Assim na fase de exploração do **Modelo**, os estudantes são incentivados a usar palavras e imagens para representar sua compreensão atual respeito do sistema a ser investigado. O objetivo é tornar o estudante consciente dos seus entendimentos atuais. Na fase de **Observação**, os estudantes, após descreverem seus modelos iniciais, observam cuidadosamente os procedimentos referentes ao experimento. A **Reflexão**, que deve ocorrer durante e depois do experimento, pode ser estimulada por perguntas feitas pelo professor (Conforme descrito no anexo III). Finalmente a fase de **Explicação** na qual através de discussões que ocorrem em pequenos grupos, os estudantes são solicitados para refinarem seus

modelos pessoais através da explicação de como seus modelos atuais diferem dos modelos iniciais.

Apesar dos resultados apresentados serem parciais, os autores afirmam que MORE pode levar os estudantes a se conscientizarem de suas ideias pessoais e os obriga a analisar e revisar essas ideias à luz de evidências experimentais.

Triangulação

A estratégia proposta por Thomas (2017) tem como objetivo estimular a reflexão metacognitiva dos estudantes através do uso contínuo do termo *triangulação* para ensinar explicitamente o modelo trigêmeo de representações da química. O modelo do trigêmeo ou trio da química se refere à consideração consciente do fenômeno químico nos níveis *macroscópico, sub-microscópico* e *simbólico*.

Baseado nos constructos do trio de química, triangulação e metacognição a aplicação da estratégia consiste primordialmente nos seguintes passos:

- O professor apresenta o trio de representações em química, destacando os significados de cada vértice (ver anexo IV);

- O professor propõe um exemplo simples (sobre solubilidade) para o preenchimento das caixas dos vértices;

- O professor orienta, com perguntas metacognitivas, todos os passos para a aplicação da triangulação e como preencher as caixas dos vértices com as descrições empíricas, teóricas e comunicativas;

- Após as triangulações, o professor sugere a socialização e explicação dos triângulos com toda a classe como recurso de avaliação formativa.

Os autores apontam que a explicação e uso contínuo do termo e, aplicação da triangulação pode atuar como elemento-chave para a mudança na orientação metacognitiva e no conhecimento metacognitivo procedimental dos estudantes.

Estratégia de Argumentação em sala de aula

Apresentado em (CHIARO; AQUINO, 2017) corresponde a um estudo que propõe a utilização de uma ferramenta analítica que auxilie na compreensão sobre o potencial metacognitivo da argumentação focado na Ciência, Tecnologia e Sociedade. O

trabalho busca refletir sobre a possibilidade de desenvolvimento do pensamento metacognitivo, através de uma estratégia que propõe situações de argumentação durante a construção de conhecimentos relacionados a questões de natureza sócio-científica.

Com base em constructos da Argumentação, da Metacognição e da Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), a estratégia consiste numa sequência didática que aborda um tema controverso (Radioatividade) no qual os estudantes realizam quatro escritas intercaladas com três debates.

Na primeira aula os estudantes são orientados a responderem individualmente a seguinte questão: *Radioatividade: vida ou morte?* Após esta que corresponde à 1º escrita, a professora estimula o 1º debate. Na mesma aula os estudantes são orientados a responderem uma nova questão (2ª escrita): *Qual sua opinião sobre o tema 'Radioatividade: vida ou morte' neste momento e como chegou a ela?*

Na sequência, a atividade continua em casa. Neste momento os estudantes, orientados anteriormente, realizam a leitura de textos e buscam outras fontes de pesquisa.

Na aula seguinte ocorre o 2º debate. Nesta mesma aula, após o 2º debate, os estudantes são solicitados a responderem a mesma pergunta: *Qual sua opinião sobre o tema 'Radioatividade: vida ou morte' neste momento e como chegou a ela?* Esta resposta constitui a 3ª escrita.

Após a 3ª escrita, ao longo de um mês, são lecionadas aulas teóricas sobre o assunto (radioatividade) e também ocorre a preparação para o debate estruturado. Finalmente ocorre o debate estruturado (3 debate) e após este debate, novamente os estudantes são solicitados a responderem a mesma pergunta: *Qual sua opinião sobre o tema 'Radioatividade: vida ou morte' neste momento e como chegou a ela?* Esta resposta corresponde à 4ª escrita.

As análises indicaram intenso movimento metacognitivo nos estudantes durante a construção dos posicionamentos e conhecimento ao longo da realização da atividade. Segundo as autoras, a organização discursiva da argumentação pode constituir uma

alternativa para afloração de formas sofisticadas de pensamento com o pensamento crítico e reflexivo.

Estratégia MFM – Modelagem com Ferramentas Metacognitivas

A estratégia apresentada em (WADE-JAIMES; DEMIR; QURESHI, 2018) tem o objetivo de aumentar a capacidade dos estudantes de usar e dar sentido aos modelos, através do uso e ensino explícito de ferramentas metacognitivas. O estudo, que apresenta esta estratégia, examina como a inclusão explícita de ferramentas metacognitivas durante a instrução com modelagem é capaz de impactar a compreensão dos estudantes sobre conceitos de eletricidade.

Com base em constructos da Modelagem, da Metacognição e de Mudança Conceitual, os pesquisadores/instrutores procederam com a instrução cuja sequência de atividades de modelagem era intercalada com reflexões individuais, discussões em grupo, discussões com toda a turma e construção progressiva de um pôster. Os títulos, os propósitos e os dados coletados / ferramentas metacognitivas estão detalhadamente apresentados no anexo VI.

Segundo os autores do estudo primário, os dados obtidos das reflexões iniciais realizadas pelos estudantes apontaram que após discussão e elaboração inicial do pôster, os estudantes mudaram suas respostas, porém não necessariamente de acordo com a resposta cientificamente aceita.

No entanto, após utilizarem as informações da analogia para compreensão de conceitos mais abstratos (descrito no anexo VI) os estudantes passaram a incorporar novos conceitos aos modelos mentais existentes. Desta forma, ao longo do desenvolvimento das atividades, após a exploração física, discussão e uso da analogia, a maioria dos alunos passou a concordar com a resposta cientificamente aceita.

Estratégia DBS - Design-Based Science

A estratégia DBS apresentada em (TAS; AKSOY; CENGIZ, 2019) tem o objetivo de melhorar a aprendizagem em ciências e aprimorar o uso de estratégias metacognitivas por estudantes através de instrução de ciência baseada em projeto. O estudo buscou investigar se houve vantagem do grupo experimental (que utilizou

DBS) sobre o grupo controle (não utilizou DBS) em relação à aprendizagem de conteúdo sobre energia elétrica e uso de estratégias metacognitivas. O estudo também investigou o que os estudantes pensam a respeito de suas experiências com a instrução DBS.

Com base nos constructos da Ciência Baseada em Projeto e da Autorregulação Metacognitiva a aplicação da estratégia inclui apresentação de vídeos sobre projetos de engenharia; formação de grupos de estudantes; fornecimento de planilha denominada “Guia de projeto de engenharia”; Aplicação dos estudos em dois módulos, cada um apresentando as seguintes estapas: i. encontrar o problema; ii. Pesquisar possíveis soluções; iii. escolher melhor solução; iv. construir um protótipo; v. testar e apresentar o protótipo.

Os resultados apontaram vantagens na aprendizagem em energia elétrica e no uso de estratégias metacognitivas no grupo experimental em relação ao grupo controle. Os autores afirmam que os estudantes se tornam mais conscientes de seu próprio pensamento e aprimoram suas estratégias de autorregulação metacognitiva à medida que fazem investigações, constroem protótipos, avaliam os projetos dos colegas e testam os protótipos durante a instrução DBS.

Fórum de discussão

O objetivo desta instrução apresentada em (AINSCOUGH; LEUNG; COLTHORPE, 2020) é auxiliar os estudantes a obterem novas estratégias de aprendizagem a partir do uso de fóruns de discussão em pequenos grupos para compartilhamento de estratégias de aprendizagem entre os estudantes. Construiu-se a hipótese de que a intervenção com fórum de discussão apresentaria aos estudantes novas estratégias de aprendizagem que permitiria o aumento do repertório de estratégias e, por conseguinte, melhora no desempenho nos exames.

Ao longo do semestre os estudantes foram submetidos a 3 tarefas de meta aprendizagem. Na primeira, eles foram solicitados a responderem as seguintes perguntas: *1. Que estratégias de aprendizagem você usou no passado? Anote todas as estratégias que você pode imaginar que já usou. 2. Em qual dessas estratégias você mais confia e por que acha que é a mais eficaz para você?*

Os estudantes foram orientados a consultarem o quadro de discussão do grupo da tarefa anterior. Durante a segunda tarefa de meta-aprendizagem, foram solicitados para responderem a seguinte pergunta: *Quais das estratégias postadas pelos membros do seu grupo (se houver) são novas para você e vale a pena tentar, antes do exame do meio do semestre? Por que você acha que essas estratégias podem ser úteis?*

Durante a tarefa de meta-aprendizagem final, os estudantes foram solicitados a responderem as seguintes questões: *1. Liste todas as estratégias de aprendizagem que você usou pela primeira vez ou que modificou neste semestre. 2. Se você usou estratégias novas ou modificadas neste semestre, onde aprendeu sobre essas estratégias?*

Os resultados demonstraram que 91% dos estudantes identificaram pelo menos uma nova estratégia, 76% desses estudantes implementaram uma nova estratégia ou modificaram uma estratégia utilizada anteriormente. Apesar do desempenho acadêmico não ter se modificado significativamente entre os semestres para ambos os grupos (adotantes e não adotantes), 83% dos estudantes indicaram que o fórum de discussão foi útil. Os 17% restantes dos alunos não acharam útil o fórum de discussão. .

Segundo os autores, os resultados apontam que a identificação de novas estratégias pode ser o primeiro passo, no entanto os estudantes precisam julgar a eficácia ou não de uma nova estratégia. Logo as intervenções de aprendizagem autorregulada devem expandir o diálogo de modo a oportunizar aos estudantes a discussão sobre tipos e eficácia das estratégias de aprendizagem utilizadas pelos colegas.

Modelo Instrucional 7E com orientação metacognitiva

A estratégia apresentada em (WODAJ; BELAY, 2021) foca na utilização do modelo instrucional 7E (Elicitação, Engajamento, Exploração, Explicação, Elaboração, Avaliação – "*Evaluation"* e Extensão) utilizando o suporte metacognitivo de planejamento, monitoramento e avaliação durante a aprendizagem de conceitos de biologia.

Os autores utilizaram constructos da Metacognição, Aprendizagem Significativa, Equívocos e do Modelo Instrucional 7E para comparar o uso do modelo instrucional

7E com suporte metacognitivo, comparado modelo instrucional 7E sozinho, abordagem convencional com suporte metacognitivo e abordagem convencional sozinha. O estudo não deixa claro como os procedimentos de aplicação foram adotados.

Os resultados apontaram que o modelo instrucional 7E com suporte metacognitivo foi significativamente superior na melhora da compreensão dos conceitos de biologia e na redução dos equívocos quando comparados com os outros modelos testados.

Modelo instrucional 4E X 2

Modelo instrucional apresentado por (MARSHALL, et al., 2009) que inclui quatro fases (4E) que correspondem a Engajamento, Exploração, Explanação e Extensão. Ao londo do desenvolvimento das fases são utilizadas orientações metacognitivas que induzem à reflexão metacognitiva e à avaliação formativa.

Entre os objetivos do modelo 4E X 2 está a possibilidade de implementação de experiências de aprendizagem profundas e significativas com base em investivação, a incorporação da reflexão metacognitiva utilizando questionamentos eficazes, facilitação de prática com foco na aprendizagem formativa e melhora no desempenho, servir como ferramenta de diagnóstico para professores e fornecer método pragmático para solucionar falhas instrucionais

Com base nos constructos de modelos de instrução por investigação, da reflexão metacognitiva e da avaliação formativa, a execução do 4E X 2 se desenvolve através de fases bem definidas (4E) em que são propostas questões representativas, com orientação metacognitiva, específicas para cada fase. Entre uma fase e outra, são propostas atividades para estimular a reflexão metacognitiva e a avaliação formativa.

O Modelo 4E X 2 oferece mecanismos dinâmicos para a orientação de professores para o desenvolvimento de oportunidades de aprendizagem de forma interativa exigindo do estudante, ao longo do desenvolvimento da atividade, que parem, pensem, interajam, repensem, reflitam e registrem seus padrões de solução, além de explorar outras opções de solução.

EMPNOS

Intervenção de desenvolvimento, denominada *Embedded Metacognitive Prompts based on Nature of Science* (EMPNOS) que traduzido corresponde a “Comandos Metacognitivos Embutidos baseados na Natureza da Ciência”. Apresentada por (PETERS; KITSANTAS, 2010) tem o objetivo de introduzir o conhecimento sobre a Natureza da Ciência Utilizando comandos ou orientações metacognitivas em uma unidade de investigação sobre conteúdo científico específico.

Com base em constructos da Natureza da Ciência, da Metacognição e da Aprendizagem Autorregulada, consiste numa atividade que utiliza listas de verificação contendo comandos ou orientações metacognitivas para desenvolver no estudante o pensamento sobre a Ciência da Natureza. As listas de verificação são organizadas em quatro fases (Observação, Emulação, Autocontrole e Autorregulação) referentes ao desenvolvimento da autorregulação segundo Zimmerman.

Os resultados apontam que grupos que receberam instruções com base na EMPNOS demonstraram ganhos significativos relacionados ao conteúdo científico e a na tureza da ciência. Sob influência das orientações metacognitivas os estudantes foram capazes de estabelecer uma estrutura conceitual mais ampa e compreensão mais sofisticada sobre o conteúdo científico e sobre a natureza da ciência.

4.2. Análise profunda das estratégias de ensino metacognitivo selecionadas

Entre as 15 Estratégias de Ensino Metacognitivo selecionadas e analisadas, aprofundamos nossos estudos em 5 delas, conforme será apresentado detalhadamente neste tópico.

8 Estratégias de Ensino Metacognitivo, apesar de enquadradas nos critérios de inclusão, além de apresentarem grande potencial de reprodutibilidade, não tiveram ênfase na descrição e maior aprofundamenteo quanto à teoria metacognitiva, outros constructos e procedimentos de aplicação por variados motivos.

Não nos aprofundamos, por exemplo, na EEM Triangulação (THOMAS, 2017) devido à especificidade em relação à disciplina de química. Thomas (2017) utilizou elementos chave e conceitos exclusivos da disciplina de química, trio da química, e todo o desenvolvimento foi baseado nesses conceitos. Já a EEM MFM (WADE-JAIMES et

al., 2018) apresentou um conjunto muito extenso, sendo necessário mais do que 12 aulas para um conteúdo relativamente curto, dessa forma entendemos que inicialmente não seria interessante para a realidade brasileira.

Outra estratégia que entendemos ter potencial, mas que não teve seu conteúdo analisado mais profundamente foi a EEM DBS (TAS et al., 2018). Apesar de o artigo estar publicado em inglês, as guias de projeto de engenharia, propostas pelos autores para a execução da EEM, não estão disponíveis. E mesmo quando disponibilizadas solícitamente pela autora do trabalho, a Professora Yasemin Tas do Departamento de Matemática e Educação Científica da Faculdade de Educação da Universidade Ataturk, Erzurum, Turquia, as guias de projeto encontram-se escritas em Turco, língua em que a EEM foi aplicada junto aos estudantes. A barreira linguística observada neste fato apresentou-se, neste momento, como uma limitação para o aprofundamento do conteúdo e possível reprodução da EEM.

O mesmo ocorreu com a EEM SRI – GI (KADIOGLU-AKBULUT; UZUNTIRYAKI-KONDAKCI, 2021) que apesar do reconhecido potencial para sua reprodução no ambiente escolar brasileiro, a barreira linguística provocada pelo fato dos procedimentoas de aplicação estarem na língua Turca, também foi considerado uma limitação para o aprofundamento do conteúdo desta EEM nesta tese.

A EEM Forum de discussão de (AINSCOUGH et al., 2020) também não foi analisada com maior profundidade uma vez que carece de muitas adequacões para que seja implementado no ensino básico em escolas brasileiras. O mesmo ocorreu com o Modelo instrucional 7E (WODAJ; BELAY, 2021) cuja aplicação dos ciclos 7E não ficou evidente, carecendo de maior dedicação para um melhor aprofundamento da análise dos conteúdos desta EEM. Já a EEM KWL (ALSALHI, 2020) apresentou-se relativamente simples e seu conteúdo foi explicitado junto à EEM 4E X 2 (MARSHALL, et al., 2009) detalhada a seguir.

Outras 2 EEM; i. AEM – Atividades Experimentais Metacognitivas (ROSA, 2011; ROSA; ALVES FILHO, 2014; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020); e ii. Argumentação em sala de aula (CHIARO, 2006; CHIARO; AQUINO, 2017), não foram analisadas com maior profundidade nesta tese uma vez que os estudos primários apresentaram linguagem explicitamente adequada aos objetivos do autor desta tese,

além do público alvo ser justamente estudantes de ensino básico de escolas públicas brasileiras.

Na EEM AEM, por exemplo, Cleci Rosa propõe a Atividade Experimental Metacognitiva para estudantes do primeiro ano do ensino médio, em escola pública. Os estudos propostos pela autora, cuja aplicação se distribui em três fases, 1. Pré-teoria; ii. experimental e iii. pós-experimental, apresentam a adequação e nível de detalhamento suficientemente satisfatório para a elaboração de sequências didáticas adaptáveis a outras disciplinas e conteúdos das ciências da natureza.

O mesmo pode-se dizer sobre a proposta de trabalho apresentada por Sylvia de Chiaro. Neste caso, exploração da argumentação em sala de aula, ao propor debate entre estudantes o 3º ano do ensino médio acerca de conteúdos relacionados aos efeitos da Radioatividade. Assim como a proposta de Cleci Rosa, na Argumentação em sala de aula, a descirção dos procedimentos de aplicação, o nível de adequação aos estudantes, professores e estrutura das escolas públicas do Brasil apresentou-se satisfatório para uma possível reprodução no ambiente escolar, inclusive com possibilidade de adaptação a diferentes conteúdos e disciplinas das ciências da natureza.

Assim, entre as EEM selecionadas elencamos 5: i. EMPNOS (PETERS; KITSANTAS, 2010); ii. 4E X 2 (MARSHALL, et al., 2009); iii. Diários de Aprendizagem (SCHMIDT, et al., 2012); iv. Mapa conceitual (CHEVRON, 2014; LEOPOLD; LEUTNER, 2015; CHEN; ALLEN, 2017); e v. V de Gowin (MACHADO; GOMES, 2001), cujo conteúdo foi aprofundado com a descrição mais detalhada com ênfase nos elementos teóricos, constructos e conceitos utilizados pelos autores para fundamentar seus procedimentos. Essa ênfase implicará inevitavelmente algum grau de redundância, já que por um lado, nesse momento cada EEM é analisada de per si. Mas por outro lado, todos são focados em domínios muito próximos e interprenetrantes levando a fundamentações teóricas com muitas interfaces.

Além disso, foram descritos os processos de aplicação e analisadas as possibilidades de operacionalização no contexto escolar, especialmente o nacional.

Desta forma cada estratégia está organizada segundo a seguinte estrutura:

i. Identificação : estratégia; título, autoria, data e periódico;

ii. Descrição geral: (Fenômeno de Interesse e objetivos, população, metodologia);

iii. Resultados e conclusão dos autores;

iv. Constructos;

v. Como fazer;

vi. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

4.2.1 EMPNOS (Embeded Metacognitive Prompts based on Nature Of Science)

I. Identificação

EEM: EMPNOS

Título: The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self- Regulatory Efficacy

Autores / Filiação: Erin Peters[1] e Anastasia Kitsantas[2]

1- George Mason University / 2- George Mason University

Periódico: School Science and Mathematics

Data de publicação: 2010 – **Local:** Estados Unidos

II. Descrição geral

A Embedded Metacognitive Prompts based on Nature of Science (EMPNOS) corresponde a uma EEM cujo **fenômeno de interesse** está no estímulo ao pensamento sobre a Natureza da Ciência (NDC) e a melhora da compreensão do conteúdo científico através da utilização da autorregulação e da metacognição. Assim o **objetivo** do estudo foi investigar os impactos dos prompts de orientação metacognitiva utilizados na EMPNOS sobre a compreensão do conteúdo, aprendizagem sobre a natureza da ciência, melhora do pensamento metacognitivo e eficácia da autorregulação da aprendizagem dos estudantes, cuja **população**

pertencia a quatro turmas de oitava série de uma escola urbana na região do Atlântico Central dos Estados Unidos. Destas turmas foram formados dois grupos sendo um grupo controle (grupo de comparação) e um grupo experimental, que utilizou a EMPNOS.

Trata-se de um estudo explicativo de método misto projetado para demonstrar diferenças no conhecimento do conteúdo, conhecimento da natureza da ciência, metacognição e eficácia na aprendizagem autorregulada. Para as análises quantitativas os autores usaram a Escala de Orientação Metacognitiva, Escala de Metacognição da Natureza da Ciência, Formulário de autoeficácia para aprendizagem autorregulada e o teste de conhecimento sobre o conteúdo científico utilizado. As referências se encontram em Peters e Kitsantas (2010). E os dados qualitativos foram extraídos a partir de entrevistas, grupo focal e protocolo de pensamento em voz alta. Os instrumentos incluíram questões sobre conhecimento de conteúdo, natureza do conhecimento científico, metacognição e processos de autorregulação da aprendizagem.

III. Resultados e conclusões dos autores

Os resultados apontam que os estudantes que receberam as orientações metacognitivas foram capazes de construir uma estrutura conceitual mais ampla para apoiar o conteúdo aprendido nos módulos, resultando em um ganho tanto na compreensão do conteúdo quanto na natureza do conhecimento científico. Estes estudantes também apresentaram uma compreensão mais sofisticada do conteúdo com o qual eles poderiam iniciar a próxima consulta.

Segundo os autores, as análises do grupo focal e das transcrições dos protocolos de voz alta mostraram que os estudantes que usaram a EMPNOS (grupo experimental) falaram mais sobre como seus conhecimentos evoluíram ao longo do desenvolvimento das tarefas. Além do mais, entre os estudantes do grupo experimental ocorreram discussões mais frequentes sobre o quanto as evidências empíricas poderiam dar respaldo às suas teorias pessoais. Outra descoberta foi que o grupo experimental utilizou as instruções como guia para sua autorreflexão, conectando seu conhecimento prévio para desempenhar a tarefa de forma mais fluente.

Apesar dos aprimoramentos sobre a metacognição e a autoeficácia na aprendizagem autorregulada, detectados pelas análises qualitativas, sob o ponto de vista quantitativo tais aprimoramentos não foram observados.

IV. Constructos

Natureza da ciência (NDC)

Existem diferentes perspectivas para definir a NDC. Esta teoria é pesquisada e descrita por variadas áreas do conhecimento e apresenta delineações especificas para cada uma delas, de acordo com seus paradigmas e premissas (PETERS; KITSANTAS, 2010). As características específicas da pesquisa em NDC, de acordo com cada área de estudo, faz com que haja muitas divergências entre filósofos, historiadores e educadores das ciências sociais, das ciências naturais entre outros. Neste sentido as pesquisas sobre a NDC tornam-se muito abstratas, especialmente para estudantes de ensino médio (ABD-EL-KHALICK; BELL; LEDERMAN, 1998; MC COMAS et al., 1998; MOURA, 2014).

No entanto, para o professor, “Compreender a Natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada.” (MOURA, 2014, p. 33). Por isto, mesmo que nos limites da faixa etária de seus alunos, fazer uso de conceitos pertinentes à NDC, permite ao docente “descrever como funciona a ciência, como operam os cientistas como um grupo social, como é a relação entre o campo científico e a sociedade e quais são as reações da sociedade aos empreendimentos científicos. (MC COMAS et al. 1998).

Para que não se simplifique demasiadamente nem sobrecarregue o currículo de ciências, há consenso em que se devam utilizar algumas ideias chave (MC COMAS et al., 1998; LEDERMAN et al, 1998; MC COMAS, 2008). Para relacionar ensino e pesquisa de modo a adequar a inclusão da NDC no ensino de ciências no ensino fundamental e médio, a literatura converge em sete aspectos que definem a ciência como uma disciplina: (1) o conhecimento científico é durável, ainda que provisório; (2) evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência; (3) fatores sociais e históricos desempenham um papel na construção do conhecimento científico; (4) as leis e teorias desempenham um papel central no desenvolvimento do conhecimento científico, embora tenham diferentes funções; (5) a manutenção precisa de registros, a revisão por pares e a replicação de experimentos ajudam a validar as ideias

científicas; (6) a ciência é um empreendimento criativo; e (7) ciência e tecnologia não são o mesmo, mas elas se influenciam mutuamente (MC COMAS, 2005). Estes sete aspectos da NDC são utilizados no âmbito da EMPNOS.

Desta forma, fica evidente a importância do contato de alunos da educação básica com as ideias centrais da NDC. Especialmente em tempos em que a ignorância e o obscurantismo avançam a cada dia (PEIXOTO; XAVIER, no prelo). Assim, consideramos plausível pensar que com conhecimento sobre a NDC a população esteja menos vulnerável à crescente onda negacionista e culto à ignorância que tende a por em dúvida conhecimentos há muito tempo consolidados na comunidade científica e na sociedade (XAVIER; PEIXOTO, 2021a). Logo é relevante estimular o pensamento crítico em temas tais como a negação da esfericidade da Terra, do aquecimento global e dos benefícios das vacinas, por exemplo. Importa ainda combater várias outras estratégias obscurantistas utilizadas, muitas das vezes de modo sutil, que estimula a desinformação, visando em última análise a manipulação da população.

Autorregulação e metacognição em EMPNOS

Os esforços da EMPNOS concentram-se no desenvolvimento e manutenção da metacognição ativa, através do treinamento da autorregulação. Associados a estes processos estariam, a melhora do conhecimento sobre a Natureza da Ciência e da compreensão do conteúdo científico.

Com base no pensamento de Flavell, Brown e Zimmerman, os autores do estudo primário (PETERS; KITSANTAS, 2010) concordam que processos profundos como a metacognição podem provocar mudanças cognitivas. Neste sentido a metacognição se manifestaria na capacidade do indivíduo pensar sobre os próprios processos de pensamento (FLAVEL; 1979) e a partir daí utilizar-se do controle executivo autorregulador para mecanismos de regulação da própria cognição e aprendizado conforme descreve (BROWN, 1978). Desta forma a abordagem adotada pela EMPNOS considera a metacognição como a capacidade de monitorar e autorregular os próprios processos de pensamento.

Mas como o pensamento metacognitivo e habilidades de autorregulação são inseridas no âmbito dos procedimentos que constituem a EMPNOS? Embora seja possível

desenvolver as habilidades de autorregulação por conta própria, ou seja, por meio de descobertas pessoais, a eficácia deste processo pode ser limitada e o caminho pode ser tedioso e frustrante. Conforme já dito anteriormente, a metacognição “não é uma habilidade que se adquire em curto prazo”, ao contrário, depende de grande esforço e tomada de consciência sobre o que se está fazendo (LOCATELLI, 2014, p.25). No entanto a aquisição e manutenção de processos autorregulatórios podem ocorrer a partir de fontes de influência social e posteriormente de forma automática. Neste contexto, Peters e Kitsantas (2010) propõem a utilização de *prompts* metacognitivos para orientar o desenvolvimento das habilidades de autorregulação de modo a contribuir com o aprendizado de conhecimentos sobre a Natureza da Ciência e sobre a compreensão dos conteúdos científicos.

Segundo Simão e Frison (2013) não há um consenso objetivo em relação ao constructo da autorregulação da aprendizagem e as diferentes orientações teóricas existentes propõem definições que variam de acordo com o foco de interesse dos autores. A aproximação da teoria metacognitiva e autorregulação utilizada pela EMPNOS, preconiza as definições descritas por Zimmerman (2000). Este autor afirma que a autorregulação corresponde à competência inerente ao indivíduo capaz de autogerir seus próprios pensamentos e as ações e sentimentos são planejados e adaptados de forma cíclica com o objetivo de obter metas e objetivos pessoais. O desenvolvimento da habilidade de autorregulação pode ocorrer através de quatro níveis sequenciais: Observação, Emulação, Autocontrole e Autorregulação.

O nível de *Observação* ocorre quando o indivíduo observa o processo a partir de um modelo (pais, irmãos, professores, autores, etc.) que executa uma tarefa específica. Neste momento, ocorre a indução indireta ao qual o aprendiz ao assistir, ler ou ouvir o modelo, pode aprender ou executar a atividade ou tarefa. Neste nível há também a transmissão de processos autorregulatórios por parte do modelo, além de orientações motivacionais que os observadores podem utilizar em fases subsequentes. (PETERS; KITSANTAS, 2010; ZIMMERMAN 2000; 2002). Podemos citar como exemplo, a observação que o filho faz dos procedimentos que o pai executa enquanto dirige um carro.

No nível *Emulação*, o aprendiz começa a agir de acordo com o que foi observado, ou seja, aprende a desempenhar, no geral sob a forma de imitação, as habilidades

desempenhadas pelo modelo. Neste nível, atinge-se a autorregulação quando, de forma estratégica, o desempenho comportamental do aprendiz se aproxima do desempenho do modelo (ZIMMERMAN 2000; 2002).

Os níveis de *observação* e *emulação* representam experiências de aprendizagem social que preparam os alunos para atingir a competência nos níveis autocontrole e autorregulação.

> Para Zimmerman a fonte de aprendizado de habilidades regulatórias é principalmente social nos dois primeiros níveis (observação e emulação). No entanto, nos níveis mais avançados (autocontrole e autorregulação) o locus muda para fontes próprias, ou seja, para Zimmerman as duas primeiras fases, observação e emulação, são fases às quais os estudantes necessitam da presença de um modelo para sua realização. Por outro lado, as fases de autocontrole e autorregulação correspondem a fases que os estudantes podem realizar sem necessariamente a presença do modelo. (XAVIER; PEIXOTO, 2021a, p. 10)

E justamente nos níveis *autocontrole* e *autorregulação* é que o aprendiz passa a agir de forma mais autônoma, ou seja, por conta própria (ZIMMERMAN, 2002).

Logo no próximo nível, *autocontrole*, o aprendiz domina e desempenha a habilidade independente da presença dos modelos. As habilidades desempenhadas “dependem dos padrões representacionais do desempenho de um modelo (por exemplo, imagens secretas ou lembranças verbais do desempenho de um professor) em vez de um referente social manifesto” (BANDURA; JEFFERY 1973 citados por ZIMMERMAN, 2002, p. 30). No nível de autocontrole o aprendiz desempenha de forma independente a estratégia em contextos semelhantes aos observados anteriormente.

Finalmente o nível *Autorregulação.* Neste nível sequencial o aprendiz é capaz de adaptar o desempenho de uma tarefa às mudanças de condições pessoais e ambientais. As motivações capazes de sustentar este nível estão relacionadas às crenças de autoeficácia, ou seja, o grau de sentimento de capacidade que a pessoa tem para a execução de uma tarefa específica (ZIMMERMAN, 2000), de forma sucinta a autoeficácia está relacionada à antecipação, seleção e preparação para a ação (POLYDORO; AZZI, 2009). Cabe salientar que a execução das habilidades neste nível são relativamente automáticas, com menor dependência de monitoramento (ZIMMERMAN, 2000; 2002).

A aplicação da EMPNOS em sala de aula requer a utilização de *prompts* com orientações metacognitivas que conduzem o aprendiz nos quatro níveis de desenvolvimento da autorregulação (observação, emulação, autocontrole e autorregulação) vistos nas linhas anteriores. Cada conjunto com os quatro níveis de desenvolvimento da autorregulação é utilizado no aprendizado de uma ideia central da Natureza da Ciência contemplada em um módulo de aprendizagem.

V. Como fazer

EMPNOS trata de uma estratégia que utiliza como base a

> palavra de origem inglesa "*prompt*" – "comando" em tradução direta para o português. Nesse sentido, um "*prompt*" corresponde a um estímulo, uma dica, um suporte, uma orientação, um disparador de um pensamento ou ação. No caso da EMPNOS, o professor utiliza comandos embutidos (invisíveis) em ações ou tarefas, que permitem, induzem, estimulam e/ou favorecem no estudante uma maior compreensão/aprendizado da natureza da ciência. Os *prompts* utilizados para a realização da estratégia fundamentam-se e derivam de conceitos da metacognição e da autorregulação. Os comandos estão organizados na forma de listas de verificação (XAVIER; PEIXOTO, 2021a, p.7).

Peters e Kitsantas (2010) utilizaram uma proposta de EMPNOS que inclui quatro módulos. Cada módulo possui três tarefas distintas, a saber:

1) Obter o conhecimento prévio individualmente e relatá-lo para a classe;
2) Conduzir duas ou três investigações sobre novos fenômenos;
3) Resumir as "grandes ideias" no módulo usando evidências encontradas nas investigações.

Cada módulo traz listas de verificação organizadas a partir de um dos sete aspectos da NDC, propostos por Mc Comas (2005) listados anteriormente.

Os quatro níveis sequenciais (Observação, Emulação, Autocontrole e Autorregulação) são introduzidos nos módulos e utilizados para o desenvolvimento de habilidades de autorregulação (ZIMMERMAN, 2000) e adaptados à Estratégia EMPNOS. Assim, em cada um dos módulos o professor executa as seguintes ações nas respectivas fases:

1. *Observação* – São Sugeridos exemplos de como um cientista abordaria o aspecto da natureza da ciência no módulo e a lógica subjacente, relacionada a uma questão do conteúdo sugerido. Esta fase tem o objetivo de dar ao estudante um exemplo de como um cientista responderia uma pergunta. As solicitações são colocadas logo após

a primeira investigação. É esperado que os grupos de três ou quatro estudantes leiam e busquem o entendimento sobre o modelo apresentado pelo professor.

2. *Emulação* – Os estudantes recebem uma lista de verificação sobre o aspecto da natureza da ciência que deve ser considerado para a tarefa. Esta fase ocorre após a investigação de novos fenômenos relacionados ao conteúdo, ou seja, após a realização de um novo experimento, para que os estudantes realizem uma tarefa semelhante à do modelo utilizado na fase de observação. É esperado que os estudantes reproduzam a tarefa segundo o modelo e verifiquem seu trabalho utilizando a lista de verificação (com os *prompts* metacognitivos), ao mesmo tempo que discutem com seus grupos sobre a atividade desenvolvida.

3. *Autocontrole* – É oferecida aos estudantes uma breve lista de verificação do aspecto da natureza da ciência estudado naquele módulo. Esta lista apresenta também algumas perguntas metacognitivas simples sobre "pensar sobre seu pensamento", conforme pode ser observado na tabela 1. Esta fase é realizada após novas investigações, ou experimentos, sobre os fenômenos de modo que os estudantes possam refletir sobre suas escolhas e a lógica utilizada. Nesta fase, os estudantes também discutem em grupo enquanto respondem aos *prompts* metacognitivos das listas de verificação.

4. *Autorregulação* – Os estudantes são solicitados a responder perguntas mais avançadas para que verifiquem se o seu pensamento está alinhado com o aspecto da natureza da ciência elencado. Esta fase ocorre ao final do módulo para que os estudantes possam refletir sobre as atividades realizadas em todo o módulo. As questões desta fase são respondidas individualmente, como tarefa de casa. Na aula seguinte os estudantes verificam e discutem as respostas uns dos outros como um "aquecimento" para as novas atividades que serão realizadas em sala de aula.

A tabela 1 corresponde ao exemplo do módulo 1 adaptado de Peters e Kitsantas (2010), utilizando o conteúdo de eletromagnetismo.

Tópico: Ímãs Permanentes **Aspecto da Natureza da Ciência: Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência**	
Fase 1 **Observação**	*Exemplo: eu gostaria de explicar as coisas em detalhes, para que outras pessoas pudessem entender minha exploração. Eu mediria a distância entre os ímãs quando a interação aconteceu. O ímã # 1 começou a se afastar do ímã # 2 quando aproximei*

	o ímã # 2. Isso começou a acontecer quando os ímãs estavam a 1 cm de distância um do outro e continuaram à medida que se aproximavam.
Fase 2 **Emulação**	1. Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto. 2. Minhas observações são feitas de medidas com as quais outras pessoas podem concordar. Por exemplo, em vez de dizer "é grande", eu digo "O carro azul tem 20 cm de comprimento" 3. Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório. 4. Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências. 5. Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões. 6. Minhas observações não são julgamentos sobre o que vejo, ouço ou sinto.
Fase 3 **Autocontrole**	1. Suas observações são claras para outras pessoas? Explique porque você pensa assim. 2. Verifique suas explicações contra suas observações. Eles fazem sentido juntos? Explique com um exemplo. 3. Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório. 4. Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências. 5. Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões.
Fase 4 **Auto-regulação**	• Outras pessoas podem entender sua observação fora de contexto? Como você sabe disso? • Sua observação é livre de qualquer julgamento? Explicar. • Suas observações são relevantes para o propósito da investigação? Explique como eles são. • Que grandes ideias (teoria) você usou para entender suas observações? • Que generalização você desenvolveu por causa de suas observações? • Como suas observações suportam essa generalização? • O que os cientistas entendem sobre sua generalização? • O seu pensamento sobre as observações se tornou mais como um especialista?

Tabela 1: Módulo adaptado de Peters e Kitsantas (2010)

As três primeiras fases (observação, emulação e autocontrole) são aplicadas em sala de aula para grupos de dois a quatro alunos. A quarta e última fase (Autorregulação) é realizada individualmente, em casa, e retomada posteriormente através da discussão com os colegas e professor na aula seguinte.

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

Do ponto de vista operacional, observamos alguns desafios a serem enfrentados pelos professores que se propuserem a reproduzir a EMPNOS em suas turmas. Por exemplo, a aplicação completa da estratégia proposta por Peters e Kitsantas sugere a execução de quatro módulos, sendo um módulo para cada aspecto da natureza da ciência entre os sete sugeridos por Mc Compas (2005).

Neste caso, consideramos que a proposta completa da EMPNOS corresponde a uma estratégia demasiada extensa se tivermos como parâmetro a carga horária das disciplinas de ciências da Natureza (próximo de duas aulas semanais) nas escolas do ensino médio no Brasil.

Assim, mesmo que os autores não tenham explicitado no estudo primário o número de aulas, se há ou não necessidade de preparação prévia dos estudantes, além de ocultarem os detalhes sobre os passos necessários para a execução das atividades, foi possível verificar que a execução das atividades de investigação, a solução das listas de verificação, mais a discussão final após a solução da última tarefa, necessitaria de um número entre quatro e seis aulas por módulo.

Logo a execução completa da estratégia, incluindo os quatro módulos, propostos por Peters e Kitsantas levaria entre oito e doze semanas para ser concluído. Considerando o volume de conteúdos e a carga horária geral das disciplinas de ciências da natureza, este longo período de aplicação da estratégia pode ser

considerado uma importante limitação, caso o professor se propusesse a executar os quatro módulos propostos por Peters e Kitsantas (2010).

Outra limitação operacional observada na EMPNOS está relacionada aos procedimentos investigativos e aplicação do conteúdo, ou seja, mesmo que em algum momento os autores possam ter descrito de forma detalhada como realizar a aplicação da estratégia, não há referência e não fica explícito como ocorreu. Assim não há como o leitor saber quais recursos didáticos (Experimento? Vídeo? Leitura de textos?) seriam necessários para proceder durante as instruções de conteúdo e condução das investigações.

Num sentido geral percebemos ter havido esforço para demonstrar a eficiência da estratégia sem, no entanto, demonstrar como realizá-la. Alguns autores (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018; MARAGLIA, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019) afirmam que estudos sobre estratégias didáticas envolvendo a metacognição cujo diálogo se dá especificamente entre pares, tem demonstrado desarticulação com a escola e pouca contribuição para a efetiva para a disseminação do conhecimento científico no contexto escolar.

No entanto, acreditando no potencial da EEM EMPNOS E com o objetivo de solucionar as limitações verificadas e apontadas nas linhas anteriores, elaboramos uma proposta de aplicação da referida EEM que foi apresentada no minicurso *"Para ensinar a pensar – Metacognição e suas ferramentas."* Ministrado de forma remota no XX ENDIPE – RIO 2020 no período de 29 de outubro a 12 de novembro de 2020.

A proposta elaborada pelo autor desta tese está integralmente descrita no Anexo VI. Nela é possível verificar que as teorias científicas foram explicitadas. Assim como também de forma explícita o professor demonstra aos estudantes que a ciência avança apoiada na evidência empírica, uma vez que os experimentos estão descritos. Por meio da execução dos experimentos e utilização dos *prompts* metacognitivos adequados, os aprendizes são estimulados a fazer e comunicar suas observações de modo a articular os conteúdos científicos com a natureza da ciência por meio do uso da metacognição.

Destacamos que ela não corresponde a uma técnica ou metodologia definitiva, consideramos a possibilidade dela servir como um parâmetro ou como forma de

iluminar o caminho daqueles que venham se interessar em utilizar a EMPNOS, porém da forma mais apropriada e adaptada às características estruturais e cognitivas de suas escolas, disciplinas e estudantes.

Apesar do tempo de apresentação naquele evento ter sido relativamente limitado, o período proposto para a tarefa é de quatro aulas. Nas três primeiras, são desenvolvidos os conteúdos, experimentos em grupo e a utilização dos *prompts* metacognitivos baseados na natureza da ciência, adequados aos níveis *observação, emulação* e *autocontrole*. Na terceira aula, cuja proposta sugere a discussão entre os grupos, os relatórios produzidos durante a tarefa de casa são finalizados.

Sob a perspectiva do constructo da Natureza da Ciência propostos na EMPNOS, baseado nas proposições de Mc Comas (2005; 2008), encontramos interfaces com uma das competências propostas pela BNCC que fala sobre a capacidade de:

> "Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos [...]" (BRASIL, 2015, p. 544).

Assim há de se considerar, conforme Moura (2014, p. 32), a NDC como "um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico." Que abrange assuntos internos como o método científico e a relação entre experimento e teoria, e assuntos externos como a aceitação ou rejeição das ideias científicas com base na sua influência sobre elementos sociais, culturais, religiosos e políticos.

Mesmo diante da complexidade, variedade de aspectos, diversidade de caminhos, diferentes terminologias, pontos de partida e conclusões inerentes às várias vertentes de estudo da Natureza da Ciência, havemos de considerar que é melhor algum ensino sobre a NDC, mesmo com limitações, "do que deixarmos de agir e permitirmos a continuidade da propagação de visões deturpadas e equivocadas da ciência" (MARTINS, 2015, p. 717).

Desta forma os sete aspectos da Natureza da Ciência propostos por Mc Comas (2005), passíveis de utilização sob a perspectiva da EMPNOS, se constituem como bons instrumentos de introdução aos conhecimentos sobre a NDC contra o culto a ignorância e obscurantismo (PEIXOTO; XAVIER, no prelo) e os instrumentos de desinformação disseminados por corporações e grupos de interesse (LEITE, 2014; 2015).

Sob o ponto de vista da autorregulação, metacognição e estratégia de ensino metacognitivo, a EMPNOS destaca a perspectiva da autorregulação inserida da cognição social de Zimmerman (2000). Segundo este autor, os níveis mentais do desenvolvimento da habilidade de autorregulação apresentam a seguinte sequência e características: 1. *Observação* - Indução indireta de uma habilidade a partir de um modelo proficiente; 2. *Emulação* - Desempenho imitativo do padrão geral ou estilo das habilidades de um modelo com assistência social; 3. *Autocontrole* - Exibição da habilidade independente do modelo em condições estruturadas; 4. *Autorregulação* - Uso adaptativo de habilidades através de mudanças nas condições pessoais e ambientais.

Há de se considerar que nas fases de *observação* e *emulação*, a fonte de aprendizagem das habilidades regulatórias é principalmente social. E que nos níveis *autocontrole* e *autorregulação*, o *locus* muda para fontes próprias, ou seja, não necessitam de um modelo estruturado (ZIMMERMAN, 2000; 2002)

Neste contexto, Locatelli (2018) afirma que embora a metacognição seja um processo individual, a interação entre pares através do diálogo pode potencializá-la de modo a provocar modificações nas ideias dos indivíduos a partir do seu monitoramento e autorregulação.

Outra perspectiva importante está relacionada ao uso dos *prompts* metacognitivos. Segundo Rosa e Meneses Villagrá (2018), estudos centrados no uso de *prompts* metacognitivos têm servindo de apoio a estudantes para a resolução de problemas, muitas vezes por meio de trabalhos realizados em grupo.

Por exemplo, Carilllo; Lee e Rickey (2005) propõem a utilização de *prompts* metacognitivos para estimular a produção de modelos, observação, reflexão e a

explicação durante a realização de aula prática em laboratório de ciências. Rosa e Alves Filho (2014) utilizaram roteiros guia com questionamentos para a evocação explícita do pensamento metacognitivo como alternativa à aprendizagem de conteúdos de Física. Schmidt et al (2012) utilizaram *prompts* metacognitivos e motivacionais para a escrita de diários com o objetivo de estimular a motivação e oportunizar a reflexão dos estudantes para o desenvolvimento da autorregulação sobre seus processos de aprendizagem.

Assim, sob o ponto de vista metacognitivo, consideramos a EMPNOS uma importante estratégia de ensino uma vez que os *prompts* metacognitivos embutidos podem atuar como orientações, dicas ou elementos que impulsionam a reflexão, monitoração e avaliação (XAVIER; PEIXOTO; VEIGA, 2021). Conforme Veemer (1997), ao avaliar, o aprendiz reflete sobre resultados, entendimento do problema, adequação do plano e a execução do método de solução. Especificamente nesta EEM os *prompts* buscam estimular no estudante a compressão sobre a natureza do conhecimento científico e a compreensão do conteúdo.

4.2.2 Instrução investigativa 4E X 2

I. Identificação

EEM: 4E X 2

Título: 4E X 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms

(Modelo Instrucional 4E X 2: Unindo Três constructos de aprendizagem para melhorar a praxis na ciência e matemática nas salas de aula)

Autores / Filiação: Jeff C. Marshall[1]; Bob Horton[2]; Julie Smart[3] / 1;2;3 - Eugene T. Moore School of Education, Clemson University

Periódico: Journal of Science Teacher Education

Data de publicação: 2009 – **Local:** Estados Unidos

II. Descrição geral

O **fenômeno de interesse** diretamente relacionado à EEM 4E X 2 é a melhora dos processos de ensino/aprendizagem a partir da integração entre constructos baseados em instrução por investigação, avaliação eficaz e reflexão metacognitiva.

Assim o 4E X 2 Instructional Model é apresentado como um modelo instrucional teórico que consiste em uma estratégia que utiliza três constructos de forma integrada para vincular a compreensão conceitual e a aprendizagem por investigação. Os constructos de aprendizagem integrados nesta estratégia são I. Avaliação formativa; II. Modelo instrucional de investigação; III. Reflexão metacognitiva.

Entre os **objetivos** do estudo, estão: I. Fornecer um modelo coerente baseado em pesquisa que permita aos professores desenvolver e implementar experiências de aprendizagem profundas e significativas baseadas em investigação; II. Facilitar práticas educacionais intencionais que explicitamente focalizem o aprendizado formativo e desempenho somativo; III. Fornecer uma ajuda diagnostica para professores para avaliar áreas fracas da prática instrucional; IV. Fornecer um método pragmático para fortalecer as fraquezas instrucionais (MARSHALL; HORTON; SMART, 2009).

III. Resultados e conclusões dos autores

Considerando se tratar de um estudo fundamentalmente teórico, os autores não apresentaram resultados práticos ou operacionais da EEM 4E X 2. No entanto suas conclusões apontam que a unificação dos constructos *avaliação formativa, modelos instrucionais de investigação e reflexão metacognitiva* em um único modelo instrucional pode fornecer a professores um mecanismo para focar sua prática instrucional em questões centrais para melhorar os processos de ensino/aprendizagem. Ao mesmo tempo em que a EEM 4E X 2 pode funcionar como um modelo instrucional dinâmico baseado na investigação, ele também fornece lembrete explícito da importância da inter-relação entre esses três componentes essenciais da aprendizagem.

IV. Constructos

Reflexão metacognitiva

Em 4E X 2 a fundamentação da reflexão metacognitiva se dá inicialmente a partir dos conceitos independentes sobre *prática reflexiva* e *metacognição* com a posterior

integração entre estes termos (SHEPARDSON; BRITSCH, 2001; STERNBERG, 1998; WHITE; FREDERIKSEN, 2005; WILSON; CLARKE, 2004; WIGGINS; MCTIGHE, 1998).

Apesar de a literatura utilizar frequentemente os termos metacognição e reflexão de forma intercambiável, Wilson e Clarke (2004) não consideram que estes termos correspondam a sinônimos. Para os autores a prática reflexiva se refere a qualquer ocasião de pensamento intencional, não necessariamente sobre os próprios pensamentos.

> O pensamento reflexivo é uma estratégia cognitiva que possibilita a compreensão mais profunda de fenômenos e processos, por meio da percepção das relações, da identificação dos elementos envolvidos, da análise e interpretação dos sentidos e significados, potencializando o processo de aprendizagem (GASQUE, 2011, p. 40).

Por outro lado, a metacognição abrange a compreensão e o controle que um indivíduo possui a respeito de seus próprios processos cognitivos e inclui a análise e a consciência dos processos centrais de pensamento de modo a contribuir com uma aprendizagem efetiva (STERNBERG, 1998; MARSHALL, et al, 2009; WHITE; FREDERIKSEN, 2005).

Desta forma podemos admitir que a metacognição pode assumir o conceito de “algo como pensar sobre o seu pensamento ou seu conhecimento sobre as coisas” (LOCATELLI, 2014, P. 23), ou assim como anunciam Peixoto et al., (2007, p. 69 e 70), “uma cognição sobre a cognição ou atributo cognitivo ou conhecimento sobre o fenômeno cognitivo. Sendo, portanto, um discurso de segundo nível sobre o conhecimento.”

Neste sentido é possível afirmar que a reflexão está relacionada com quase todas as circunstâncias de pensamento. Diferentemente, a metacognição inclui uma análise mais profunda e consciente dos próprios pensamentos (MARSHALL, et al, 2009).

A 4E X 2 propõe que a reflexão metacognitiva ocorra a partir da unificação entre a prática reflexiva que se apresenta focada nos conceitos investigados e as perspectivas da autoconsciência asseguradas pela metacognição (STERNBERG, 1998).

Esta perspectiva de intercâmbio entre reflexão e metacognição também é descrita por Tarricone (2011) e corresponde a um evento de longa data. Esta autora, apoiada em filósofos como Aristóteles, Agostinho e Descartes e teóricos como Baldwin, Dewey, Spearman, considera que a autoconsciência é desenvolvida e instigada pela reflexão e por contextos de resolução de problemas. Assim os aspectos da autorregulação da reflexão, são essenciais para a metacognição. As contribuições históricas apontadas por Tarricone (2011) fornecem uma base para consolidar a inter-relação entre metacognição e reflexão, mesmo antes da inauguração destes termos.

Professores em atividade que refletem sobre suas práticas apresentam melhores resultados, uma vez que seus aprendizes obtém melhor desempenho acadêmico (VANDEVOORT et al. 2004). No entanto é fundamental destacar que se a prática reflexiva se detiver apenas entre os profissionais, certamente haverá perda na oportunidade de aprendizagem (MARSHALL et al., 2009). Isto significa que é de fundamental importância que os estudantes também tenham a oportunidade de conhecer e experimentar a reflexão sobre suas práticas e sobre seus procedimentos de aprendizagem.

Esta perspectiva reforça a sugestão de que estudantes que se envolvem em reflexões bem orientadas ao longo de um processo de aprendizagem, apresentam ganhos significativos (ASCHBACHER; ALONZO, 2004; SHEPARDSON; BRITSCH, 2001). Desta forma, ajudar o estudante a refletir sobre o que foi aprendido e sobre o que ainda necessita aprender, pode melhorar sua capacidade cognitiva para direcionar seu aprendizado no futuro.

Avaliação Formativa

Os processos avaliativos se configuram como atividades complexas, envolventes e instigantes. Ao longo do tempo, constatou-se a coexistência de diferentes tipos de avaliação no ambiente acadêmico. Ora a atividade avaliativa se configura como importante aliado no processo ensino-aprendizagem, ora como instrumento reprodutor, disciplinador e classificatório e ora como uma atividade confusa, perdida entre esses dois polos (SANTOS VIEIRA; LIMA, 2019).

Dentre vários tipos de avaliação descritos na literatura, destacamos aqui dois: a avaliação *somativa* e a avaliação *formativa*. A avaliação somativa, largamente

utilizada nos mais variados níveis educacionais, caracteriza-se pela verificação das “capacidades, competências e habilidades” do aprendiz, sua turma, escola e/ou seu sistema educacional ao final de uma etapa formal. Por outro lado, a avaliação formativa ocorre ao longo do processo e tem como objetivo “identificar inadequações, sugerir melhorias para replanejamento e redesenvolvimento de ações”, de modo que se obtenha um resultado final, próximo do esperado (ANDRIOLA; ARAÚJO, 2018, p. 7).

Conscientes da complexidade dos temas relacionados à avaliação no ambiente escolar e acadêmico, assim como na pesquisa primária, não pretendemos aprofundar os diversos tipos de processos avaliativos. Desta forma nos restringimos, neste tópico, a apresentar especificamente a avaliação formativa, utilizando apenas os conceitos básicos e necessários para o desenvolvimento da EEM 4E X 2 .

Apesar da presença de diferentes tipos de avaliação descritos na literatura, a *avaliação formativa* foi o tipo adotado como constructo na EEM 4E X 2. Com base nas ideias de Black e Willian (1998) os autores da pesquisa primária (MARSHALL et al, 2009) afirmam que a avaliação formativa engloba toda e qualquer atividade realizada por professores e estudantes, capaz de fornecer informações que possam ser utilizadas como feedback para modificar as atividades de ensino e aprendizagem às quais estão empenhados.

No mesmo sentido Andriola e Araújo (2018, p.7) afirmam que o que uma:

> [...] autêntica avaliação formativa tenta responder é: Por que não avaliar os esudantes para informá-los a tempo sobre os seus erros, sobre como se deve estudar e sobre o que se deve estudar, sem esperar a conclusão de uma fase ou etapa da educação formal?

Marshall et al (2009) Justificam estes questionamentos ao considerar que estudos de Black e Wiliam (1998); Keeley et al (2005); Marzano (2006) apontam que a utilização de avaliação formativa tomada como parte do processo apresenta efeitos positivos e significativos aos estudantes durante seus processos de aprendizagem. Além do mais, Marzano (2003) afirmam que este tipo de avaliação, pode atuar no encorajamento ao aprendizado estimulando o desenvolvimento do conhecimento, não como produto acabado, mas de forma integrada ao processo de aprendizagem.

Nesta perspectiva a avaliação formativa busca a reciprocidade intelectual entre professor e estudante de modo que haja coordenação entre seus pontos de vista a partir da troca e reorganização de suas ideias (HOFFMAN, 1994). Desta forma,

> [...] a avaliação assume um caráter de mediação no processo pedagógico, em que o professor atua de forma a instigar, provocar uma ação de reciprocidade intelectual com o aluno, estabelecendo um processo de enriquecimento dos saberes, reordenação e coordenação das ideias de modo a construir um novo conhecimento. (SANTOS VIEIRA; LIMA, 2019, p. 1102).

Assumindo um caráter pedagógico sobre a relação ensino aprendizagem, Andriola e Araújo (2018) propõe que a preocupação da avaliação formativa está no(a): I. Fornecimento de feedback rápido e eficaz aos estudantes; II. Possibilidade de efeitos positivos sobre o aprendizado dos estudantes; III. Possibilidade de utilização de outras estratégias de ensino junto aos estudantes com dificuldades de aprendizado em relação aos demais colegas.

Assim, diante das perspectivas mencionadas por Santos Vieira e Lima (2019) a avaliação formativa, em detrimento da avaliação somativa, se apresenta com o caráter de aliado ao processo de ensino/aprendizagem, especialmente se considerarmos que ela é aplicada ao longo do processo, podendo influenciar nas ações adotadas pelos professores e alunos durante o desenvolvimento das atividades.

Modelos instrucionais de investigação

O outro constructo fundamental à 4E X 2 é o Modelo Instrucional de Investigação. Modelos instrucionais são orientações ou estratégias às quais se baseiam as abordagens utilizadas pelos professores na tarefa de ensinar. Quando se fala em modelo instrucional de investigação, significa que as orientações e estratégias utilizadas pelos professores estão direcionadas a processos investigativos que são próprios da atividade científica.

Com base nas definições do Conselho Nacional de Pesquisa (National Research Council - NRC) dos EUA, Marshall et al. (2009) definem *investigação* como um conjunto de processos inter-relacionados em que pesquisadores e estudantes levantam questões sobre o mundo natural e buscam o entendimento sobre fenômenos. Ao realizarem investigações, os estudantes podem adquirir conhecimento e desenvolver compreensão de conceitos, princípios modelos e teorias referentes ao mundo que os rodeiam.

No entanto, uma definição para investigação pode ser considerada incompleta quando nos referimos ao constructo “Modelo Instrucional de Investigação”. Assim uma definição mais apropriada e adequada para um modelo instrucional de investigação seria a de “currículos e práticas instrucionais que promovem e facilitam o engajamento dos estudantes na ideia de investigação científica” (Marshall, et al, 2009, p. 504), conforme mencionado anteriormente. Logo em um modelo instrucional de investigação, os estudantes são orientados no aprendizado do conteúdo através de procedimentos utilizados em investigação.

Apesar da existência de vários tipos de modelos instrucionais de investigação, as bases do modelo Instrucional 4E X 2 estão nos modelos *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS) de Atkin e Karplus da década de 1960 e *Biological Sciences Curriculum Study* BSCS 5E da década de 1980 (BYBEE, 2006; 2019). O primeiro se desenvolve a partir das fases exploração, Introdução e descoberta (*Exploration, Invention & Discovery*) e o segundo se desenvolve a partir fases de Engajamento, Exploração, Explicação, Elaboração e Avaliação (*Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration & Evaluation*). Estes termos correspondentes ao 5S da sigla BSCS 5E (BYBEE, 2006, 2019).

Para demonstrar as bases sólidas dos modelos instrucionais de investigação, Bybee (2006) afirma que a psicologia da aprendizagem de Johan Herbart já poderia ser sintetizada em um modelo instrucional de investigação. Suas ideias, no início do século XX, já se baseavam no conhecimento atual do estudante e suas novas ideias relacionadas com o conhecimento atual. Na década de 1930, John Dewey já propunha um modelo instrucional de investigação que incluía as fases “sentir uma situação desconcertante, esclarecer o problema, formular uma hipótese, testar a hipótese, revisar testes e agir sobre soluções” (BYBEE, 2006, p. 3).

Embora os modelos instrucionais de investigação tenham sofrido modificações e evoluído ao longo do tempo, Marshall, et al (2009) consideram que ainda há necessidade de desenvolvimento de modelos que promovam melhor compreensão conceitual e que processem maior desenvolvimento de habilidades nos alunos. Além do mais, outros problemas identificados pelos autores está na dificuldade dos professores em combinar conteúdo e investigação de forma efetiva e consistente em sala de aula durante os processos de instrução e aprendizagem.

A inserção dos componentes de avaliação formativa e reflexão metacognitiva encontrados no 4E X 2, busca a ampliação do paradigma instrucional, auxiliando o desenvolvimento de habilidades para que professores possam facilitar o aprendizado baseado em investigação de forma mais profunda e significativa.

V. Como fazer

Na inscrição “4E X 2” o 4E corresponde aos termos *Engage*, *Explore*, *Explain* e *Extent* respectivamente (Engajar, Explorar, Explicar e Estender) e o “2” refere-se aos termos *Reflect* e *Assess* (Reflexão e Avaliação). Consiste em um modelo de instrução que promete utilizar experiências de aprendizagem por investigação associadas à avaliação formativa e reflexão metacognitiva para a construção de conceitos científicos.

Apesar do artigo “*4E X 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms*” se tratar de uma discussão de natureza teórica, a *Clemson Collegge of Education* fornece propostas de aplicação do 4E X 2 no ensino fundamental, médio e superior nas disciplinas de matemática e das ciências da natureza. As propostas são apresentadas na forma de sequências didáticas apropriadas para o desenvolvimento em sala de aula e/ou laboratório de ciências.

O modelo aqui descrito oferece aos professores um sistema dinâmico que orienta o desenvolvimento e a implementação de oportunidades profundas de aprendizado com o estabelecimento de reflexão metacognitiva e avaliação formativa ao longo do processo. De forma envolvente e interativa a sequência de passos propostos pelo modelo instrucional 4E x 2 exige dos alunos que façam uma pausa, pensem, interajam, reflitam e registrem seus padrões de solução.

Assim, professor e aprendiz são ativos na situação de ensino/aprendizagem. O aprendiz reflete e avalia o processo cujo tema abordado foi minunciosamente planejado e implementado pelo professor.

A Figura 15 fornece uma visão geral de como os três principais construtos (reflexão metacognitiva, modelo instrucional de investigação e avaliação formativa) se inter-relacionam. Repare que as laterais do esquema apresentam à esquerda o termo Avaliar que representa a Avaliação Formativa e à direita o termo Refletir que

representa a reflexão metacognitiva. Ressaltamos que os termos Avaliar e Refletir não correspondem a fases fixas, mas fluidas, de modo que ocorra ao longo de todo o processo, passando pelas diferentes fases do modelo (Engajar, Explorar, Explicar e Estender).

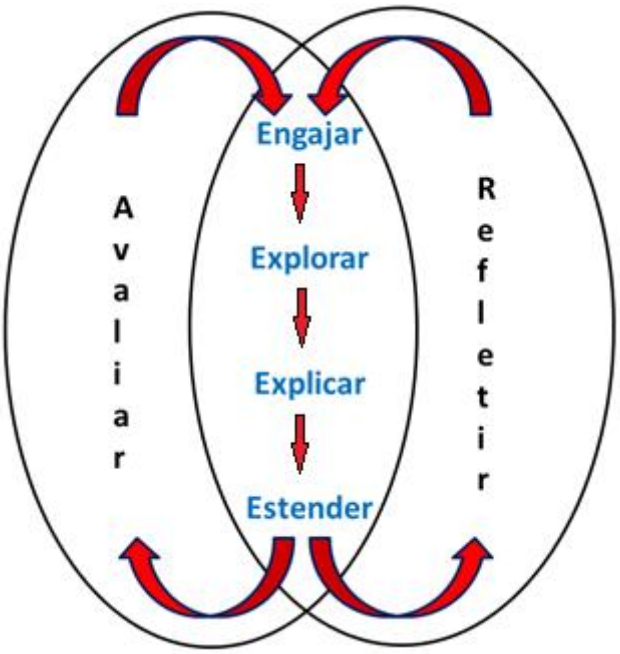


Figura 15: Interação dos três constructos no 4E X 2 (Adaptado de Marschall et al., 2009)

O plano de execução do 4E X 2 segue momentos ou fases específicas de acordo com o tema escolhido pelo professor. O eixo central do esquema representa o constructo do modelo instrucional de investigação. Cada uma das fases tem suas características e objetivos próprios conforme segue:

Engajar (Engage)

Esta fase objetiva envolver o aprendiz de modo a fornecer motivação para iniciar o processo de aprendizagem. Requer considerar basicamente quatro focos:

I. Sondagem do conhecimento prévio;
II. Identificação das concepções alternativas;
III. Fornecer estímulos motivadores e indutores do interesse;
IV. Desenvolver questionamentos científicos.

Para alcançar os objetivos da fase, *Engajar* são propostas perguntas como, por exemplo: (1) *O que você sabe sobre…?* (2) *O que você viu assim?* (3) *Do que você ouviu falar... que você não tem certeza se é verdade?* (4) *O que você gostaria de investigar em relação a…?* (MARSHALL et al., 2009).

Apesar dos questionamentos intencionais serem considerados importantes e necessários para o aprendizado do aluno nesta fase do processo, Marshall et al (2009) os considera insuficientes para avaliar se os alunos estão aptos para seguir para a próxima fase, a fase *Explorar.* Assim mesmo que se considere a importância dos questionamentos, para o autor, eles não exigem que os alunos se envolvam na experiência de aprendizado.

Neste sentido, para alcançar o investimento dos estudantes no processo de aprendizagem, é sugerida a incorporação da reflexão metacognitiva com questionamentos eficazes, próprios da avaliação formativa.

Assim, para a fase de engajamento, o autor sugere cinco estratégias metacognitivas: I. Cadernos de ciências; II. Desenhos; III. Brainstorming (debates); IV. Exercícios de aquecimento; V. Gráficos de KWHL.

Além da incorporação da reflexão metacognitiva, será incorporado, como previsto na própria estratégia, as avaliações formativas. Estas são críticas e fornecem o *feedback* necessário para que o professor decida sobre seguir em frente ou permanecer na fase de engajamento. As avaliações formativas para a fase de engajamento podem incluir pré-testes, sondagens formativas e/ou gráficos KWHL. Este funciona como um organizador gráfico que auxilia no aprendizado, tornando o relativamente mais fácil. As perguntas que compõem estes gráficos podem ser por exemplo. (1) *O que eu sei?* (2) *O que eu quero saber?* (3) *Como e descubro?* (4) *O que eu aprendi?* Observe o quadro 10:

K	**W**	**H**	**L**
KNOW	WANT	HOW	LEARN
What do I know?	What I want know?	How do I find out more?	What I have learned
O que eu sei?	O que eu quero saber?	Como descubro mais?	O que eu aprendi?

Quadro 10: Esquema autoexplicativo do Gráfico KWHL

Observe que tanto na reflexão metacognitiva quanto na avaliação formativa, encontramos elementos da metacognição, uma vez que em maior ou menor grau, o estudante é levado a exercitar o monitoramento e controle (NELSON; NARENS, 1994) ao refletir sobre os próprios processos de aprendizagem e sobre formas de solução de problemas.

No quadro a 11 apresentamos o *template* de aplicação da fase de Engajamento do modelo instrucional 4E X2:

Ressaltamos que os itens da primeira linha, (Foco principal, objetivos, materiais, fontes, etc.) do quadro serão os mesmos para as quatro fases (engajamento, exploração, explicação e extensão) para um determinado assunto.

<table>
<tr><td colspan="3">Foco principal ou questão essencial:
Objetivos:
Materiais:
Fontes / Referências / Materiais Auxiliares:</td></tr>
<tr><td colspan="3">ENGAJAMENTO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Opções aplicáveis: ( ) Conhecimento prévio; ( ) Equívoco; ( ) Motivação/interesse;
( ) desenvolvimento da questão científica</td></tr>
<tr><td>Reflexão metacognitiva no Engajamento</td><td>Estrutura central no Engajamento</td><td>Contexto da avaliação no engajamento</td></tr>
<tr><td>R1:
R2:
Outro:</td><td>Questões representativas:
( ) O que você sabe sobre...?
( ) O que você viu assim?
( ) O que estudamos pode se aplicar aqui?
( ) Do que você ouviu falar... que você não tem certeza se é verdade ou não?
( ) O que te intriga/interessa...?
( ) O que é confuso sobre...?
( ) Que perguntas você tem sobre...?
( ) O que você gostaria de investigar em relação a...?</td><td>( ) Centrada no conhecimento
( ) Centrada no processo
( ) Centrado na habilidade
( ) Individual
( ) Pequeno grupo
( ) Desempenho da classe
A1:
A2:
Outro:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tempo necessário para completar o engajamento:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descrição do engajamento:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Decisão pós-sessão: ( ) Prosseguir; ( ) Revisão rápida; ( ) Retificar</td></tr>
</table>

Quadro 11: *Template* da fase engajamento para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009)

Explorar (Explore)

Uma vez que os professores percebam o envolvimento (engajamento) efetivo dos estudantes, estes podem ser direcionados para a fase de exploração.

Os aspectos críticos da fase de exploração permitem aos estudantes o desenvolvimento de previsão de situações, projeção de contextos, coleta de informações e teste de hipóteses. (AAAS 1998; LLEWELLYN 2002; MARSHALL, et al., 2009).

Como exemplos de perguntas eficazes capazes de orientar os alunos nestes aspectos temos: *(1) E se ...? (2) Como você pode estudar melhor este problema? (3) O que acontece quando…? (4) Quais dados / informações você precisa coletar? (5) Por que você escolheu seu método para estudar o problema?*

Na fase de exploração, assim como na fase de engajamento, a reflexão metacognitiva e a avaliação formativa são essenciais para manter os alunos direcionados ao longo do caminho do aprendizado.

Marshall, (2009) sugere também o uso do gráfico KWHL, especificamente a parte em que o estudante se questiona: "*Como eu estudo efetivamente esta questão ou problema?*" O autor também afirma que nesta fase os professores podem induzir que os estudantes identifiquem e/ou elaborem onde estão as fraquezas e confusões em seus planos de estudo. Além do mais considera que a unificação entre a reflexão metacognitiva, o modelo instrucional de investigação e a avaliação formativa durante esta fase, pode intencionalmente, encorajar uma compreensão mais profunda.

No quadro 12 apresentamos o *template* da fase de exploração do modelo instrucional 4E X 2.

<table>
<tr><td colspan="3">Foco principal ou questão essencial:
Objetivos:
Materiais:
Fontes / Referências / Materiais Auxiliares:</td></tr>
<tr><td colspan="3">EXPLORAÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Opções aplicáveis: ( ) Prever; ( )Projeto; ( ) Teste; ( ) Coleta; ( ) Razão.</td></tr>
<tr><td>Reflexão metacognitiva na exploração</td><td>Estrutura central na Exploração</td><td>Contexto da avaliação na exploração</td></tr>
<tr><td>R3:
R4:
Outro:</td><td>Questões representativas:
( ) E se...?
( ) O que você espera que aconteça? Por quê?
( ) Como você pode estudar melhor este problema?
( ) O que você precisa coletar?
( ) Como você vai organizar suas informações?
( ) Quantos dados/informações você precisa coletar?
( ) Quais são as mudanças que você percebeu em...?
( ) Dê outros:</td><td>( ) Centrada no conhecimento
( ) Centrada no processo
( ) Centrado na habilidade
( ) Individual
( ) Pequeno grupo
( ) Desempenho da classe
A3:
A4:
Outro:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tempo necessário para completar a exploração:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descrição da exploração:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Decisão pós sessão: ( ) Prosseguir; ( ) Esclarecer; ( ) Retificar; ( ) Reengajar.</td></tr>
</table>

Quadro 12: *Template* da fase exploração para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009)

Explicar (Explain)

Nesta fase o estudante começa a perceber o alinhamento entre o conhecimento prévio e concepções alternativas da fase de Engajamento, com as descobertas da fase de Exploração. Cabe ressaltar a importância da evocação de conhecimentos prévios, uma vez que, segundo Moreira, (2012), a aprendizagem passa a ser significativa quando há interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos.

Marshall et al. (2009) considera que apesar do modelo de instrução de investigação ser altamente dinâmico, é fundamental que a fase de exploração preceda a fase de explicação. De modo contrario, correr-se-ia o risco de “empurrar” o estudante para situações de aprendizado passivo sem o desafio de confrontar dificuldades no conhecimento prévio ou concepções alternativas.

Nesta fase, o conteúdo torna-se central, pois as habilidades do processo são utilizadas para dar suporte a habilidades de ordem superior como interpretação justificativa e análise.

A evolução da fase de explicação depende da implementação de alguns pontos que são considerados centrais: 1) interpretação dos dados encontrados; 2) busca pelo embasamento das discussões em relação à temática abordada; 3) comunicação das conclusões (escrita, oral, ou com auxilio de tecnologias de comunicação); e 4) busca por explicações alternativas para os achados.

Assim, Marshall e colaboradoers propõem que para a implementação dos pontos anteriores, as questões efetivas conduzidas pelo professor na fase de explicação podem ser, por exemplo: *(1) Que padrão (s) você observou? (2) Quais evidências você tem para suas alegações? (3) Como você pode explicar melhor / mostrar nossas descobertas? (4) Quais são algumas outras explicações para suas descobertas?*

Além das questões anteriores, referentes ao modelo de instrução de investigação, Marshall propõe para a fase de explicação, a reflexão metacognitiva através da conclusão dos gráficos de KWHL iniciados nas fases anteriores e ciclos de POE (prever, observar, explicar) (HONG, et al, 2013). Na conclusão das estratégias de reflexão metacognitiva, são sugeridas questões como, por exemplo: “O que você aprendeu? Explique seus resultados.”

Complementando as atividades que compõem o modelo instrutivo de pesquisa e as estratégias de reflexão metacognitiva, na fase de explicação, também se propõe a avaliação formativa. Neste caso, com a inclusão de relatórios de laboratório, discussões e apresentações de resultados. Para que esta atinja o status de Avaliação Formativa com ênfase no processo de aprendizagem sobre o produto, Marshall et al. (2009) sugerem a possibilidade de reenvio dos trabalhos pelos estudantes, após a orientação para a revisão, com base na revisão por pares. Toma-se como objetivo a “compreensão conceitual e a compreensão da investigação científica – não se os estudantes podem preencher uma planilha adequadamente.” (MARSHALL et al., 2009, p. 510, tradução nossa).

No quadro 13 apresentamos o *template* da fase de explicação do modelo instrucional 4E X 2.

<table>
<tr><td colspan="3">Foco principal ou questão essencial:
Objetivos:
Materiais:
Fontes / Referências / Materiais Auxiliares:</td></tr>
<tr><td colspan="3">EXPLICAÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Opções aplicáveis: ( ) Interpretar; ( ) Evidência; ( ) Comunicar; ( ) Alt. Explicações; ( ) Verificar; ( ) Justificar; ( ) Analisar.</td></tr>
<tr><td>Reflexão metacognitiva na explicação</td><td>Estrutura central na explicação</td><td>Contexto da avaliação na explicação</td></tr>
<tr><td>R5:
R6:
Outro:</td><td>Questões representativas:
( ) O que aconteceu?
( ) Quais mudanças você percebeu?
( ) Quais visuais ajudam a explicar suas descobertas? Explique-os.
( ) O que surpreendeu/intrigou você? O que ainda é confuso?
( ) Como isso é semelhante ou diferente de...?
( ) Que padrão (s) você percebeu?
( ) Como isso se aplica ao que aprendemos antes?
( ) Explique o que aconteceu.
( ) O que foi aprendido?
( ) Quais evidências você tem para sua declaração?
( ) Como você explicaria?
( ) Qual tendência os dados mostram?
( ) Como sua ideia é diferente de...?
( ) O que você quer dizer quando diz...?
( ) Você concorda com...Por que não?
( ) Onde você encontrou um fenômeno semelhante?
( ) O que você acha que vai acontecer se...
( ) De outros:</td><td>( ) Centrada no conhecimento
( ) Centrada no processo
( ) Centrado na habilidade
( ) Individual
( ) Pequeno grupo
( ) Desempenho da classe
A5:
A6:
Outro:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tempo necessário para completar a explicação:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descrição da explicação:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Decisão pós sessão: ( ) Prosseguir; ( ) Reengajar; ( ) Reexplorar; ( ) Retificar; ( ) solicitar esclarecimentos dos alunos</td></tr>
</table>

Quadro 13: *Template* da fase explicação para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009)

Estender ou ampliar (Extend)

A compreensão conceitual começa a se consolidar na fase de explicação. No entanto, caso o aprendizado pare nesta fase, há risco de retorno ao que se encontrava como conhecimento prévio e manutenção dos entendimentos como estavam antes da investigação.

A fase de ampliação (extensão) caracteriza-se pelo incentivo para que os estudantes realizem aplicação, elaboração, transferência e generalização dos conhecimentos

adquiridos e consolidados nas fases de engajamento, exploração e explicação. A fase de extensão é o momento de proporcionar oportunidades para que os aprendizes apliquem seus conhecimentos em contextos significativos e autênticos. Desta forma inicia-se de fato a consolidação da compreensão conceitual e desenvolvimento de representações mentais mais permanentes.

Para que sejam alcançados os objetivos propostos para esta fase, os estudantes são solicitados para aplicar, elaborar, transferir e generalizar o conhecimento em novas situações. Isto se dá através da resolução de questões. São exemplos de questões incluídas nesta fase: (1) O que aconteceria se...? (2) Como você acha que… se aplica a…? (3) Onde isso pode ser usado no mundo real? (4) Quais as consequências / benefícios / riscos que acompanham certas decisões?

No quadro 14 apresentamos o *template* da fase de extensão para o modelo instrucional 4E X 2.

<table>
<tr><td colspan="3">Foco principal ou questão essencial:
Objetivos:
Materiais:
Fontes / Referências / Materiais Auxiliares:</td></tr>
<tr><td colspan="3">EXTENSÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Opções aplicáveis: ( ) Aplicar; ( ) Elaborar; ( ) Transferir; ( ) Generalizar;</td></tr>
<tr><td>Reflexão metacognitiva na extensão</td><td>Estrutura central na extensão</td><td>Contexto da avaliação na extensão</td></tr>
<tr><td>R7:
R8:
Outro:</td><td>Questões representativas:
( ) O que aconteceria se...?
( ) Como você acha que... se aplica a...?
( ) Explique de outro ponto de vista.
( ) Como isso pode ser usado no mundo real?
( ) Quais perguntas/problemas ainda não foram resolvidos?
( ) Quais decisões precisam ser tomadas? O que consequências/benefícios/riscos acompanham certas decisões? De outros.</td><td>( ) Centrada no conhecimento
( ) Centrada no processo
( ) Centrado na habilidade
( ) Individual
( ) Pequeno grupo
( ) Desempenho da classe
A7:
A8:
Outro:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tempo necessário para completar a extensão:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descrição da extensão:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Decisão pós sessão: ( ) Debate; ( ) Reengajar; ( ) Reexplorar; ( ) Solicitar esclarecimentos dos alunos; ( ) Outra extensão.</td></tr>
</table>

Quadro 14: Template da fase extensão para o modelo Instrucional 4E X 2: Adaptado de Marshall et al. (2009)

Assim como nas fases anteriores, as estratégias de avaliação e de reflexão metacognitiva são apresentadas de forma genérica. A avaliação formativa, por exemplo, pode ser a solicitação do professor para que os estudantes abordem uma área de fraqueza percebida durante uma apresentação ou uma entrada no caderno científico. Quanto à reflexão metacognitiva, ocorre a união entre a aprendizagem com a reflexão pessoal e a percepção de como e onde o conhecimento é completo e como e onde ele precisa de maior dedicação.

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

Quanto à exequibilidade destacamos que a 4E X 2 corresponde a uma discussão teórica, especialmente voltada para o ensino de ciências e matemática. Por se tratar

de uma discussão teórica, e apresentar-se como um protocolo para a aplicação, a preparação das atividades fica na dependência dos objetivos e recursos disponíveis para professores e estudantes, de acordo com suas realidades.

Assim, apesar da falta de sugestões para tópicos como materiais, métodos, tempo de execução, critérios para o avanço entre as fases, dentre outros, não consideramos isto uma falha, entendemos que por se tratar de um modelo teórico, ele se encontra aberto e flexível de acordo com os objetivos, proposta temática e profundidade que professor pretenda empreender.

Para o desenvolvimento e aprimoramento do modelo de instrução 4E X 2, o site da *Clemson University* - https://www.clemson.edu/centers-institutes/ceims/resources.html disponibiliza uma variedade de planos de aula elaborados a partir do modelo 4E X 2. Entre os planos encontramos, por exemplo, “Processos celulares: Fotossíntese e respiração”, “Difusão e osmose nas células”, “seleção natural” e “sementes”.

Estes planos, assim como vários outros disponíveis na plataforma, descrevem o desenvolvimento das fases da instrução (Engajar, Explorar, Explicar e Estender), o tempo necessário, as metodologias e os procedimentos para a aplicação e o tipo de avaliação formativa utilizada em de cada uma delas.

Além do mais os planos de aula incluem a descrição para a realização de uma grande variedade de estratégias ensino que incluem aulas práticas e experimentos, vídeos, uso laboratórios de informática, computadores conectados à internet, data show, uso de material de papelaria, momentos de atividades colaborativas e outros com atividades individuais.

Cabe destacar que mesmo com a existência de planos elaborados e consolidados, a aplicação do modelo por outros professores ainda depende de um bom planejamento uma vez que este,

> retira, do grande centro de intenções, seus apontamentos, lança o olhar para os conteúdos que são definidos para aquele momento e traduz, em seguida, quais são os pontos fortes, as prioridades e principalmente, com que objetivo lidar ao trabalhar com eles. (ALMEIDA, 2011, p. 57)

Neste sentido é importante ressaltar que a construção do ambiente educativo depende da análise do espaço, dos recursos físicos disponíveis, que tipos suprimentos faltam

e que são imprescindíveis e quais prejuízos podem ser gerados pela carência disto ou aquilo (ALMEIDA, 2011).

Esta análise se faz ainda mais necessária uma vez que, diferentemente das escolas assistidas pela *Clemson University*, as escolas brasileiras sofrem com a escassez de recursos de toda natureza. Do ponto de vista estrutural/pedagógico, por exemplo, dados do senso escolar (BRASIL, 2020) demonstram que apesar das escolas municipais e estaduais, de ensino médio e fundamental, representarem 82,9% das escolas do Brasil, apenas 53% delas possui internet disponível para as atividades de ensino/aprendizagem e apenas 46% possuem internet disponível para os alunos.

Do ponto de vista do constructo da reflexão metacognitiva, a EEM 4E X 2 aponta para uma interação entre elementos que tratam da reflexão e elementos que tratam da metacognição. Assim durante a aplicação das fases da instrução por investigação, propõe-se o desenvolvimento do que Marshall et al. (2009) chamaram de reflexão metacognitiva.

Nesta perspectiva Tarricone (2011) apresenta uma interface entre estes conceitos ao afirmar que a base do desenvolvimento de estratégias para a solução de problemas está na reflexividade. De fato é possível considerar que estas estratégias são metacognitivas, uma vez que envolvem julgamentos, monitoramento e regulação (DESOETE, 2008; NELSON; NARENS. 1990; 1994; ROSA; ALVES FILHO, 2014; ROSA MENESES VILLAGRÁ, 2020; SHIMAMURA, 2000b;), essenciais em contextos de solução de problemas.

No âmbito da 4E X 2, Marshall et al. (2009) propõem que os aprendizes em determinado momento deverão explicar as estratégias usadas para a resolução de um problema científico. Neste sentido, Tarricone (2010) afirma que a base para o desenvolvimento de estratégias de solução de problemas está no pensamento reflexivo. Além do mais os estudantes são solicitados a fornecerem detalhes sobre os próprios processos de pensamento durante a seleção e implementação dessas estratégias, conforme descreve a variável estratégia do conhecimento metacognitivo em Flavell (1979).

Sobre o outro constructo, avaliação formativa, há estudos que apontam que sua vantagem sobre outros tipos de avaliação está justamente, como o próprio termo

sinaliza, na sua função de formação do indivíduo. Através dela o aprendiz torna-se capaz de reconhecer seus sucessos, inconsistências e equívocos de modo que possam se orientar sobre como proceder e corrigir suas atitudes em um empreendimento de aprendizagem ou solução de um problema durante o processo. (ANDRIOLA; ARAÚJO 2018; BLACK; WILIAM 1998; HOFFMAN, 1994; SANTOS VIEIRA; LIMA, 2019)

Para realizar avaliação formativa e estimular o desenvolvimento da reflexão metacognitiva, Marshall et al. (2009) sugerem estratégias como a produção de gráficos KWHL, cadernos de ciências, desenhos, brainstorming, exercícios de aquecimento, entradas individuais em revistas científicas, mapas conceituais assim como testes formativos, entre outros.

As estratégias propostas para a integração entre os constructos da reflexão metacognitiva e da avaliação formativa apresentam-se promissoras e algumas delas relativamente consolidadas. Entretanto apontamos algumas limitações. Isso por que na apresentação da EEM 4E X 2 não há descrição de tais estratégias. Além do mais, não ficam claros os critérios de avaliação que determinem a passagem de uma fase à outra, por exemplo, da fase de engajamento para a fase de exploração.

Assim, apesar da literatura apresentar estratégias como KWL, KWHL, mapas conceituais, diários de campos, entre outras (CHEVRON, 2014; JANG, 2010; LEOPOLD; LEUTNER, 2015; LOCATELLI, 2014; PETERS; KITSANTAS 2010; TOK, 2013) propostas na instrução 4E X 2, caberá ao professor buscar, conhecer e dominar os métodos e procedimentos didáticos propostos, diga-se de passagem, o funcionamento e forma de utilização das estratégias mencionadas, conforme o tema a ser tratado, recursos disponíveis, características e nível de preparo escolar do estudante. (ALMEIDA, 2011; LIBÂNEO, 2013).

Neste sentido, percebemos a possibilidade de comprometimento da motivação do professor em aplicar a 4E X 2 junto às suas turmas. Uma vez que o aumento da demanda de trabalho sobre professores tem sido apontado como um dos fatores responsáveis pelo impacto negativo na saúde destes profissionais e redução da produtividade no ambiente de trabalho (CARLOTTO et al, 2015).

Entretanto observamos potencialidades. Por se tratar de um modelo dinâmico em que professores e estudantes são ativos na situação de ensino, uma vez que o professor tenha planejado os procedimentos de aplicação da EEM, de acordo com sua realidade, seus objetivos, tema e os recursos disponíveis (ALMEIDA, 2011), fica a cargo do estudante, sob a orientação do professor e do próprio enunciado da tarefa, a responsabilidade pela realização do percurso determinado e planejado, de modo a refletir metacognitivamente e avaliar o processo sob uma perspectiva formativa (MARAGLIA, 2018).

No contexto da instrução por investigação, a 4E X 2 destaca quatro fases (4E) - Engajamento, Exploração, Explicação e Extensão. Cada uma destas fases apresentam características específicas às quais são propostas questões representativas que orientam os aprendizes durante o processo investigativo.

A fase de *engajamento* propõe provocar perturbação para atrair a atenção do aprendiz e fornecer motivação para iniciar o processo de aprendizagem de modo a "elevar o interesse e o desenvolvimento de questionamentos científicos". (MARAGLIA, 2018, p. 81). Nesta fase se dá o início da busca e explicitação dos conhecimentos prévios que vão nortear o desenvolvimento das próximas fases.

Uma vez que o estudante esteja envolvido e motivado com a tarefa, segue a fase de *exploração*. O desafio desta fase está em fazer com que os estudantes mergulhem em um ou mais dos aspectos críticos como previsão de situações, projeção de contextos, teste de hipóteses, coleta de informações para então entender as razões daquilo que estão fazendo durante as ações de aprendizagem.

Na próxima fase; *a explicação*, os aprendizes começam a fazer relações entre o os conhecimentos prévios e concepções alternativas, extraídos principalmente na fase do engajamento, com as informações e conhecimentos adquiridos na fase de exploração. Nesta fase destaca-se a interpretação dos dados, embasamento nas discussões, comunicação das conclusões e finalmente a busca por explicações alternativas para as descobertas.

Por fim a fase da extensão, quando as descobertas adquiridas até agora ficam passíveis de aplicação em novas situações. Nesta fase o aprendiz é incentivado a "aplicar, elaborar, transferir e generalizar os conhecimentos adquiridos", neste

momento, em novas situações de modo a extrapolar o que aprenderam. (MARAGLIA, 2018)

Analisando as fases sob o ponto de vista teórico, observamos que no engajamento, as questões representativas são apresentadas de modo a extrair um diagnóstico da situação sob a perspectiva da aprendizagem significativa; “O que você sabe sobre…?” neste contexto, as bases dos ensinamentos são apoiadas naquilo que o aluno já sabe e que de certo modo dará significado, ou seja, a “atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação entre eles”. (AUSUBEL et al., 1980 citado por LOCATELLI, 2014; MOREIRA 2011, p. 14).

Sob a perspectiva da teoria metacognitiva, as questões representativas se apresentam como comandos metacognitivos (PETERS; KITSANTAS, 2010) que se concentram nas dúvidas, equívocos, anseios, estratégias para a solução de problemas e para a comunicação das conclusões dos alunos em relação ao tema.

Assim, questões como *“O que te intriga/interessa? O que é confuso sobre...?*”, da fase do engajamento, as questões “*Como você pode estudar melhor este problema? Quais dados / informações você precisa coletar?”* da fase de exploração, e ainda as questões “*Que padrão (s) você observou? Como você pode explicar melhor / mostrar nossas descobertas? (4) Quais são algumas outras explicações para suas descobertas?” d*a fase de explicação, podem estimular no aprendiz o monitoramento e controle (NELSON; NARENS, 1990), e “o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento” (ROSA; ALVES FILHO, 2014, p. 63), a consciência sobre o que sabe ou tem dúvidas em relação ao tema (FLAVELL, 1999; BROWN, 1977), e o controle executivo autorregulador que inclui a planificação, monitoração e avaliação (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020)

4.2.3 Diários de aprendizagem

I. Identificação:

EEM: Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos

Título: Writing about the Personal Utility of Learning Contents in a Learning Journal Improves Learning Motivation and Comprehension

Escrever sobre a Utilidade Pessoal de Conteúdos de Aprendizagem em um Diário de Aprendizagem Melhora a Motivação e a Compreensão do Aprendizado

Autor / Filiação: Kristin Schmidt[1], Julia Maier[2] e Matthias Nuckles[3]

1. Department of Educational Science; 2. University of Freiburg; 3. Freiburg, Germany

Periódico: Hindawi Publishing Corporation Education Research International

Data de publicação: 2012 – **Local:** Alemanha

II. Descrição geral:

O fenômeno de interesse foi verificar se um alerta de utilidade pessoal associado a prompts cognitivos e metacognitivos era capaz de levar os alunos a refletir sobre o significado, a finalidade e a relevância dos conteúdos nos diários de aprendizagem. Especificamente no estudo de Schmidt; Maier e Nuckles (2012) foi testado se o alerta de utilidade pessoal melhora a motivação e a compreensão dos estudantes para o aprendizado de conteúdos de Biologia. Assim o principal **objetivo** foi investigar se a reflexão sobre a relevância de um determinado tópico pode aumentar a motivação e a compreensão dos estudantes em um determinado assunto.

O estudo de campo quase experimental foi realizado com 40 estudantes da sétima série com idades entre 13 e 14 anos em uma escola alemã. Os estudantes estavam distribuídos em duas turmas sendo uma delas na condição de controle e a outra na condição experimental. Ambas receberam do mesmo professor, durante seis semanas, o mesmo conteúdo de Biologia sobre conceitos básicos de imunologia como funcionamento dos glóbulos brancos e o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV).

Além do mais, os estudantes das duas turmas foram solicitados a escrever uma vez por semana em seus diários de aprendizagem, sendo ao todo seis entradas. Para a escrita dos diários os estudantes receberam uma combinação de estímulos cognitivos e metacognitivos. No entanto, os estudantes da classe experimental receberam um alerta de utilidade pessoal, além de estímulos cognitivos e metacognitivos, enquanto os estudantes da classe controle, apesar de terem recebido a mesma combinação de

estímulos cognitivos e metacognitivos, não receberam nenhum alerta de utilidade pessoal.

Para avaliar a aceitação dos estudantes em escrever nos diários de aprendizagem, Schmidt et al. (2012) utilizaram itens do inventário de motivação intrínseca (DECI; RYAN, 2012) sobre interesse, esforço e utilidade da tarefa. Outros itens do inventário de motivação intrínseca foram utilizados para avaliar a motivação para o aprendizado de biologia. Os itens estavam relacionados a interesse, esforço e percepção de competência. Para avaliar a compreensão dos estudantes, Schmidt et al. (2012) elaboraram um teste de compreensão com base nas diretrizes do currículo de Biologia das escolas secundárias da Alemanha.

III. Resultados e conclusão dos autores

Os resultados demonstraram que a intervenção ajudou os estudantes a refletir sobre a utilidade pessoal dos conteúdos de aprendizagem. Assim os estudantes da classe experimental, ou seja, que receberam alerta sobre utilidade pessoal, integrados a instruções cognitivas e metacognitivas apresentaram graus mais elevados de motivação para a aprendizagem e alcançaram melhores resultados sobre a compreensão dos conteúdos quando comparados com os alunos que não receberam alerta de utilidade pessoal.

Os diários de aprendizagem dos estudantes que receberam alerta de utilidade pessoal apresentaram mais declarações sobre a relevância dos conteúdos introdutórios de imunologia quando comparados com os diários de aprendizagem dos alunos que não receberam alerta de utilidade.

A escrita dos diários dos estudantes que receberam alerta de utilidade pessoal, integrados a instruções cognitivas e metacognitivas revelou aumento substancial da motivação para o aprendizado do conteúdo. Além disso, estes estudantes apresentaram maior percepção sobre a redação do diário como um método de aprendizagem benéfico que, conforme Nelson e Narens (1990) envolvem contínuo monitoramento e controle durante as idas e vindas ao longo da produção do texto e que poderia ser utilizado futuramente para estudos de outros conteúdos.

O estudo de Schmidt et al (2012) também demonstrou que a reflexão sobre utilidade pessoal do tópico da imunologia não apenas aumentou a motivação para o aprendizado como também estimulou o alcance de níveis superiores de compreensão quando comparados com os estudantes que receberam alertas exclusivamente cognitivos e metacognitivos. No entanto também demonstrou que mesmo que os tópicos de ciências a serem discutidos estejam muito próximos da realidade dos estudantes, é necessário apoiá-los na reflexão sobre o valor e utilidade pessoal por meio de alertas, ou seja, para fazer com que os estudantes reflitam sobre a relevância pessoal do tópico a ser estudado, eles precisam ser orientados.

IV. Constructos

Escrita de diários de aprendizagem

Os diários de aprendizagem conforme Schmidt et al (2012) podem constituir uma ferramenta de auxílio na reflexão sobre a relevância de um tópico específico. Neste instrumento os estudantes podem escrever seus pensamentos sobre conteúdos previamente apresentados, de modo a articular o que consideram pessoalmente interessante e relevante e, como novas informações podem se relacionar com aquilo que já sabem.

O uso de diários de aprendizagem no contexto escolar tem vantagens devido à sua forma relativamente livre de escrever quando comparadas com as normas e estrutura retórica que os ensaios e artigos científicos exigem. Neste sentido, a escrita dos diários de aprendizagem é especialmente benéfica para estudantes do ensino básico, relativamente pouco experientes com a escrita (NUCKLES; HUBNER; RENKL, 2009).

No entanto Bortolazzo (2010) sugere que o contínuo exercício da escrita de diários de aprendizagem pode contribuir para a elaboração de conhecimentos mais estruturados e significativos, de modo a configurar-se como um instrumento didático-pedagógico (MACHADO, 1998) capaz de surpreender o próprio autor cuja escrita tende a se tornar mais autônoma e metodológica de modo a ocupar o lugar daquela escrita relativamente “descompromissada” (BRANDÃO, 1982).

A redação reflexiva do diário pode ser considerada um meio pra promover a aprendizagem autorregulada (SCHMIDT, et al., 2012) possibilitando que os estudantes se tornem agentes autorais de seus textos uma vez que esta ferramenta

pode estimular a reflexão, tornando-os capazes de “mobilizar os componentes e elementos metacognitivos importantes para o aprendizado” (VEIGA; PEIXOTO; XAVIER, 2021, p. 726).

A orientação sobre a escrita do diário de aprendizagem pode se dar através de perguntas ou dicas que ativam a reflexão e aplicação das estratégias para a solução de questões pelos estudantes (SCHMIDT, et al., 2012).

Segundo Nuckles; Hubner; Renkl (2009) a redação do diário é capaz de promover processamento profundo dos conteúdos de aprendizagem à medida que os estudantes são incentivados a aplicar estratégias de aprendizagem.

Aprendizagem autorregulada

A aprendizagem autorregulada está relacionada ao estabelecimento de metas sobre a aprendizagem e à garantia de que as metas estabelecidas serão alcançadas (EFKLIDES, 2011). Ela envolve a capacidade de usar de forma eficaz estratégias de aprendizagem cognitivas, metacognitivas e motivacionais (ZIMMERMAN, 2002).

A aplicação da aprendizagem autorregulada sugerida por Schmidt et al (2012), no âmbito da EEM diários de aprendizagem com utilidade pessoal de conteúdo, é inspirado no modelo de Zimmerman (2000). Segundo este autor, a autorregulação refere-se a pensamentos, sentimentos e ações autogerados que são planejados e adaptados ciclicamente para a conquista de objetivos pessoais.

Nesta perspectiva, estudantes autorregulados são proativos nos próprios esforços em aprender, pois tem ciência de seus pontos fortes e de suas limitações, são guiados por objetivos definidos pessoalmente e por estratégias relacionadas às tarefas que desempenham. Estes estudantes monitoram sua conduta de acordo com seus objetivos e refletem cada vez mais sobre a eficácia no processo de aprendizagem. O monitoramento da conduta e a reflexão sobre a eficácia aumentam a autossatisfação e a motivação para continuar a aprimorar seus métodos de aprendizagem (ZIMMERMAN, 2002).

Sob uma perspectiva social cognitiva, este modelo de aprendizagem autorregulada é apresentado como um processo cíclico e interativo cuja estrutura e inter-relações

ocorrem a partir de fases como I. *premeditação* - referente a processos que preparam o cenário e precedem os esforços de ação; II. *desempenho ou controle volitivo* – que envolvem processos que ocorrem durante a execução, afetando a atenção e a ação; e III. *autorreflexão* – cujos processos ocorrem posteriormente aos esforços de desempenho influenciando a resposta do indivíduo a essa experiência (ZIMMERMAN, 2000; 2002).

As autorreflexões e atribuições pavimentam o caminho para um novo ciclo de aprendizagem autorregulada de modo que o estudante use ou adapte os processos de acordo com as necessidades da tarefa. O modelo inclui metacognição nas três fases do ciclo principalmente na forma de Habilidade Metacognitiva (EFKLIDES, 2008), como análise e planejamento de tarefas, auto-observação, uso de estratégias de autocontrole e autoavaliação (EFKLIDES, 2011).

Zimmerman e Campillo (2003) propuseram o modelo de autorregulação numa estrutura cíclica cujas fases e subprocessos estão apresentados na figura 16:

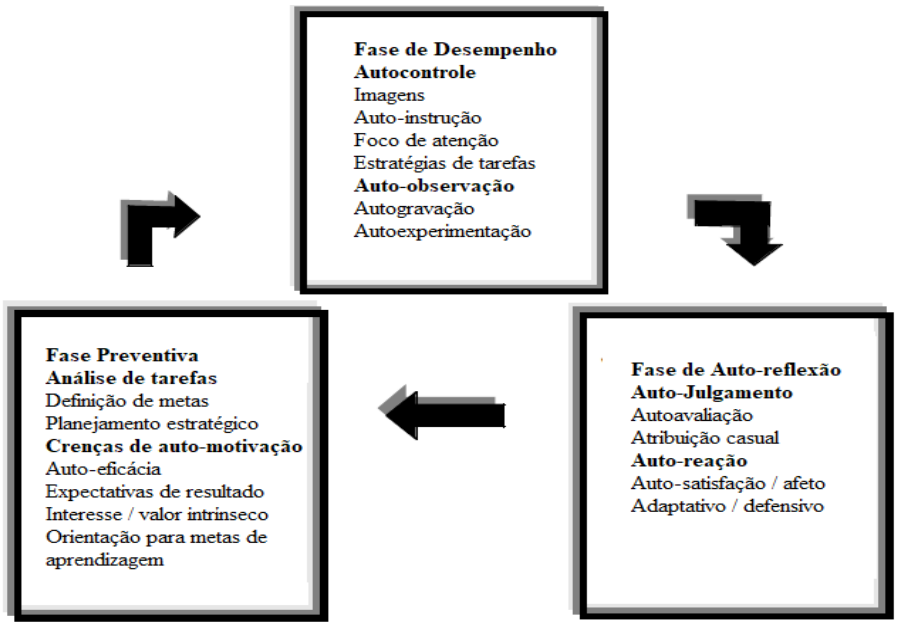


Figura 16: Fases e Subprocessos da Autorregulação adaptado de Zimmerman e Campillo (2003)

A descrição da autorregulação como uma atividade cíclica está relacionada ao fato de que o *feedback* do desempenho anterior é usado para fazer ajustes durante os esforços atuais. Tais ajustes são necessários, pois fatores pessoais, comportamentais e ambientais modificam-se constantemente ao longo do processo de aprendizagem e desempenho (ZIMMERMAN; CAMPILLO, 2003).

No âmbito da EEM diários de aprendizagem com utilidade pessoal de conteúdo (SCHMIDT et al., 2012) são utilizados *prompts* cognitivos e metacognitivos para orientar a escrita, no entanto há maior ênfase aos alertas de utilidade pessoal que vão atuar na função motivacional da aprendizagem significativa.

Cabe ressaltar que a regulação da motivação também é considerada um subprocesso essencial nos modelos de aprendizagem autorregulada (EFKLIDES, 2011) e que a automotivação dos estudantes autorregulados depende de crenças subjacentes como, por exemplo, a percepção de autoeficácia e o interesse intrínseco (ZIMMERMAN, 2002) que podem ser fomentadas pelos alertas de utilidade propostos pela EEM diários de aprendizagem com utilidade pessoal.

Motivação e utilidade pessoal

Schmidt et al. (2012) faz interface entre os diários de aprendizagem e a aprendizagem autorregulada. Zimmerman (2002) afirma que a aprendizagem autorregulada está relacionada com a habilidade de usar estratégias de aprendizagem cognitivas, metacognitivas e motivacionais.

Segundo a OECD[2] (2002) citada por Schmidt et al (2012), uma importante estratégia de aprendizagem motivacional que um aprendiz autorregulado deve possuir é a capacidade de explicar para si mesmo por que vale a pena aprender um tópico em particular, e qual é a utilidade pessoal de um determinado tópico. No entanto, entender a motivação dos estudantes sem compreender os contextos aos quais eles estão inseridos, corresponde a uma tarefa difícil, senão impossível (ECCLES; WIGFIELD, 2002).

É aí que o intercâmbio de valores proporcionado pelas relações entre professor e estudante torna-se fundamental e o conhecimento prévio deste pode contribuir muito (TAFNER, 2003). Neste sentido, Schmidt et al (2012) sugerem que o interesse pela escrita dos diários de aprendizagem e a eficiência na aprendizagem dos conteúdos pode ser potencializada com estímulos motivacionais integrados com estímulos cognitivos e metacognitivos.

[2]**Organisation for Economic Co-operation and Development**

Para manter a motivação para a aprendizagem, é particularmente interessante que os estudantes vivenciem as tarefas e tópicos de aprendizagem como pessoalmente valiosos. Pois a reflexão sobre a utilidade pessoal e o valor dos conteúdos de aprendizagem é importante para o desenvolvimento da motivação e o envolvimento em processos de aprendizagem de alta qualidade (ECCLES; WIGFIELD, 2002; SCHMIDT et al, 2012).

O uso da redação de diários de aprendizagem para refletir sobre a utilidade e o valor dos conteúdos científicos pode trazer benefícios e apoio para a motivação e compreensão aos estudantes do ensino médio (SCHMIDT, et al., 2012), quanto mais os estudantes percebem os conteúdos científicos como pessoalmente interessantes, relevantes e úteis, mais eles se engajarão numa aprendizagem intencional, esforçada e persistente (WIGFIELD et al., 2008).

Assim, por exemplo, ao refletir e escrever sobre a relevância e o funcionamento do sistema imunológico, como agem as vacinas e os fundamentos científicos dos testes diagnósticos, os estudantes podem ser motivados a aprender e considerar esse tópico importante para sua própria saúde.

No entanto, segundo Schmidt et al (2012), para que estudantes reflitam sobre a relevância pessoal de determinado tópico, eles precisam ser orientados. Nesta perspectiva, Assor et al. (2002) afirmam que professores que auxiliam os aprendizes a compreender a relevância de um determinado trabalho para seus interesses e objetivos pessoais, são particularmente importantes para o envolvimento e engajamento dos estudantes na realização da tarefa.

Assim, no âmbito da EEM Diários de aprendizagem com utilidade pessoal dos conteúdos, os autores propõem a adoção não somente de *prompts* cognitivos e metacognitivos como também alertas sobre a utilidade pessoal como meio de orientar em parte a escrita do diário.

V. Como fazer

A proposta é estimular que os estudantes reflitam por um período de seis semanas sobre os conteúdos de aprendizagem recebidos nas aulas. Schmidt et al (2012) utilizaram aulas de Biologia, especificamente sobre imunologia básica, anticorpos,

funcionamento dos glóbulos brancos e HIV com alunos da 7ª série com idades entre 13 e 14 anos, em uma escola alemã.

Os autores não deixaram explícito como as aulas de biologia foram aplicadas e que tipo de metodologia foi utilizado. Consideramos que a escolha, tanto do tema, quanto da metodologia fique a critério do professor, uma vez que a EEM em si está relacionada à escrita dos diários e não à aplicação do conteúdo e metodologia de ensino utilizada.

Inicialmente há de se considerar a inexperiência de estudantes de ensino básico sobre a escrita de diários (NUCKLES; et al., 2009; SCHMIDT et al., 2012). Desta forma a atividade inicial inclui fornecer uma breve instrução sobre este tipo de escrita, contendo aproximadamente 300 palavras. Nesse breve texto levar orientações de que a escrita do diário deverá conter, por exemplo, os conteúdos considerados mais importantes, comentários sobre a própria compreensão dos conceitos e sobre questões que permanecem em aberto (SCHMIDT et al., 2012), ou até mesmo eventos externos à aula que possam aparentar não ter significado, mas que tenham, como uma conversa com o professor ou com amigos, uma comida num restaurante, a leitura de um artigo ou uma matéria. Que tipo de conclusão pode ser tirada? Que associações podem ser feitas com outras ideias e situações? Ou seja, qualquer coisa que possa contribuir para a construção do aprendizado e que, principalmente, lhe faça refletir sobre o assunto e exercitar a própria capacidade de pensar. (VEIGA et al., 2021)

A instrução para a escrita do diário também orienta os estudantes a escrever uma página por entrada no diário de aprendizagem. Ao todo serão 6 entradas, sendo uma a cada semana. Para facilitar a escrita, incluir duas ou mais orientações cognitivas com o objetivo de auxiliar a organização e elaboração do texto. Schmidt et al. (2012) propõem:

I. *Como você pode estruturar e resumir o conteúdo de uma maneira significativa?*

II. *Que exemplos você pode imaginar que ilustram, confirmam ou conflitam com os conteúdos de aprendizagem?*

Além das orientações cognitivas, para estimular o planejamento, monitoramento, autoavaliação e se necessário, estratégias de remediação, a instrução também inclui duas ou mais orientações metacognitivas como sugerem Schmidt et al (2012):

I. *Quais pontos principais você já entendeu, e quais pontos você precisa elaborar?*

II. *Que possibilidades você tem para superar os problemas de compreensão?*

Além destas ou em substituição a elas, sugerimos outras orientações metacognitivas como: "*o que você sabe sobre o assunto?"; Conhece algo que se assemelha ao que você viu nesta aula?"; "o que estudamos pode ser aplicado no seu dia a dia?"* (MARSHALL et al., 2009), *"Está interessado em realizar a atividade proposta? "; "Dispõe do que precisa para executar a tarefa? "; "Tem domínio do que está executando"; "O planejado está funcionando? "; "Há necessidade de retomar algo?"* (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020).

Por fim, as orientações para a escrita dos diários trazem os alertas de utilidade pessoal cujo objetivo principal é estimular a motivação para a aprendizagem de biologia, a execução da escrita do diário e a compreensão do conteúdo. Schmidt et al (2012) sugerem: *"Por que a aprendizagem deste conteúdo é pessoalmente relevante para você no presente ou no futuro fora da escola?".* Sugerimos outros alertas de utilidade pessoal como "*Este conteúdo pode ser relacionado com algo benéfico ou prejudicial para saúde, sua, de seus familiares ou amigos?"; Conhece alguém ou algum caso que tenha relação direta com o conteúdo estudado?".*

O *feedback* proposto por Schmidt et al. (2012), baseado no Inventário de Motivação Intrínseca de Decy e Ryan (2012), utilizado para avaliar a motivação dos estudantes para a aprendizagem em biologia apresentou itens de I. *Interesse* como: "gostei muito de tarefas complicadas de biologia"; II. *Esforço* como: "me esforcei para resolver os problemas de Biologia"; III. *Percepção e Competência* como: "eu poderia resolver minhas tarefas muito bem em biologia".

A avaliação do conhecimento dos conteúdos de imunologia básica, anticorpos, glóbulos brancos e HIV foi feita a partir de um teste projetado principalmente com tarefas de compreensão, focado na capacidade de explicar cientificamente os fenômenos biológicos, com base nas diretrizes do currículo de biologia das escolas secundárias da Alemanha. Para o contexto escolar brasileiro, sugerimos que a avaliação da compreensão seja elaborada com base nas competências específicas e habilidades propostas palas BNCC (BRASIL, 2015) e pela Matriz de referência do

ENEM (BRASIL, 2021), conforme os objetivos e realidade da escola, dos estudantes e do professor.

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

Sob a perspectiva operacional, o diário de aprendizagem com utilidade pessoal de conteúdo com *prompts* cognitivos, metacognitivos e motivacionais, apresenta a vantagem de não exigir recursos tecnológicos ou de outra natureza que sejam onerosos tanto para a escola quanto para estudantes e professor. Os procedimentos de execução demonstram que a EEM pode ser facilmente aplicada em escolas de ensino básico.

Além do mais, a proposta de utilizar uma entrada semanal com a exigência de escrita de até uma lauda traz benefícios, uma vez que haverá menor esforço cognitivo (CHEN; ALLEN, 2017) se compararmos com entradas diárias e maior volume de conteúdos, o que de certa forma comprometeria a disposição do estudante em realizá-la.

Estudos apontam que a redação de diários é uma forma eficaz para um trabalho de acompanhamento (BORTOLAZZO, 2010; NÜCKLES et al, 2009; VEIGA et al, 2021), funcionando como instrumento de avaliação formativa (ANDRIOLA; ARAÚJO, 2018; BLACK; WILIAN, 1998).

Apesar da pouca ênfase dada aos aspectos metacognitivos nas análises realizadas por Schmidt et al (2012), os *prompts* metacognitivos estão presentes e se constituem como parte integrante e importante da estratégia de ensino, inclusive tendo sido enfatizadas as vantagens de sua utilização em estudos anteriores realizados pelas próprias autoras (NÜCKLES et al, 2009; HÜBNER et al, 2010).

Neste sentido, estudos de Nückles et al (2009) apontam que estudantes que escrevem protocolos de aprendizagem com a ajuda de orientações cognitivas e metacognitivas apresentam melhor desempenho em testes de conhecimento. Além do mais, o conhecimento sobre a tarefa acadêmica que o estudante vai realizar leva ao desenvolvimento de uma afinidade que contribui para identificar condutas de aprendizagem inadequadas (EFKLIDES et al, 2006).

Para aumentar a ênfase aos aspectos metacognitivos nos diários de aprendizagem com utilidade pessoal do conteúdo propusemos a inserção de alguns *prompts* metacognitivos, extraídos dos estudos de (MARSHALL et al., 2009; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020;) citados no tópico “como fazer” desta estratégia de ensino metacognitivo.

Cabe ressaltar, segundo Rosa et al (2020), que experiências metacognitivas podem se manifestar quando o estudante identifica suas capacidades para executar uma tarefa e avalia se o desenvolvimento pode lograr êxito ou se haverá, conforme Nückles et al (2009), necessidade de utilizar estratégias corretivas como, por exemplo, revisar o texto do diário para solucionar problemas de compreensão.

No entanto conforme Bosko e Rosa (2021) para a elaboração de diários de aprendizagem acompanhados de reflexão pautada na orientação metacognitiva, há de se pensar na necessidade de guiar essa reflexão, o que pode ser feito através de *prompts* metacognitivos como os utilizados por Schmidt (2012) nos diários de aprendizagem com utilidade pessoal de conteúdos.

Sob a perspectiva motivacional, um dos aspectos da aprendizagem autorregulada segundo Zimmerman (2000) e foco da pesquisa de Schmidt et al. (2012), a escrita dos diários de aprendizagem, particularmente ao estimular a apreciação e interesse em um tópico específico traz benefícios uma vez que a motivação para aprender é importante, não só para aumentar o aprofundamento da compreensão, mas também para aumentar o esforço e a persistência (EFKLYDES et al, 2006).

4.2.4 EEM - Mapa Conceitual

As buscas nas bases de dados resultaram na recuperação de três artigos que utilizaram mapas conceituais com objetivo explícito de desenvolver a metacognição nos estudantes. Cada um dos trabalhos apresenta aspectos teóricos, constructos, procedimentos e características próprias que, segundo os critérios de inclusão e exclusão adotados nesta tese, permitiram classificar mapas conceituais, da forma como foram apresentados e aplicados, como estratégias de ensino metacognitivo. Os trabalhos serão descritos respectivamente na ordem cronológica em que foram

publicados. Assim temos os trabalhos: i. Chevron (2014); ii. Leopold e Leutner (2015); iii. Chen; Allen (2017).

Mapa conceitual - Trabalho 1:

I. Identificação:

EEM: Mapa Conceitual estruturado hierarquicamente e dependente do contexto (MCS)

Título: A Metacognitive Tool: theoretical and operational analysis of skills exercised in structured Concept Maps - *Uma ferramenta metacognitiva: análise teórica e operacional de habilidades exercidas em mapas conceituais estruturados*

Autor / Filiação: Marie-Pierre Chevron / Gymnase intercantonal de la Broye, Université de Fribourg

Periódico: Perspectives in Science.

Data de publicação: 2014 – **Local:** Suiça

II. Descrição geral:

O ***Fenômeno de Interesse e objetivos do estudo***: *A* proposta envolve a caracterização e organização de forma precisa, rigorosa e operacional, em uma matriz bidimensional, das habilidades exercidas durante a elaboração de mapas conceituais. O principal objetivo é buscar a explicação e superação das dificuldades observadas na elaboração de mapa conceitual hierarquicamente organizado, chamado pela autora como "mapa conceitual estruturado dependente do contexto" (SCM). ***A população*** do estudo corresponde a professores da área de ciências da natureza, estudantes de pós-graduação (professor/estudante). **A metodologia** utilizada por Chevron (2014) foi pouco explicitada, no entanto a autora se dedicou principalmente em descrever os constructos relacionados aos mapas conceituais e a taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl (WILSON, 2016), relacioná-los com a proposta de construção da matriz bidimensional aplicada à elaboração dos mapas conceituais com ênfase em conteúdos e questões foco de disciplinas de ciências da natureza. Através de abordagem qualitativa, a autora avaliou a eficiência da EEM

SCM a partir da análise de mapas conceituais elaborados por professores/estudantes com a utilização orientada da matriz contendo a taxonomia revisada.

III. Resultados e conclusões dos autores:

Como **Resultados e conclusões,** os autores verificaram que os mapas conceituais elaborados pelos professores estudantes e estudantes, a partir da utilização da matriz bidimensional proposta, apresentaram uma hierarquia claramente estabelecida, os conceitos principais foram identificados e os elementos essenciais para responder a questão foco estavam presentes no mapa, com a terminologia e com os conectores adequados. Em resumo, as características dos mapas conceituais estruturados indicaram uma aprendizagem mais integrada e complexa.

Assim os autores concluem que tornar explícitos os níveis taxonômicos dos esforços cognitivos implementados durante a organização do conhecimento em um mapa conceitual pode constituir uma ferramenta metacognitiva útil para concentrar a atenção e os esforços dos professores e estudantes no sentido de alcançar habilidades de pensamento de ordem superior (INHELDER; PIAGET, 1976) e aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

IV. Os Constructos

Como em diversas pesquisas sobre desenvolvimento e aplicação de estratégias de ensino metacognitivo (PETERS; KITSANTAS, 2010; MARSHALL et al., 2009; CARILLO; LEE; RICKEY, 2012), Marie-Pierre Chevron também se utilizou da integração entre a metacognição e outros constructos para elaborar a EEM dos mapas conceituas estruturados hierarquicamente. Em seu trabalho foram identificados três constructos que auxiliaram no embasamento e operação da EEM. São eles: Aprendizagem significativa, Mapas conceituais, Taxonomia de Bloom Revisada que serão brevemente descritas nos itens a seguir.

Aprendizagem significativa – Com bases na teoria de aprendizagem de Ausubel, 2000, aprendizagem significativa corresponde à integração que o estudante faz gradualmente, por meio da subsunção, entre novas peças de conhecimento e caminhos já existentes na própria estrutura cognitiva (MINTZES, et al, 2005a).

Segundo Moreira (2011, p. 13), na aprendizagem significativa, as ideias simbolicamente expressas “interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.” O autor usa o termo “substantiva” para enfatizar que não é literal, ou seja, não é “ao pé da letra”, já o termo “arbitrária”, significa que a interação não ocorre com uma ideia prévia qualquer, mas sim com algum conhecimento particularmente relevante, previamente existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

O conhecimento significativo segundo Ausubel (2003, np)

> É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

No âmbito do mapa conceitual estruturado hierarquicamente e dependente do contexto, proposto por Chevron (2014), a aprendizagem significativa é apresentada de forma não muito aprofundada uma vez que segundo Moreira (2011) os mapas conceituais correspondem a instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa, portanto a maior ênfase dada por Chevron é no instrumento facilitador, com menor ênfase na teoria da aprendizagem significativa.

Mapas Conceituais - Segundo Novak e Cañas (2010) os mapas conceituais são ferramentas gráficas utilizadas para organizar e representar um determinado conhecimento. No geral os conceitos são colocados dentro de círculos ou caixas, e a relação entre os conceitos são indicadas por linhas que os interligam. Sobre essas linhas podem ser inseridas palavras ou frases de ligação que especificam a natureza da relação entre os conceitos.

Chevron et al. (2014) afirmam que uma importante característica dos mapas conceituais é a existência de uma hierarquia na representação dos conceitos em que no topo do mapa são dispostos os conceitos mais abrangentes enquanto nas porções inferiores do mapa são dispostos os conceitos menos abrangentes. No entanto a autora afirma que a elaboração de mapas conceituais não é uma tarefa fácil uma vez que a organização hierárquica nem sempre é observada.

Segundo Kinchin et al. (2008) a análise de mapas conceituais formulados por estudantes apontou três padrões principais sendo: estruturados em “raio”, estruturados em “cadeias” e estruturados em “rede”.

A estrutura em raio contém apenas um nível hierárquico e associações muito simples, sendo útil para apoiar a aprendizagem mecânica e a memorização, indicando aquela visão de “transmissão de pensamento”. Já a estrutura em cadeia representa diferentes níveis hierárquicos, são indicativas de sequências de procedimentos que caracterizam uma prática observável, como por exemplo, a prática clínica cujo objetivo se relaciona com a eficácia de um tratamento, no entanto se não forem feitos elos com um entendimento subjacente, a formulação de uma estrutura em cadeia pode ser vista como quem segue cegamente uma receita. Por fim, mapas conceituais com estrutura em rede apresentam elementos conectados entre si e refletem interações complexas, em diferentes níveis conceituais e indicam entendimento integrado e holístico e aprendizagem significativa (CHEVRON, 2014; KINCHIN, 2008).

Mesmo em um mapa conceitual organizado em rede, a estrutura hierárquica para um determinado domínio depende do contexto em que o conhecimento é considerado. Desta forma uma maneira de especificar claramente o domínio a ser explorado é elaborando o mapa a partir de alguma questão particular que procuramos responder, esta é denominada *questão focal* (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Um exemplo citado por Chevron (2014) é sobre o termo “DNA”, este termo pode estar relacionado a diferentes contextos da Biologia, seja descrevendo funções celulares como replicação de DNA, seja abordando sua participação na hereditariedade. Desta forma é possível afirmar que a elaboração de uma questão focal pode especificar de forma clara o domínio da molécula de DNA a ser explorado.

Novak e Cañas(2010) apontam outras limitações relacionadas à elaboração de mapas conceituais como, por exemplo, a dificuldade para fazer escolhas e estabelecer prioridades sobre noções científicas e fatos ou conceitos que devam estar presentes no mapa. Também há uma tendência em delimitar o domínio a ser explorado e ainda falta de rigor na definição precisa sobre as relações entre os elementos que compõem o mapa conceitual.

Com o objetivo de explicar e superar as dificuldades observadas na elaboração de mapas conceituais, Chevron (2014) denominando “mapa conceitual estruturado hierarquicamente dependente do contexto” (SCM), categorizou as habilidades relacionadas ao SCM de forma explícita e operacional, conforme será visto nos itens a seguir.

Taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl – Chevron (2014) se propôs a organizar uma tabela bidimensional utilizando a matriz de Tyler (CHEVRON, 2014) e a taxonomia de Bloom revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001; KRATHWOHL, 2002). A estrutura bidimensional da tabela inclui os quatro principais tipos de conhecimento e seis categorias de processos cognitivos (ANDERSON KRATHWOHL, 2001; KRATHWOHL, 2002; WILSON, 2016).

Segundo os autores, os quatro principais tipos de conhecimento são *conhecimento factual, conhecimento conceitual, conhecimento processual e conhecimento metacognitivo*. As seis categorias cognitivas são para *lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar*.

De modo geral as dimensões do conhecimento são organizadas do mais concreto ao mais abstrato sendo o *conhecimento factual* referente a elementos básicos como terminologia e detalhes específicos que os estudantes devem saber para ficarem familiarizados com uma disciplina ou para resolver problemas relacionados a ela. O *conhecimento conceitual* corresponde às classificações, categorias, princípios, generalizações, teorias, modelos e estruturas referentes àquela disciplina. O *conhecimento processual* relaciona-se com o ato de “fazer alguma coisa”, e correspondem às técnicas, métodos e critérios que auxiliam na determinação do momento correto para utilizar tal ou qual procedimento. Por fim o *Conhecimento metacognitivo* que corresponde a uma nova categoria, que não era amplamente reconhecida na época em que o esquema original foi desenvolvido (KRATHWOHL, 2002). Este conhecimento envolve a cognição em geral assim como a consciência de sua própria cognição (FLAVELL, 1976), ou seja, um conhecimento “estratégico ou reflexivo sobre como resolver problemas, tarefas cognitivas, para incluir o conhecimento contextual e condicional e o conhecimento de si mesmo” (WILSON, 2016, np)

Além das dimensões do conhecimento, a taxonomia revisada de Bloom traz também as seis categorias de processos cognitivos organizados em ordem crescente de complexidade conforme (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001; CHEVRON, 2014; KRATHWOHL, 2002;) pode ser observado nos itens a seguir:.

i. *Lembrar -se* que consiste na recuperação de conhecimentos pertinentes da memória de longo prazo;

ii. *Compreender* – está relacionado aos esforços cognitivos implementados para a elaboração do significado oral, mensagens escritas ou gráficas. A compreensão pode ser observada, por exemplo, a partir de atividades como exemplificar, classificar, inferir, comparar e explicar;

iii. *Aplicar* – Corresponde por em prática um procedimento para a execução ou implementação de uma tarefa (familiar ou desconhecida, respectivamente.);

iv. *Analisar* – que corresponde à fragmentação do material em suas partes constituintes e determinação de como as partes se relacionam entre si e na estrutura geral;

v. *Avaliar* – que está relacionado à capacidade de fazer julgamentos com base em critérios e padrões e finalmente;

vi. *Criar* – que consiste na organização e integração dos elementos de modo a formar um todo coerente e funcional ou reorganizando os elementos em uma nova estrutura ou padrão, a criação aparece durante o processo de geração de hipóteses

V. Como fazer?

Utilizando a taxonomia de Bloom revisada e a matriz bidimensional de Chevron (2014) para responder no SCM a questão foco *"Qual é a composição da matéria?"*, os estudantes são orientados a seguir as etapas conforme descritas na tabela 2. Na sequência a figura 17 apresenta o SCM elaborado a partir da questão focal e das etapas propostas.

É importante ressaltar que a tabela 2 e a figura 17 ilustram uma proposta de procedimento para a execução da EEM. Na tabela 2 estão representadas as dimensões do conhecimento e as categorias cognitivas de (WILSON, 2016)

organizados na matriz bidimensional com as proposições de Chevron (2014) adequadas ao ensino específico de química relacionada à composição da matéria cuja questão foco *"Qual é a composição da matéria?"*.

Cabe ressaltar que a questão foco, as proposições da tabela e o mapa conceitual elaborado, correspondem a um recorte do procedimento que não deve ser interpretado como única forma de execução da estratégia, ficando o professor livre para a escolha do tema, questão foco e conteúdo das etapas de elaboração da matriz e do SMC.

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO		**Conhecimento factual**	**Conhecimento conceitual**	**Conhecimento procedimental**	**Conhecimento metacognitivo**
DIMENSÕES COGNITIVAS	**Lembrar**	*Lembrar* **1.** Nomeie os termos específicos: matéria inerte / viva, átomo, núcleo, nuvem eletrônica, elétron, próton, nêutron, massa atômica (A), número atômico (Z), isótopo, cátion, ânion, composto iônico, composto metálico, molécula, nível energético	**2.** *Lembre-se* de princípios, teorias, modelos: teoria atômica, princípio de Pauli, teorias sobre ligações atômicas (iônicas, covalentes)	**3a.** *Lembre-se* do procedimento de construção sCM (nomeie elementos em caixas, desenhe links direcionados, nomeie os links direcionados)	
	Compreender	**4.** Dê exemplos de compostos iônicos e metálicos, moléculas e isótopos Possivelmente fornecem imagens.	**5.** Ligue os diferentes elementos para compreender os conceitos de matéria e átomo	**3b.** Conhecimento estratégico. Compreenda o procedimento para organizar o conhecimento no mapa	**14a**. Compreenda a contribuição do SCM no desenvolvimento da metacognição

Tabela 2 (início): Orientação operacional das habilidades exercidas durante a construção dos SCM: Adaptado de Chevron (2014)

DIMENSÕES COGNITIVAS	**Aplicar**			**3c.** Implementando. Aplique o procedimento de formulação do SCM à elaboração de modelos de matéria e átomo.	
	Analisar	**6.** Distinguir elementos relevantes de irrelevantes ou importantes de não importantes para responder à pergunta em foco	**7**. Identifique a importância relativa dos elementos relevantes para elaborar uma estrutura hierárquica: Identifique o conceito central: matéria, átomo Determine como os elementos se conectam entre si para construir o conceito central e responder à questão foco: "Qual é a composição da matéria?	**8**. Integrando. Organize e conecte diferentes elementos em uma estrutura hierárquica. Por exemplo: matéria / molécula / átomo / núcleo ... Use cores, tipos ou tamanhos diferentes de caracteres para delinear um ponto particular	**14b.** Conheça as demandas cognitivas das diferentes tarefas exercidas para a elaboração de um SCM em um campo específico do conhecimento.
	Avaliar	**10.** Julgue a relevância da terminologia usada	**11.** Julgamento. Nomeie com precisão a relação entre os elementos. Por exemplo: é organizado em, é composto por, são caracterizados por… Julgue a relevância dos links estabelecidos para responder à questão foco.	**12**. Julgamento. Avalie e detecte inconsistências na estrutura do conhecimento	**14c**. Avalie a relevância da ferramenta usada em seu próprio aprendizado sobre a matéria e o átomo

Tabela 2 (Continuação): Orientação operacional das habilidades exercidas durante a construção dos SCM: Adaptado de Chevron (2014)

	Criar		**9.** Hipotetização. Organize os elementos em um primeiro rascunho de sCM para formar um todo coerente e funcional respondendo à questão em foco. Por exemplo: próton, elétron, nêutron estão no mesmo nível Conecte conceitos de diferentes domínios no SCM ou de outro campo do conhecimento para melhorar o conhecimento considerado. Por exemplo: composto iônico ligado a próton e elétron (noções de cátion / ânion). Nomeie esses links criativos	**13**. Hipotetização. Sugera uma reorganização no espaço para melhor representar o conhecimento; Reorganizar no espaço os diferentes elementos de uma forma original e nova, para responder à questão foco.	**14d.** Dê um passo atrás e esteja ciente da evolução de sua própria representação; Esteja ciente de seu próprio funcionamento

Tabela 2 (Final): Orientação operacional das habilidades exercidas durante a construção dos SCM: Adaptado de Chevron (2014)

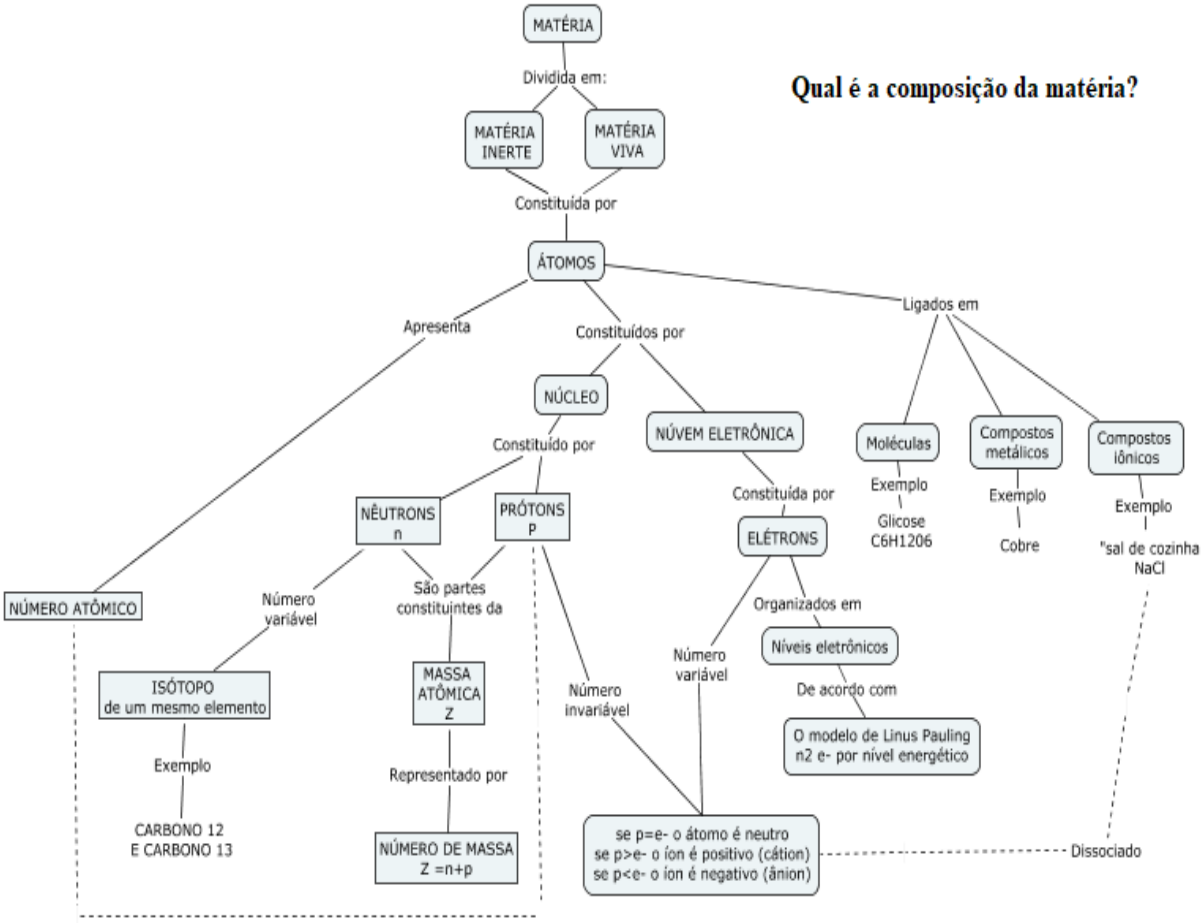


Figura 17: Respondendo à questão central em química: “Qual é a composição da matéria?”: Adaptado de Chevron (2014)

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

O SCM corresponde a um procedimento instrucional e metacognitivo cuja proposta aponta um caminho para a construção do conhecimento. Utilizando as propostas de execução do instrumento, os formuladores do SMC são orientados sobre os tipos de conhecimento e processos cognitivos envolvidos durante o percurso da elaboração do mapa.

Sob a perspectiva cognitiva, há vantagens, pois segundo o próprio Novak (2010), a elaboração de um mapa conceitual raramente é uma tarefa puramente individual, ou seja, no geral envolve tanto alunos quanto professores em um processamento cognitivo ativo. Neste sentido, Vygotsky (2001) afirma que o desenvolvimento

cognitivo ocorre a partir de forças externas em que pais, professores, adultos influentes e colegas mais maduros são capazes de fornecer auxílios adequados de acordo com cada nível de habilidades individuais. Além do mais, o contato organizado com pessoas, discussões em grupo e participação ativa na comunidade é capaz de provocar mudanças fundamentais nos hábitos de pensamento dos indivíduos, como por exemplo, a aquisição de princípios das operações teóricas (LURIA, 2017) e transformação das funções mentais elementares em funções mentais superiores (VYGOTSKY, 1991).

Sob a perspectiva metacognitiva, a EEM SMC traz benefícios aos estudantes uma vez que utiliza a taxonomia de Bloom revisada (WILSON, 2016), na qual há introdução do conhecimento metacognitivo entre as dimensões do conhecimento, cujas orientações da tarefa proposta por Chevron (2014) estimulam o desenvolvimento da consciência a respeito dos próprios processos cognitivos como compreensão das contribuições, demandas cognitivas de tarefa, relevância da ferramenta usada e ciência da evolução da própria representação do aprendiz.

Do ponto de vista operacional, há limitações. Inicialmente a estratégia descrita foi aplicada junto a professores/estudantes de pós-graduação, este fato corresponde a um critério de exclusão. No entanto verificamos a possibilidade de adaptação da EEM SCM ao ensino básico uma vez que a linguagem utilizada nas matrizes e o nível de aprofundamento dos conteúdos e questões foco (composição da matéria e fotossíntese) estão adequados ao nível de educação básica, necessitando de poucas adaptações a este nível de ensino.

Outra limitação diz respeito à escassez de recursos tecnológicos na escola brasileira, especialmente aqueles relacionados à informática e internet (BRASIL, 2021). Esta limitação se deve ao fato de Chevron (2014) ter utilizado, junto aos estudantes, o aplicativo *CmapTools* para a elaboração dos mapas conceituais. No entanto encontramos potencialidades, uma vez que, segundo Almeida (2011), cabe ao professor, durante o planejamento das atividades, elaborar o ambiente educativo adequado ao tema e recursos disponíveis. No caso desta estratégia (SCM) os recursos tecnológicos podem ser facilmente substituídos por lápis, borracha e papel, considerando que a dinâmica de elaboração de mapas conceituais não é afetada pela utilização ou não do aplicativo (MAFFRA; ANJOS, 2018; KRAUSE te al., 2020).

Outro fator limitante, este provavelmente mais complexo, diz respeito à necessidade de capacitação dos professores para a aplicação da estratégia. Segundo Libâneo (2013, p. 76-77), a orientação para o ensino e aprendizagem requer conhecimento das etapas do processo assim como domínio de "métodos, procedimentos, técnicas e recursos auxiliares". Especificamente para a execução da EEM SCM é necessário que o professor obtenha anteriormente conhecimentos sobre a elaboração de mapas conceituais e compreensão sobre a taxonomia de Bloom revisada para que possa auxiliar na formulação da matriz bidimensional e orientar a elaboração do SCM.

Mapa conceitual - Trabalho 2

I. Identificação:

EEM: Mapa Conceitual orientado para autorregulação

Título: Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies –

Melhorando a compreensão do texto científico dos estudantes através da auto-regulação metacognitiva ao aplicar estratégias de aprendizagem

Autor/Filiação: Claudia Leopold[1]; Detlev Leutner[2] / [1] Institute for Psychology in Education, Muenster University, Fliednerstr. 21, 48149 Muenster, Germany; [2] Duisburg-Essen University, Essen, Germany

Periódico: Metacognition and Learning

Data de publicação: 2015 – **Local:** Alemanha

II. Descrição geral:

O fenômeno de interesse e objetivos do estudo, apresentados no artigo intitulado *Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies,* correspondem à melhora da compreensão do texto científico através da autorregulação durante a utilização da estratégia mapa conceitual. Assim **objetivo** do estudo foi examinar como a orientação para autorregulação na elaboração de mapa conceitual afeta o conhecimento e aplicação da estratégia, a qualidade do mapa e a compreensão do texto científico.

De modo geral, o artigo enfoca a questão de se a compreensão de textos científicos pode ser aprimorada, à medida que melhora a qualidade da aplicação da estratégia

de aprendizagem, especificamente neste caso, combinando orientações sobre autorregulação com a elaboração de mapas conceituais.

Assim a investigação buscou saber se os estudantes poderiam aprender a monitorar e regular a qualidade do uso do mapa conceitual e como consequência aplicá-lo para o aprendizado de maneira mais eficaz. A **população** do estudo era constituída por 62 estudantes do 10º ano, com idade entre 15 e 16 anos, de duas escolas secundárias.

A **metodologia** proposta comparou três grupos: I. Grupo controle; II. Grupo que recebe orientação sobre a formulação de mapas conceituais; III. Grupo que recebe orientação sobre a formulação de mapas conceituais e orientações sobre como fazê-lo com autorregulação. Os autores utilizaram testes e questionários específicos para avaliar: o conhecimento da estratégia, a aplicação da estratégia, a qualidade do mapa conceitual e a compreensão do texto científico.

III. Resultados e conclusão dos autores;

Ambos os grupos que foram orientados para a estratégia de mapa conceitual (II e III) demonstraram a aquisição de conhecimento sobre a estratégia. No entanto o grupo que recebeu orientação sobre autorregulação + orientação sobre mapa conceitual adquiriu maior conhecimento sobre como monitorar e controlar o uso da estratégia.

Quanto à compreensão do conteúdo do texto, os resultados apontam que os estudantes que receberam orientação combinada de mapa conceitual e autorregulação, compreenderam melhor o texto científico em comparação com o grupo que recebeu apenas orientação sobre mapeamento e o grupo controle. Entre o grupo controle e o grupo orientado apenas sobre mapeamento, não houve diferença significativa na compreensão do texto.

Os dois grupos que receberam orientação sobre a elaboração de mapa conceitual utilizaram a estratégia enquanto estudaram os textos. Ambos apresentaram maior organização da informação textual, comparados com o grupo controle. No entanto o grupo que recebeu orientação para formulação de mapas + orientação para uso de autorregulação incluíram menos links irrelevantes em seus mapas, esta habilidade, segundo Leopold e Leutner (2015), é uma das formas de avaliar a qualidade dos mapas.

Em suma, os resultados indicam que as orientações sobre formulação de mapas combinados com orientações sobre autorregulação podem melhorar a qualidade do mapa, reduzindo o número de links irrelevantes entre as ideias principais e melhorar a compreensão do texto científico.

IV. Constructos;

Mapas conceituais – As bases teóricas e os conceitos relacionados a mapas conceituais utilizados por Leopold e Leutner (2015) não diferem muito daquelas utilizadas por Chevron (2014), analisadas no trabalho anterior sobre mapa conceitual, ambos são referenciados pelas teorias de mapa conceitual de Novak. Sendo assim, não pretendemos detalhar mapa conceitual como foi detalhado na descrição anterior.

No entanto verificamos que no trabalho de Leopold e Leutner (2015), assim como em outros trabalhos que envolvem a formulação de mapas conceituais (CHEVRON, 2014; JANG, 2017; CHEN; ALLEN, 2017; MOREIRA, 2012; NOVAK; CAÑAS, 2010), esta estratégia de aprendizagem se relaciona com a possibilidade de auxiliar o estudante a organizar e estruturar seus materiais de aprendizagem, melhorando a identificação de conceitos importantes em um texto, de modo a especificar suas relações e organizá-los de forma clara e objetiva.

Para Leopold e Leutner (2015), o mapa conceitual é uma estratégia de aprendizagem que suporta a organização hierárquica e a representação explícita de informações expressas em texto. Segundo Moreira (2012, p. 126-127), o mapa conceitual corresponde a um “instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino”.

No entanto, Leopold e Leutner (2015) apoiados em evidências empíricas de outros autores como Chang et al. (2002); Hardy e Stadelhofer (2006); Hilbert e Renkl (2008); Kiewra te al (1989); McCagg e Dansereau (1991) sustentam a tese de que mesmo estudantes orientados para elaborar mapas conceituais não necessariamente demonstram compreensão de texto aprimorada.

A solução para este problema está, segundo Leopold e Leutner (2015), no aprimoramento da qualidade da aplicação das estratégias de aprendizagem, aqui especificamente mapa conceitual, a partir de textos científicos.

É aí que entra a autorregulação como outro constructo que, integrado ao mapa conceitual, vai aprimorar a qualidade da aplicação desta estratégia de aprendizagem e o pensamento metacognitivo do aprendiz durante a leitura e compreensão do texto.

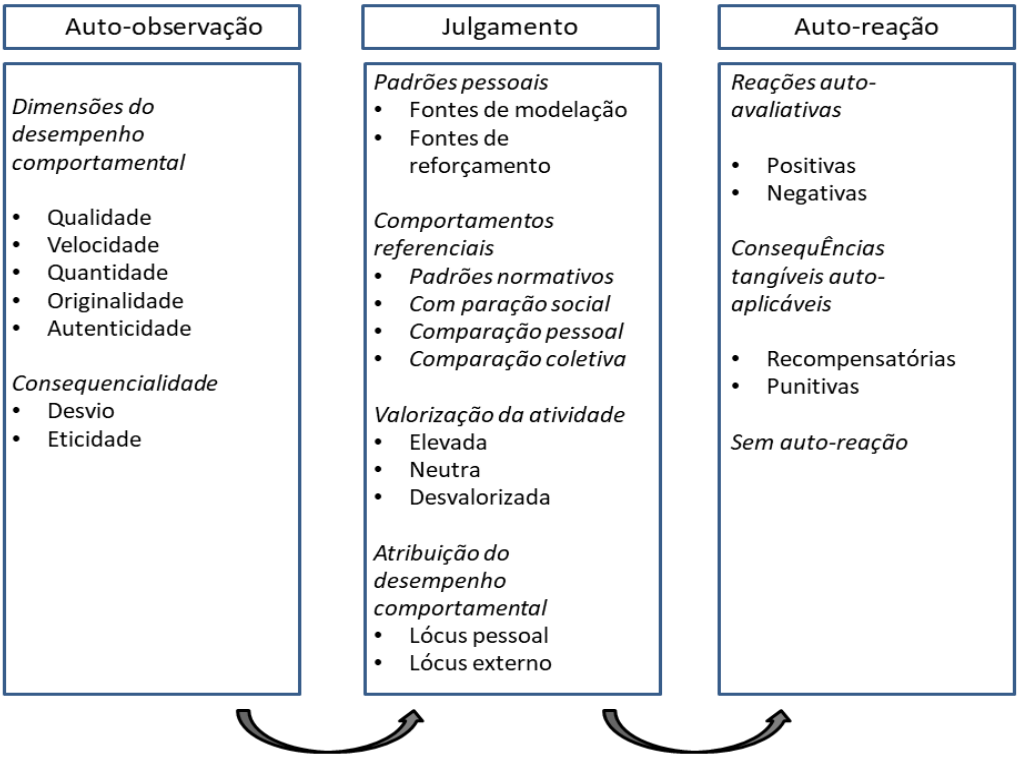
Autorregulação e estratégia metacognitiva – Se considerarmos a relevância da qualidade da aplicação da estratégia de aprendizagem, uma questão deve ser lavada em conta: Como é possível orientar estudantes a aplicarem com alta qualidade a estratégia de mapa conceitual?

Segundo Leopold e Leutner (2015), a ideia básica está no fato de que os estudantes devem não só aprender sobre conhecimentos declarativos e procedimentais relacionadas às estratégias de aprendizagem cognitiva, por exemplo, do que é constituído e quais são os procedimentos para elaborar um mapa conceitual, mas também aprender como se engajar no uso da estratégia com alta qualidade através da autorregulação metacognitiva.

A vantagem da utilização das estratégias metacognitivas está no fato de que estas operam em um nível superior (nível meta) ao das estratégias cognitivas (nível objeto), logo podem modificar e regular a qualidade da aplicação da estratégia cognitiva (mapa conceitual, por exemplo) através do monitoramento e controle (NELSON; NARENS, 1994) das ações de elaboração do mapa conceitual.

Leopold e Leutner (2015) utilizaram estratégias de autorregulação metacognitiva com base nas propostas de Bandura (1986). Este autor afirma que no processo de autorregulação sob a perspectiva sociocognitiva, o sistema *self*, sistema de determinantes internos do comportamento, refere-se a “estruturas cognitivas que proporcionam mecanismos de referência e um conjunto de subfunções ou subprocessos para a percepção, avaliação e regulação do comportamento” (BANDURA, et al, 2008, p. 50).

Segundo Bandura (1986; 1990; 2008) os subprocessos que compõem a autorregulação do comportamento são: auto-observação, julgamento e auto-reação. O quadro 15 apresenta o sistema de autorregulação proposto por Bandura:



Quadro 15: Processos e subprocessos que compõem a autorregulação: Adaptado de Bandura (2008)

A orientação da autorregulação metacognitiva de Bandura aplicada à elaboração de mapas conceituais pode, por exemplo, estimular os estudantes a (a) auto-observar, julgar e autoavaliar se todos os conceitos importantes foram incluídos, se foram incluídos apenas conceitos realmente importantes e se os links utilizados entre os conceitos estão adequados e coerentes; (b) reagir e ajustar sua estratégia de elaboração do mapa conceitual, reconsiderando conceitos e links importantes; (c) inserir ou retirar conceitos sem importância e modificar, quando necessário, os links que relacionam os conceitos entre si.

Desta forma, quando a atenção do estudante é explicitamente direcionada para monitorar a qualidade da aplicação da estratégia do mapa conceitual, ele é atraído para o conteúdo referencial, ou seja, situação, objetos e elementos explicados no texto. (LEOPOLD; LEUTNER, 2015).

V. Como fazer;

No início da tarefa de elaboração de mapa conceitual os estudantes são informados sobre o objetivo da estratégia de mapeamento, ou seja, ajudá-los a identificar conceitos e esclarecer relações importantes entre eles.

Na sequencia os estudantes recebem um texto que contém um exemplo de formulação de um mapa conceitual elaborado por um estudante fictício, Daniel. Este "estudante" está se preparando para uma avaliação de biologia e apresenta dificuldades na compreensão do material de estudo. Então ele decide aplicar uma estratégia de mapa conceitual para ajudar a identificar e esclarecer as relações entre os conceitos científicos.

Na elaboração do mapa, Daniel procede de acordo com a estratégia de rede de Chmielewski e Dansereau (1998) utilizando o primeiro capítulo do livro de Biologia, aplicando os seguintes passos:

1 – Ler um parágrafo destacando conceitos importantes;

2 – Anotar os conceitos e organizá-los espacialmente;

3 – Desenhar ligações entre conceitos relacionados;

4 – Rotular as ligações entre os conceitos.

O roteiro acima está presente no material fornecido aos estudantes e consideramos úteis e adequados para orientá-los na elaboração inicial de um mapa conceitual. No entanto, desejando o leitor consultar um roteiro mais aprimorado e útil para a elaboração de mapas conceituais, sugerimos Moreira (2012, p. 141-142), *Como construir um mapa conceitual*.

A proposta de orientação para a elaboração de mapas conceituais também transmite de certa forma conhecimento procedimental. Neste sentido, o professor orientador inicialmente modela a aplicação da estratégia de mapeamento, solicitando a seguir que os estudantes procedam passo a passo na elaboração de seus próprios mapas em outras passagens do conteúdo fornecido. O professor então monitora o progresso dos estudantes que tendem gradualmente a aprender e aplicar a estratégia por conta própria utilizando o suporte do professor até que não mais seja necessário.

Observe que até aqui as orientações dizem respeito apenas à elaboração de mapas conceituais sem, no entanto, enfatizar qualquer mecanismo de orientação sobre autorregulação metacognitiva. No entanto durante as orientações sobre a elaboração de mapas conceituais, os estudantes também recebem as orientações para o desenvolvimento e utilização da autorregulação.

Neste contexto eles são orientados para auto-observar e avaliar a precisão da aplicação de seu mapa conceitual e a reagir adequadamente. Por exemplo, o texto fornecido aos estudantes diz que o aluno fictício, Daniel, em determinado momento após a elaboração de um mapa, reflete sobre seu processamento estratégico. Como no texto original de Leopold e Leutner (2015) as orientações para autorregulação estão pouco explícitas, elaboramos algumas orientações de acordo com tópicos de outras estratégias de aprendizagem aplicadas pelas autoras, no mesmo artigo.

Assim adaptamos algumas orientações presentes no procedimento de Daniel e sugerimos orientações que podem ser aplicadas pelo professor ao longo do desenvolvimento da tarefa conforme pode ser observado a seguir:

1 - Ele então observa seu desempenho (*auto-observação*) ao aplicar a estratégia de mapa conceitual: *Como apliquei a estratégia do mapa conceitual? Quais etapas eu realizei? Como organizei os conceitos e as relações entre eles?*

2 - Ele então *autoavalia* se conseguiu discriminar entre informações importantes e sem importância: *Identifiquei os conceitos principais de cada parágrafo? Organizei e relacionei os conceitos de forma adequada?*

3 – Como *reação* a essa autoavaliação, considerando que o mapa não trás informações relevantes nem boas relações entre os conceitos, Daniel decide reler o texto científico e reajustar o mapa, alterando a hierarquia entre os conceitos e revisando o conteúdo escrito nas ligações entre os conceitos.

Assim durante todo o processo de elaboração dos mapas, os estudantes vão recebendo *prompts* metacognitivos (PETERS; KITSANTAS, 2010) à medida que o professor orientador “pensa em voz alta” ajudando-os a seguir seus processos mentais, desta forma estimulando o desenvolvimento e utilização da autorregulação metacognitiva.

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

Apesar da diferença entre os processos de aplicação e os constructos integrados aos mapas conceituais propostos nos trabalhos de Leopold e Leutner (2015) e Chevron (2014), ambos continuam sendo estratégias que utilizam mapa conceitual, neste sentido há vantagens, pois os recursos físicos necessários e suficientes são papel, lápis e borracha conforme destacado por Maffra e Anjos (2018) e Krause et al. (2020).

Sob o ponto de vista metacognitivo, a vantagem é que a orientação para autorregulação metacognitiva proposta por Bandura (1986), na elaboração do mapa conceitual com autorregulação (LEOPOLD; LEUTNER, 2015), permite o processamento do pensamento em um nível superior, nível meta ou nível metacognitivo, e através de um fluxo de informação denominado monitoramento (NELSON; NARENS, 1994), atua na auto-observação, julgamento e autoavaliação durante o processo de autorregulação proposto por Bandura (1986; 2008).

Na sequência, através do fluxo de informação denominado controle, que acontece no nível objeto ou nível cognitivo (NELSON; NARENS, 1994), ocorre o processo de reação (BANDURA, 1986) que influencia na execução da tarefa de elaboração do mapa conceitual.

Estes processos mentais ocorrem sob influência das orientações exercidas pelo professor ao longo do desenvolvimento da tarefa, e o resultado reflete no aprimoramento e aplicação de alta qualidade da estratégia de aprendizagem (mapa conceitual). Deste modo os estudantes passam a monitorar e regular os processos de pensamento enquanto elaboram o mapa conceitual e, por conseguinte, melhoram sua capacidade de compreensão do texto.

Sob o ponto de vista operacional, há limitações, uma vez que Leopold e Leutner (2015), para garantir um ambiente educativo (ALMEIDA, 2011) ideal para a condução de sua pesquisa, ofereceram treinamento sobre elaboração de mapas conceituais e sobre aplicação de ações de autorregulação aos aplicadores da EEM mapa conceitual com autorregulação.

Assim cabe ressaltar que a direção do ensino e da aprendizagem adequada, conforme Libâneo (2013) requer do professor o domínio do método, procedimentos, técnica e recursos auxiliares. Neste sentido, uma vez que o professor se proponha a aplicar a

EEM mapa conceitual com autorregulação, deverá em seu planejamento incluir a própria qualificação na teoria e elaboração de mapas conceituais (NOVAK; CAÑAS, 2010; MOREIRA, 2011) e na autorregulação com bases em Bandura (1986; 2008).

No entanto é importante destacar que a capacitação e atualização de professores no Brasil, especialmente no ensino básico, não corresponde a uma tarefa simples se considerarmos as condições precárias de trabalho, as longas jornadas, a baixa remuneração, o baixo prestígio social e a precarização do ensino.

E se estes fatos não são suficientemente desanimadores, soma-se o fato de que o atual papel do professor extrapola os limites da mediação do processo de aprendizagem dos estudantes, acarretando as funções de ensinar, gestão, planejamento escolar, integração entre a escola, família e comunidade entre outras atribuições que explicitam a sobrecarga exaustiva e ainda no caso das mulheres que realizam dupla jornada, pois além das funções acima elencadas, ainda atuam nas tarefas domésticas, cuidados e educação dos filhos (GASPARINI et al., 2005; GONÇALVES; ESTRELA, 2018; HORNER et al., 2021).

Mapa conceitual - Trabalho 3

I. Identificação:

EEM: Mapa conceitual com orientação metacognitiva

Título: Concept Mapping: Providing Assessment of, for, and as Learning

Mapeamento de conceitos: fornecendo avaliação de, para e como aprendizagem.

Autor/Filiação: Weichao Chen[1]; Carla Allen[2] / [1] School of Medicine, University of Virginia, Charlottesville, VA, USA; [2] School of Health Professions, University of Missouri, Columbia, MO, USA

Periódico: Medical Science Educator

Data de publicação: 2017 **Local:** USA

II. Descrição geral:

O fenômeno de interesse e objetivos do estudo, apresentados neste artigo são o desenvolvimento das habilidades metacognitivas necessárias para a prática reflexiva,

em acadêmicos de radiologia, para aprimorar o domínio e as relações conceituais que sustentam a prática profissional. Os autores Chen e Allen (2017) defendem a tese de que os educadores da área de saúde têm o desafio de avaliar a compreensão do aluno e desenvolvimento metacognitivo.

Para alcançar os resultados acima almejados, os autores promoveram a integração de mapas conceituais em um curso de Física Radiográfica como meio de avaliação *de*, *para* e *como* aprendizagem.

A **população** do estudo era constituída por quinze estudantes do curso de graduação em Física Radiográfica. Apesar de não representarem estudantes de ensino básico, verificamos a possibilidade de adequação da EEM a este nível de ensino.

A **metodologia** adotada por Chen e Allen (2017) foi descrita de forma discreta, a comunicação do artigo está em formato de relato de experiência apresentado nos tópicos de aplicação da EEM. A análise dos resultados se deu através das autorreflexões dos estudantes, análise dos mapas conceituais após *feedback* dos instrutores e entrevistas semiestruturadas realizadas pelos pesquisadores.

III. Resultados e conclusão dos autores;

A partir da análise das autorreflexões realizadas pelos estudantes, Chen e Allen (2017) verificaram que a maioria observou crescimento após praticar e receber apoio dos instrutores sobre os procedimentos de elaboração de mapa conceitual. Os estudantes perceberam a importância de destacar conceitos relevantes de modo a tornar seu mapa conceitual mais conciso para a pergunta realizada. Este fato revela a influência sobre a função procedimental da instrução, conforme Novak e Cañas (2010).

Os estudantes também refletiram sobre os desafios de conectar conceitos e sobre como a prática foi capaz de melhorar as interconexões entre conceitos, utilizar links mais específicos e descritivos, gerenciar o tempo e o aprendizado através da elaboração de partes individuais do mapa ao final de cada aula, desta forma revelando o aprimoramento do conhecimento metacognitivo especificamente na variável estratégia (FLAVELL, 1979), demonstrando capacidade de reconhecer os processos, procedimentos e ações necessárias para atingir de forma adequada seus objetivos (FLAVELL, 1979; FLAVELL, et al., 1999), neste caso, responder a pergunta focal (NOVAK; CAÑAS, 2010) que orienta o mapa conceitual.

As entrevistas realizadas por Chen e Allen (2017) revelaram a frequência com que ocorreu a aprendizagem enquanto os estudantes elaboravam ideias mapeadas para os colegas e quando faziam comparações entre os mapas de pares com seus próprios. Além do mais as entrevistas revelaram a importância dada pelos estudantes sobre a interação que ocorria enquanto avaliavam e opinavam a respeito do mapa dos outros, desta forma evidenciando a relação constitutiva da linguagem, da comunicação e da cognição humana conforme as propostas pelas teorias sócio-históricas de Vygotsky (2001).

Estes processos estimularam a autoavaliação e o aprimoramento da elaboração do mapa conceitual incluindo aquisição de ideias válidas, correção de conceitos errôneos, especificação mais precisa sobre as relações entre conceitos e adoção de novas categorias para organização das ideias.

Neste sentido é importante ressaltar que, em parte das situações de colaboração entre pares, durante a solução de problemas, os estudantes empregam uma dialética ou linguagem interna instigada pela interação social (VYGOTSKY, 2001). Desta forma o processo de aprendizagem passa de um processo cognitivo predominantemente social para um processo metacognitivo (TARRICONE, 2011).

IV. Constructos

Em relação aos constructos adotados pela EEM Mapa Conceitual com Orientação Metacognitiva, proposta por Chen e Allen (2017) encontramos aqueles relacionados a mapas conceituais e desenvolvimento metacognitivo, ambos integrados a processos avaliativos.

Mapas conceituais – No trabalho de Chen e Allen (2017) não há muitas entradas sobre a abordagem teórica de mapas conceituais, no entanto ainda assim é possível destacar a ênfase dada pelos autores à função de avaliação formativa (EARL, 2013) da utilização do mapa conceitual com bases na teoria de Novak e Cañas (2010). Segundo estes autores a elaboração de mapa conceitual não só melhora a avaliação tradicional da aprendizagem como também torna possível a avaliação formativa para a correção, aprimoramento e fortalecimento do processo de aprendizagem dos estudantes sob influência e orientação dos instrutores. Logo a ênfase dada aos constructos relacionados ao mapa conceitual, neste trabalho, é relacionada principalmente à sua função avaliativa e a referência utilizada é Novak e Cañas (2010).

Avaliação e Desenvolvimento metacognitivo – A abordagem metacognitiva utilizada por Chen e Allen (2017), embora presente e mencionada no artigo, aparece de forma não muito aprofundada. Apesar da pouca ênfase dada aos aspectos teóricos da metacognição, as autoras se referenciaram em Earl (2013) para este tema.

Segundo Earl (2006; 2013) os seres humanos são capazes de refletir sobre seus próprios processos de pensamento, como uma "conversa interna" que monitora a própria compreensão, prevê seu desempenho, decide o que mais é necessário saber, organiza e reorganiza ideias, verificando a consistência entre as diferentes informações e fazendo analogias que os ajudem a avançar no seu entendimento.

A autora propõe três perspectivas sobre a avaliação: avaliação *da* aprendizagem, avaliação *como* aprendizagem e avaliação *para* a aprendizagem. E destaca a integração entre a avaliação de aprendizagem e o desenvolvimento metacognitivo ao enfatizar o uso da avaliação como processo de desenvolvimento e suporte da metacognição do estudante.

Neste sentido,

> a avaliação como aprendizagem enfoca o papel do estudante como o conector crítico entre avaliação e aprendizagem. Os estudantes, como pensadores críticos ativos, dão sentido às informações, relacionam-nas com o conhecimento anterior e as usam para novas aprendizagens. Este é o processo regulatório da metacognição. Isso ocorre quando os alunos monitoram pessoalmente o que estão aprendendo e usam o *feedback* desse monitoramento para fazer ajustes, adaptações e até mesmo mudanças importantes no que eles entendem. (EARL, 2006, p. 7, tradução nossa)

Logo o uso da avaliação como meio para a aprendizagem permite aos estudantes se desenvolverem, praticarem e se tornarem pensadores críticos e confortáveis com a reflexão e análise crítica de sua própria aprendizagem.

Quando estudantes e professores se sentem confiantes em um ciclo contínuo de *feedback* e ajuste das informações, o aprendizado se torna mais eficiente, os alunos começam a internalizar o processo de se posicionar fora de sua própria aprendizagem, não apenas sob o julgamento do professor sobre a qualidade e precisão. Essa experiência metacognitiva contínua estimula nos estudantes a capacidade de monitorar a própria aprendizagem ao longo do caminho, corrigindo equívocos e desenvolvendo o hábito mental de revisar e desafiar continuamente o que sabem, assumindo assim a responsabilidade pessoal pelos resultados de sua aprendizagem (EARL, 2006; 2013).

V. Como fazer

Conforme verificado e destacado nas fichas de avaliação inicial e apreciação crítica, os procedimentos de aplicação da EEM não estão detalhados. Desta forma adequamos os procedimentos parcialmente descritos para o contexto proposto nesta tese.

A atividade completa de elaboração de mapa conceitual é distribuída ao longo de seis módulos. Em cada módulo os estudantes são orientados a elaborar um mapa para responder uma pergunta focal (NOVAK; CAÑAS, 2010) ou para resolver um problema prático utilizando o software *CmapTools*.

O primeiro módulo se restringe especificamente ao treinamento para a utilização do *CmapTools* no qual os estudantes examinam mapas, observam erros e aprendem sobre a execução das operações mais comuns usando o software.

Por consideramos a possibilidade de elaborar mapas conceituais independente do acesso às tecnologias digitais com forme Maffra e Anjos (2018) e Krause et al (2020), utilizando materiais simples e de fácil acesso nas escolas, sugerimos que o treinamento ou orientação sobre a elaboração de mapas conceituais seja feita a partir de Novak et al. (2000), Novak e Cañas (2010), Moreira (2012) ou Chmielewski e Dansereau (1998), este mais simples e enxuto.

Ao longo do desenvolvimento da atividade, os estudantes são orientados para que comecem a elaboração dos mapas conceituais no início de cada módulo e atribua uma reflexão sobre as estratégias de aprendizagem pessoal após cada exercício.

Utilizando as propostas de Chen e Allen (2017) e as adaptações por nós sugeridas, os procedimentos de aplicação estão descritos a seguir:

Módulo 1

- Orientação inicial sobre aprendizagem significativa e mapas conceituais segundo Novak (2000); Novak e Canãs (2010);
- Orientações sobre os componentes e procedimentos de elaboração de mapas conceituais conforme Chmielewski e Dansereau (1998), organizado em Leopold e Leutner (2015);

- Exame de exemplos, correção de mapas problemáticos, prática e desenvolvimento de habilidades para elaboração de mapeamento em sala de aula;
- Elaboração de um mapa conceitual coletivo envolvendo toda a classe.

Obs.: Sugerimos neste módulo a utilização de exemplos simples e sobre conteúdos aos quais os estudantes já tenham alguma familiaridade (MOREIRA, 2012) de modo que seja possível construir significados a partir de ideias prévias que o estudante traz (LOCATELI, 2014).

Módulo 2

- Início dos exercícios formais de mapeamento;
- Mapeamento individual;
- Os estudantes recebem uma Questão particular ou questão focal (NOVAK, 2010) ou problema prático sobre um conteúdo específico. Por exemplo, “O que é necessário para que a fotossíntese ocorra e o que é produzido?” (CHEVRON 2014);
- Os estudantes são convidados a identificar, em texto com o conteúdo específico, conceitos relevantes e elaborar um mapa, conforme orientado no módulo 1;
- Ao final do módulo os estudantes entregam (ou enviam) seus mapas ao professor;
- O professor procede então no julgamento do desempenho avaliando todas as proposições (NOVAK; CAÑAS, 2010). Uma proposição corresponde à união entre dois conceitos através de uma ou mais palavras de ligação, que relacionam estes conceitos (LOCATELLI, 2014);
    - As proposições são avaliadas considerando: I. Relevância ou tópico do problema; II. Qualidade da descrição da relação entre os conceitos e a direção da seta.
    - O professor anota os comentários específicos ao lado das proposições que podem ser melhoradas, e fornece o *feedback* individual de todo o mapa. Em seguida trata com a classe, os equívocos mais frequentes. Por fim solicita aos estudantes que revisem seus mapas.

É importante ressaltar que através desta avaliação formativa (ANDRIOLA; ARAÚJO, 2018), são identificadas inadequações e sugeridas melhorias de modo que o estudante busque as ações que direcionem para um resultado próximo do esperado.

Módulo 3

- Repetir todo o procedimento do módulo 2, porém com novo conteúdo.

Módulos 4

- Proposta de trabalho em trios;
- Professor fornece uma questão focal sobre determinado conteúdo;
- Os estudantes produzem um mapa em grupo (trio) seguindo o desenvolvimento de mapas individuais produzidos nos módulos 2 e 3;
- Cada estudante revisa seus mapas conceituais individuais;
- Os mapas produzidos em trios são apresentados à classe.

Módulos 5 e 6

- Os estudantes recebem uma questão focal e são solicitados a elaborarem um mapa conceitual utilizando as informações obtidas nos módulos 2 e 3.
- Reorganização dos trios de estudantes;
- Cada estudante recebe uma cópia do mapa dos colegas do trio e produz uma crítica sobre os mapas dos colegas conforme as seguintes orientações:
  - (1) listar pelo menos três semelhanças e pelo menos três diferenças entre seu mapa e o mapa de cada colega de equipe;
  - (2) explicar pelo menos três pontos fortes que aprenderam com o mapa dos colegas e apontar pelo menos três áreas que podem ser melhoradas, juntamente com uma explicação do por que e sugestões para melhorias.
- Os estudantes são solicitados a responderem sobre as críticas recebidas e explicarem sobre o que pode ser feito em resposta às sugestões dos colegas.
- Os estudantes são solicitados a entregarem ao professor os mapas revisados;
  - Ao final de cada exercício de mapeamento, os estudantes foram convidados a refletir sobre suas estratégias de aprendizagem como, por exemplo, avaliar a si próprios e à classe em geral com base em suas habilidades de estudo e explicar suas auto avaliações; “Até que ponto você se vê participando deste módulo para dominar o conhecimento e fazer o que é

apresentado por conta própria ou apenas um estudante realizando tarefas? Quais estratégias funcionaram bem? O que não funcionou?”

- Os estudantes também refletiram especificamente sobre a atividade de mapeamento, explicando: I. O que eles mais gostaram e menos gostaram sobre os exercícios de mapeamento; II. O que ele fariam diferente no próximo módulo para melhor utilizar o mapeamento para aprimorar sua aprendizagem.

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

Sob o ponto de vista operacional, apesar da presença de tecnologias digitais como o software *CmapTools* ser um critério para a exclusão da EEM, consideramos adequado manter nossos estudos nesta EEM devido à possibilidade de substituição do software por recursos simples, de baixo custo e facilmente encontrados nas escolas em geral (KRAUSE et al., 2020; MAFFRA; ANJOS, 2018).

Ainda sob o ponto de vista operacional, a EEM é passível de reprodução no ambiente escolar, os procedimentos estão descritos com detalhamento e possibilidade de adequação às características socioculturais dos estudantes estimulando sua participação ativa no processo de aprendizagem, permitindo assegurar “a atualização das capacidades potenciais [...], de modo que adquiram e dominem métodos próprios de aprender” (LIBÂNEO, 2013).

No entanto, cabe ao professor verificar a existência dos recursos necessários, os riscos e as condições para a construção do que Almeida (2011) chama de ambiente educativo. No mais, assim como citado nas pesquisas anteriores que envolvem mapas conceituais, considerando as potencialidades e limitações relacionadas à profissão, cabe ao professor buscar as informações necessárias para o domínio, não só do conteúdo científico, mas também a teoria e dos métodos relacionados à elaboração e aplicação de mapas conceituais.

Sob a perspectiva do desenvolvimento do pensamento metacognitivo, a EEM destaca dois aspectos principais: o das interações sociais ao longo do desenvolvimento das tarefas e o das autoavaliações que ocorrem entre uma tarefa e outra.

A interação dos estudantes durante as atividades propostas, no qual ocorre a comparação entre os próprios mapas com os mapas dos colegas, ou quando os

estudantes são solicitados a compreenderem os mapas dos colegas por si próprios e elaborarem questões e críticas sobre os mesmos, auxiliam conforme Vygotsky (2001; 2003), a modelar o funcionamento mental dos indivíduos, tanto no nível social (interpsicológico) como no nível individual (intrapsicológico).

Estes apresentam características do conhecimento metacognitivo, segundo Flavell (1979) quando o indivíduo toma consciência daquilo que sabe (variável pessoa no nível intrapessoal), comparando com aquilo que o par demonstra saber (variável pessoa no nível interpessoal), através da elaboração dos seus mapas, análise dos mapas dos pares e das críticas feitas e recebidas.

Apesar dos benefícios encontrados tanto sob o ponto de vista procedimental quanto sob o ponto de vista reflexivo, Chen e Allen (2017) relatam que alguns estudantes hesitam em utilizar mapas conceituais uma vez que a forma tradicional e linear de estudo exige menos esforço cognitivo e é suficiente para responder os questionários do módulo.

No entanto, Earl (2013) afirma que o processo de elaboração de mapas conceituais se torna menos exigente do ponto de vista cognitivo se for integrado ao processo de ensino por longos períodos, ou seja, continuamente, por exemplo, ao longo de um semestre, como é o caso da EEM Mapas conceituais com orientação metacognitiva.

4.2.5 V de Gowin

I. Identificação

EEM: V de Gowin

Título: Utilização do “V DE GOWIN” como estratégia no ensino da Física e da Química

Autores / Filiação: Carla Machado[1] e Carlos Gomes[2]

1- Escola básica 3 / Secundária Antero de Quental, Ponta Delgada 2- Departamento de Ciências da Educação, Universidade dos Açores

Periódico: Repositório da Universidade dos Açores

Data de publicação: 2001 – **Local:** Portugal

II. Descrição geral

O **fenômeno de interesse** dessa pesquisa está relacionado com a exploração didática do trabalho experimental de modo que os estudantes possam formular hipóteses, elaborar um esquema experimental que comprove ou não suas hipóteses, analisar criticamente e registrar os resultados obtidos. Para isto o **objetivo** principal da pesquisa é a implementação do "V de Gowin" em sala de aula como estratégia passível de substituição aos tradicionais relatórios redigidos pelos estudantes nas aulas experimentais, de maneira que possa ser utilizada por professores e estudantes na preparação e/ou interpretação dos próprios trabalhos experimentais.

Em resumo, o interesse dos autores é buscar a atenuação das dificuldades em articular os aspectos conceituais e os aspectos metodológicos que estudantes apresentam durante experimentos em aulas práticas de ciências. E ao mesmo tempo estimular que o estudante reflita sobre o próprio pensamento ao inter-relacionar o que está fazendo (experimento) com a teoria.

A comunicação se trata de um relato de experiência na disciplina de ciências físico-químicas utilizando o "V de Gowin" como instrumento de ensino/aprendizagem. A população do estudo é constituída por estudantes da 8ª série de uma escola localizada em Ponta Delgada, em Portugal.

III. Resultados e conclusões dos autores

Os estudantes ao utilizaremm o "V de Gowin" são estimulados a relacionar os aspectos teóricos com os aspectos metodológicos criando consciência de que os conhecimentos registrados na forma de teorias, conceitos e leis interferem diretamente na metodologia que será utilizada para explicar os fenômenos a eles relacionados.

Este instrumento de ensino/aprendizagem (V de Gowin) permite ao estudante identificar as relações entre a tarefa que está sendo realizada e a teoria, além de estimular, sob uma perspectiva metacognitiva, a reflexão sobre o próprio pensamento (FLAVELL, 1979; TARRICONE, 2011).

Como agente da motivação, o “V de Gowin” pode instigar o estudante a iniciar a atividade e ao longo da realização da tarefa aprimorar e sustentar os processos de aprendizagem.

A utilização do “V de Gowin” também é capaz de favorecer a socialização uma vez que realizado em grupo pode fomentar discussões que resultam no aprimoramento de capacidades de comunicação, além do desenvolvimento de atitudes de cooperação, solidariedade, autonomia e tolerância.

IV. Constructos

V de Gowin

V de Gowin, V heurístico, diagrama V ou V epistemológico é um instrumento heurístico criado por Dixie Bob Gowin nos anos de 1970 inicialmente para auxiliar estudantes e professores no esclarecimento sobre a natureza e os objetivos do trabalho experimental em ciências (NOVAK; GOWIN, 1984). Pode ser utilizado entre outras funções para a análise de parte do processo de construção do conhecimento e a maneira como as partes desse processo se relacionam (MOREIRA 2011).

Derivado de um método de cinco perguntas desenvolvido por Gowin, criado para “desempacotar” conhecimentos específicos contidos em artigos, livros, ensaios etc.

As perguntas propostas por Gowin estão apresentadas no quadro 16.

Método das cinco perguntas de Gowin	
1	Qual é a “questão determinante”? (pergunta foco)
2	Quais são os conceitos chave? (estrutura conceitual utilizada no processo de produção do conhecimento)
3	Quais são os métodos de investigação (modos de proceder) que se utilizam? (método usado para responder a pergunta foco e sequencia de passos)
4	Quais são os principais juízos cognitivos? (asserções do conhecimento ou conhecimento produzido)
5	Quais são os juízos de valor? (asserções de valor ou valor do conhecimento produzido)

Quadro 16: Método das cinco perguntas de Gowin. Adaptado de (NOVAK; GOWIN, 1984)

A estrutura do V de Gowin apresenta uma organização de componentes conforme descrito a seguir:

O lado esquerdo, referente ao *componente do pensamento* (NOVAK; GOWIN, 1984), constitui o domínio teórico conceitual do processo de construção do conhecimento. Deste lado são colocados os conceitos, propriamente ditos, de onde derivam princípios e leis que podem ser organizados em Teorias com seus sistemas de crença e/ou as filosofias subjacentes.

Na base do V encontram-se os objetos estudados ou os eventos que acontecem naturalmente ou produzidos artificialmente de modo que se possa observar fenômenos de interesse e produzir registros.

O lado direito, referente ao *componente de atuação* (NOVAK; GOWIN, 1984) corresponde ao domínio metodológico da produção do conhecimento. Ali, conforme afirma Moreira (2011) são inseridos os registros dos eventos de modo que se consigam produzir os dados. São inseridos também deste lado as transformações representadas pela atribuição de parâmetros, índices, coeficientes que podem originar novas representações metodológicas como gráficos e tabelas que servirão para a formulação de asserções de conhecimento e asserções de valor em resposta à (s) questão (ões) foco.

A figura 18 apresenta um diagrama em “Vê”, com explicações sobre os componentes que o constitui.



Figura 18: Uma versão expandida do “Vê” cognitivo, de Gowin, com descrições e exemplos dos elementos que o compõem. Todos os elementos funcionam de um modo interativo para dar sentido aos acontecimentos e objetos observados no processo de produção ou de interpretação do conhecimento. Adaptado de (NOVAK; GOWIN, 1984)

Como instrumento de ensino o Diagrama em V é muito útil uma vez que pode transmitir ao estudante a ideia de que o conhecimento humano é construído a partir da interação entre os componentes do pensamento e os componentes da ação na busca de respostas a questões foco sobre os mais variados fenômenos de interesse. (MOREIRA, 2011; NOVAK; GOWIN, 1984).

Trata-se de um dispositivo heurístico capaz de atender qualquer instância do ensino, aprendizagem e avaliação na qual estão envolvidas a produção e documentação de conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Aprendizagem significativa

O trabalho de Machado e Gomes (2001) propõe a substituição dos tradicionais relatórios de aulas experimentais pelo diagrama em V, que pode ser um instrumento utilizado por professores e estudantes para a preparação, execução e avaliação dos próprios trabalhos experimentais.

No processo de aplicação do V de Gowin os autores se apoiam em constructos da aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2011, p. 152) "aprendizagem significativa é aquela em que os novos conhecimentos adquirem significado por interação com conhecimentos prévios especificamente relevantes, os chamados subsunçores".

Para que a aprendizagem significativa ocorra, necessariamente o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo para o aprendiz (AUSUBEL, 2003) e o aprendiz deve manifestar alguma inclinação para aprender (MOREIRA, 2011), ou seja, para que a aprendizagem significativa se estabeleça, o indivíduo deve se dispor a relacionar os novos conhecimentos com as asserções e conceitos que já conhece (NOVAK, 1982).

Ausubel (2003, p. 1) afirma que estas condições pressupõem,

> (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualque*r estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possam relacionar o novo material.

Os significados verdadeiros e psicológicos se darão a partir da interação entre os novos e potenciais significados com os conhecimentos prévios e relevantes (subsunçores) já constituintes da estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003).

Do ponto de vista da aprendizagem significativa, Novak e Gowin (1984, p. 73) afirmam que "Quando se utiliza o "Vê" como recurso heurístico, ajuda-se os estudantes a reconhecer a interação existente entre o que já conhecem e os novos conhecimentos que estão a produzir e que pretendem compreender.

Isso acontece porque ao longo do processo de elaboração de um diagrama em V ou V de Gowin, o estudante parte para uma atividade de exploração no qual estuda, explicita de forma pertinente teorias, princípios, leis e conceitos relevantes no qual observa e registra fatos transformando-os em resultados, para posteriormente atribuir

significados a estes resultados com base nas concepções que já dispõe (MACHADO; GOMES, 2001; NOVAK, 1982).

Neste processo proporciona-se o conflito cognitivo entre as concepções idiossincráticas de cada estudante e os resultados experimentais (NOVAK, 1982), “até ao ponto de serem construídos modelos interpretativos com capacidade preditiva para serem sujeitos a novas experiências”; (MACHADO; GOMES, 2001, p. 475)

Metacognição

O constructo da metacognição no âmbito da EEM V de Gowin proposto por Machado e Gomes (2001) foi abordado de forma sucinta, mencionada resumidamente nos resultados, sem explicitar os momentos de evocação do pensamento metacognitivo durante a execução da tarefa.

No entanto os autores sugerem a atuação do V de Gowin sobre o desenvolvimento do pensamento metacognitivo com foco em sua relação com aprendizagem em ciências. Segundo Campanário et al. (1998), o papel da metacognição na aprendizagem das ciências pode estar situado entre os problemas que tem recebido maior atenção por parte dos pesquisadores na área da didática das ciências. Neste sentido, pesquisadores tem se dedicado em relacionar a metacognição com o ensino de ciências, analisando as interfaces existentes entre algumas destrezas metacognitivas e estratégias que são próprias da atividade científica (CAMPANÁRIO et al., 1998).

Como exemplos de aplicação de propostas que vinculam o desenvolvimento metacognitivo com a aprendizagem em ciências, Peters e Kitsantas (2010) relataram melhora na aprendizagem sobre a natureza do conhecimento científico e das habilidades metacognitivas em estudantes do ensino médio ao utilizarem *prompts* metacognitivos em aulas experimentais de física. Marshall et al (2009) propôs a integração entre reflexão metacognitiva e avaliação formativa com um modelo instrucional de investigação científica voltado para conteúdos científicos e estudantes do ensino básico.

No contexto nacional, Rosa e Alves Filho (2014) utilizaram momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo, através de questionamentos, com o objetivo de proporcionar aos estudantes a oportunidade de utilização desta forma de pensamento para a resolução de atividades experimentais em física. Chiaro e Aquino

(2017) observaram e classificaram o que chamaram de *movimentos metacognitivos* a partir da aplicação de uma estratégia que consistia no debate e a argumentação em sala de aula sobre uma questão sócio-científica relacionada ao conteúdo de radioatividade na disciplina de química.

No contexto da aprendizagem das ciências, a capacidade de identificar as dificuldades durante o processo de aprendizagem, sua formulação como um problema, a auto avaliação a respeito da compreensão de um determinado texto e a capacidade de avaliar as prováveis dificuldades para responder perguntas em um exame são importantes exemplos de estratégias metacognitivas utilizadas por estudantes (CAMPANÁRIO et al., 1998).

Sobre a relação entre as destrezas metacognitivas e habilidades da atividade científica, Machado e Gomes (2001, p. 478) afirmam que no momento em que estudantes empregam as capacidades de "comprovar, organizar coerentemente a informação, prever ou formular hipóteses e inferências e obter conclusões", eles estão se utilizando de estratégias científicas. Ao mesmo tempo, ao longo deste processo eles também lançam mão de estratégias cognitivas e metacognitivas ao refletirem (TARRICONE, 2011) sobre o que conhecem (FLAVELL, 1979) e ao criarem estratégias de regulação para a solução da (s) questão (ões) (BROWN, 1978) que são de grande utilidade para o processamento da informação.

No âmbito da utilização do V de Gowin, é possível afirmar que este representa um instrumento que permite obter conhecimentos sobre o próprio conhecimento e sobre como este se constrói e é utilizado. Assim o V de Gowin corresponde a uma técnica heurística e metacognitiva que ilustra e facilita a aprendizagem por meio de elementos teóricos e metodológicos que interagem ao longo do processo de construção do conhecimento dando suporte para a solução de um problema (SOTO; VALLORE, 2011).

Neste sentido há de se considerar pertinente a tomada de consciência por parte dos professores sobre importância da utilização do V de Gowin como instrumento capaz de atuar no desenvolvimento de capacidades metacognitivas pelos estudantes.

V. Como fazer

A pesquisa de Machado e Gomes (2001) apresenta, de forma indireta, importantes sugestões para utilização do V de Gowin no contexto escolar. No entanto o trabalho deixa um pouco a desejar no quesito sistematização, ou seja, não há uma sequencia de procedimentos para a aplicação da EEM V de Gowin proposta pelos autores.

Por esse motivo fizemos uma integração entre as propostas de introdução à utilização do Diagrama em V a partir de Novak e Gowin (1984) e as propostas contidas no trabalho intitulado *Utilização do "V DE GOWIN" como estratégia no ensino da Física e da Química* de Machado e Gomes (2001)

O trabalho realizado por Machado e Gomes (2001) utilizou para representar o "V de Gowin" a estrutura resumida apresentada na figura 19:

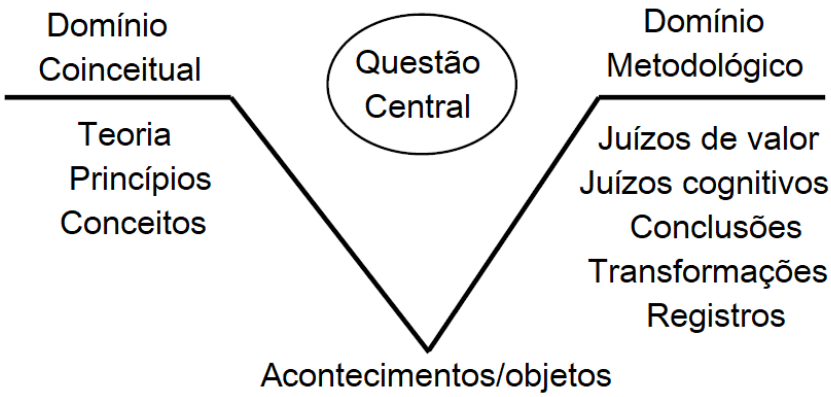


Figura 19: "V de Gowin" adaptado de Machado e Gomes (2001)

Para introduzir a estratégia junto a estudantes que não conhecem o "V de Gowin", é recomendada a utilização de um exemplo simples, de um assunto já conhecido pelos estudantes (MACHADO; GOMES, 2001; MOREIRA, 2011; NOVAK; GOWIN, 1984), de modo que o foco seja, no primeiro momento, exclusivamente a aprendizagem da elaboração de um "V de Gowin".

Para este fim Novak e Gowin (1984) recomendam iniciar introduzindo *conceitos, objetos e acontecimentos*. Pode-se, por exemplo, estimular uma discussão com os estudantes sobre as regularidades representadas pelos conceitos água, fusão do gelo, vapor, ebulição, sólido, líquido, gás. O acontecimento aqui pode ser a utilização de uma chama para aquecimento de gelo em um recipiente e se possível medir sua

temperatura ao longo de um tempo determinado. Neste momento espera-se que os estudantes revelem uma grande diversidade de significados aos conceitos inicialmente propostos.

Cabe ressaltar que este é um importante momento para extração e afloramento daquilo que Ausubel chama de subsunçores ou conhecimentos prévios, componente de suma importância no contexto da teoria da aprendizagem significativa.

Após este primeiro momento, Novak e Gowin (1984) sugere a introdução da ideia de registros e questões centrais. Se mantivermos a água como exemplo, podemos perguntar: O que é que acontece à temperatura do gelo quando o aquecemos? Ou, Como é que varia o aspecto da água à medida que passa de gelo a vapor?

É possível que os estudantes percebam que para compreender realmente um acontecimento, ainda que aparentemente simples (aquecimento do gelo), será necessário aplicar alguns conceitos.

Em um experimento, conforme proposto nas linhas anteriores, para responder a (as) questão (ões) foco, o que deve ser evidentemente registrado são as temperaturas, o tempo, a variação das quantidades de água e gelo. É bem provável que os estudantes possam sugerir outros registros.

Prosseguindo com a tarefa, pode-se orientar que os estudantes atuem na *transformação* dos registros. A finalidade da transformação dos registros é organizar as observações de modo a possibilitar a construção de uma resposta à nossa questão central ou pergunta foco. A partir dos dados transformados, será possível construir *juízos cognitivos*, ou seja, afirmações que podem traduzir aquilo que acreditamos ser a resposta à nossa pergunta. Novak e Gowin (1984) afirmam que os juízos cognitivos são o resultado de uma investigação.

Em relação aos princípios e teorias, estas anotações são inseridas no lado esquerdo do V, acima dos conceitos. Os princípios são, segundo Novak e Gowin (1984, p. 79), “relações significativas entre dois ou mais conceitos, que guiam a nossa compreensão da ação significativa que ocorre nos acontecimentos que se estudam.” Um princípio clássico relacionado ao exemplo utilizado diz que “A água ferve a 100ºC ao nível do mar”.

A figura 20 apresenta os registos e uma tabela de dados para o fenomeno que consiste no aquecimento do gelo.

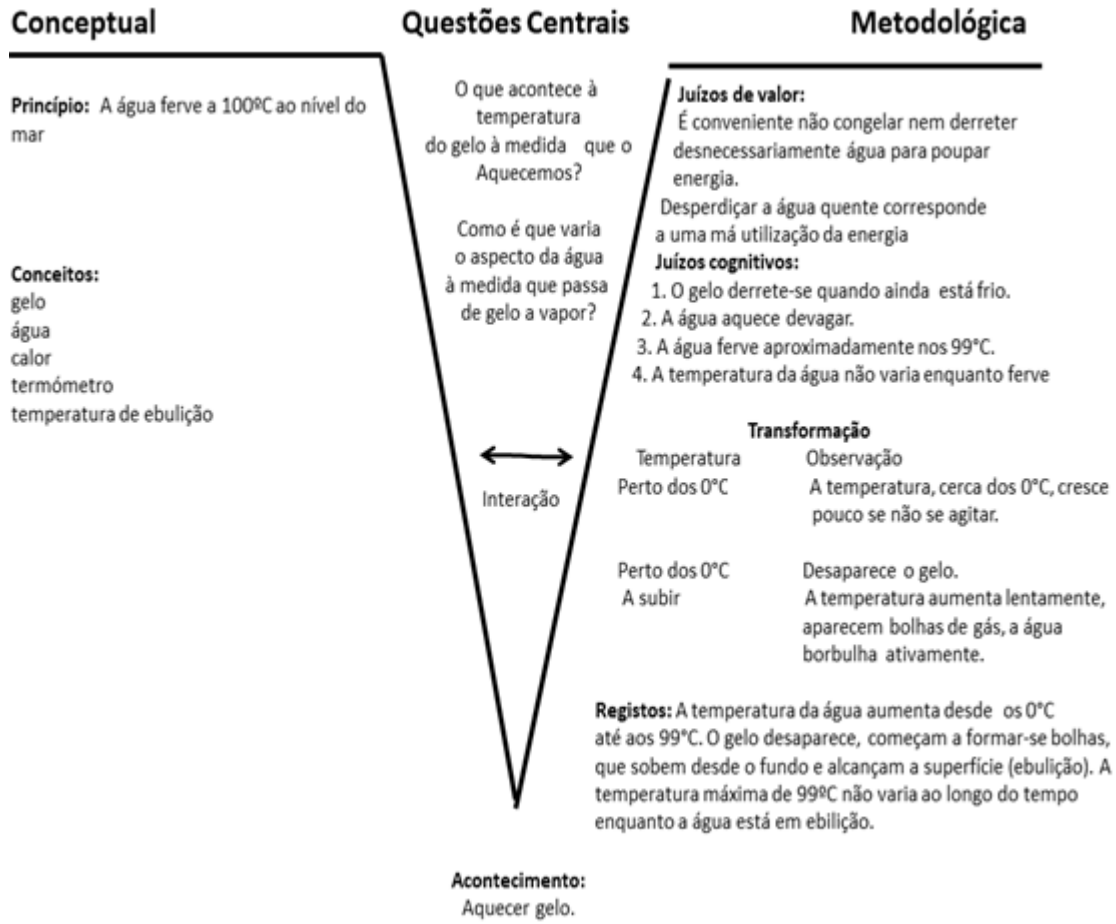


Figura 20: V de Gowin no qual se mostram conceitos, registos, registos transformados, e juízos cognitivos e juízos de valor para o acontecimento de aquecer gelo.
Adaptado de (NOVAK; GOWIN, 1984)

Como proposta alternativa para reprodução da estratégia V de Gowin sugerimos Machado e Gomes (2001). Os autores formularam um V de Gowin a partir do fenômeno da refração da luz através de um prisma óptico, ou seja, a partir da observação da passagem da luz branca emitida por uma lâmpada através de um prisma e a projeção dos raios refratados num alvo e dos conhecimentos adquiridos nas aulas sobre o tema luz e visão, os estudantes foram orientados a formularem um diagrama em V. Cabe ressaltar que

> as observações científicas são percepções que envolvem quase sempre alguma preparação prévia. Frequentemente, uma refinada e longa preparação prévia. Elas não se realizam em função da atenção espontânea,

> muito pelo contrário, é de grande importância a definição prévia daquilo que se pretende observar. (PRAIA et al., 2002, p.135)

Segundo Hodson (1996) a teoria deve preceder o trabalho experimental pois sem a prévia preparação teórica do(s) conceito (s) os estudantes não sabem para onde olhar. Desta forma podem apresentar dificuldades em implementar os fenômenos da forma correta.

Por outro lado, com a prévia preparação, ou contato inicial com o conteúdo, o estudante é orientado a pensar e utilizar os conhecimentos prévios e conceitos relevantes (AUSUBEL, 2003) para tal investigação.

Consideramos importante frisar que o diagrama e V não deve ser formulado como uma espécie de formulário a ser preenchido por professores e estudantes (MOREIRA, 2011). No entanto a sugestão de propostas e/ou modelos com o objetivo de orientar o trabalho do professor pode ser importante. É o caso da proposta de diagrama em V sugerida por Machado e Gomes (2001) apresentado na figura 21:

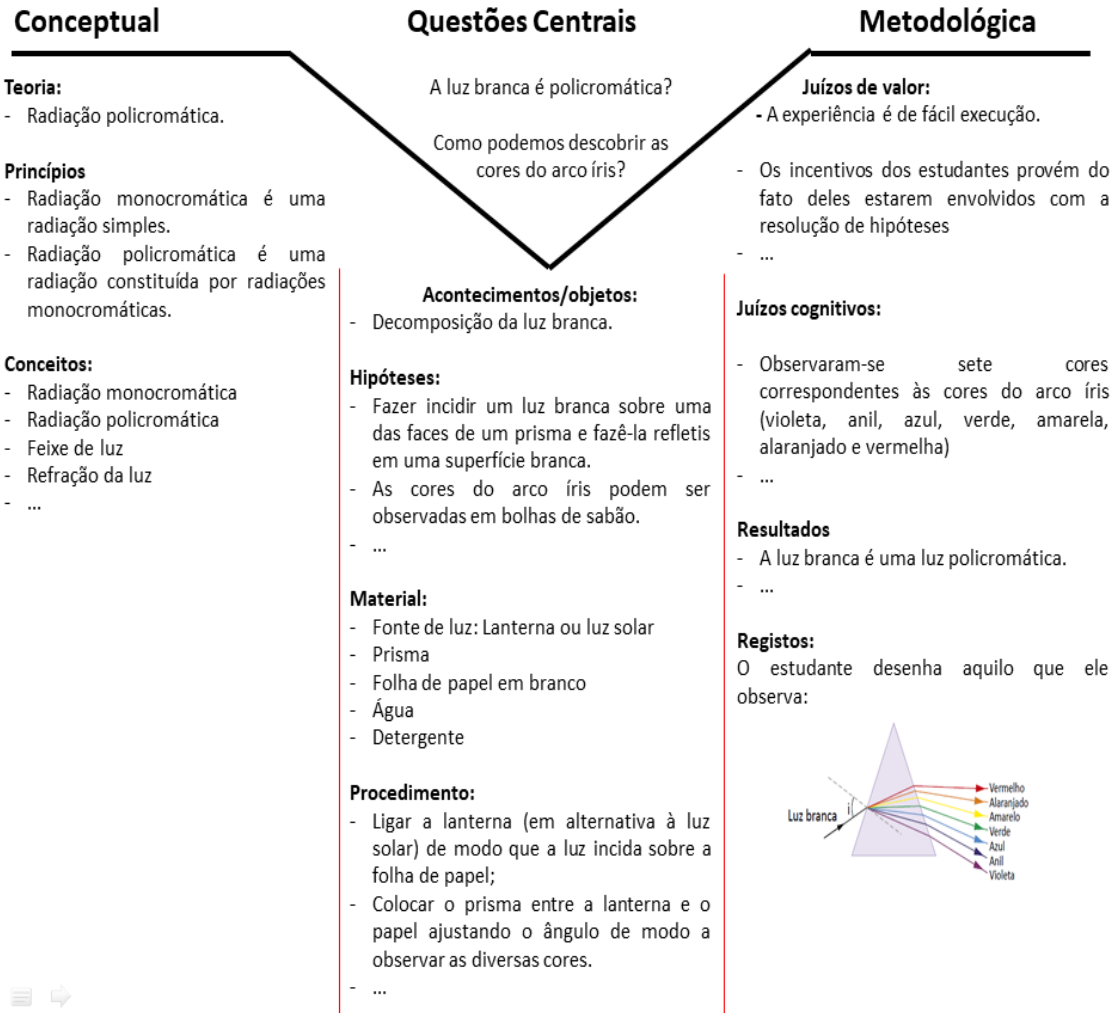


Figura 21: V de Gowin sobre refração de luz. Adaptado de Machado e Gomes (2001)

VI. Argumentação – Por que é uma boa estratégia? O que falta? Quais são as adaptações ou inserções necessárias?

Sob a perspectiva operacional, o V de Gowin representa uma estratégia que exige poucos recursos se considerarmos a estratégia em si, ou seja, assim como ocorre na formulação de mapas conceituais, professores e estudantes não precisarão de muito mais do que lápis, borracha e papel para a formulação de um V de Gowin.

No entanto, uma vez que o V de Gowin venha ser utilizado como suporte para substituição de relatórios de aulas experimentais, caberá ao professor organizar o ambiente educativo de acordo com os objetivos e recursos disponíveis (ALMEIDA, 2011), considerando a precariedade das escolas e a carência de recursos para aulas experimentais de ciências das escolas sob o ponto de vista estrutural (BRASIL, 2020). Cabe ressaltar que na literatura científica é possível encontrar sugestões de

experimentos de ciências da natureza com materiais de fácil acesso e baixo custo (LORETO; SEPEL, 2003a; 2003b; XAVIER; CAVALCANTI, 2017).

Há de se considerar que para o professor dominar os procedimentos, métodos, técnicas e recursos necessários para a condução da estratégia, fundamental à boa prática do processo de ensino/aprendizagem (LIBÂNEO, 2013), ele deverá se familiarizar com o constructo e meios de formulação do V de Gowin. Neste sentido, os tópicos referentes ao “constructo V de Gowin” e “como fazer”, referentes à estratégia em si (descritos nos tópicos anteriores), podem oferecer importantes orientações sobre os métodos e técnicas para sua elaboração. Para mais detalhes sobre os conceitos e elaboração de diagramas em V (V de Gowin) recomendamos Novak (1982) e Moreira (2011).

Sob a perspectiva metacognitiva, ainda que Machado e Gomes (2001) não tenham evocado explicitamente o uso da metacognição, podemos considerar que as observações em um experimento científico na escola somente terão significado se houver alguma preparação prévia (PRAIA et al., 2002), ou seja, sem uma preparação prévia os estudantes, em uma aula experimental, não saberão o que olhar (HODSON, 1996).

Assim os 5 questionamentos de Gowin (base para a elaboração de diagramas e V) poderão ser utilizados para a busca de respostas cujos conhecimentos estejam ancorados em conceitos e teorias estudados previamente pelos estudantes (AUSUBEL, 2003) a respeito dos conteúdos científicos relacionados ao experimento.

Logo para responder, por exemplo, “quais são os conceitos chave utilizados” ou “que métodos de pesquisa são usados?”, “Quais os principais conhecimentos reivindicados?” e “Quais os principais valores reivindicados?” (NOVAK, 1982, p. 9), o estudante deverá parar e pensar sobre aquilo que conhece, sob as diversas variáveis do conhecimento metacognitivo de Flavell (1979) e tomar ciência daquilo que desconhece, o que Campanario et al. (1998) denomina “Ignorância consciente”.

Além do mais, há de se considerar que a elaboração de um diagrama em V permite aos estudantes relacionarem o lado conceitual com a parte metodológica de modo a se conscientizarem de que “aquilo que conhecemos (teorias, conceitos e leis), interfere no modo como metodologicamente abordamos os acontecimentos/objetos

para obter fatos e conclusões acerca de questões básicas" (MACHADO; GOMES, 2001, p. 477).

Assim, Machado e Gomes (2001) destacam que o "V de Gowin" funciona como uma estratégia metacognitiva uma vez que permite que o estudante relacione níveis de pensamento (NELSON; NARENS, 1994) sobre o que está sendo feito, ou seja, componente da ação (lado direito do V de Gowin), com o que conhece a respeito da teoria, ou seja, componente do pensamento que corresponde ao domínio teórico conceitual (lado esquerdo). Ao mesmo tempo reflete sobre seu próprio pensamento, utilizando a habilidade metacognitiva de monitoramento durante o desempenho da tarefa de modo que possa identificar problemas e modificar planos (DESOETE, 2008).

Desta forma o "V de Gowin" pode funcionar como agente motivador capaz de estimular o estudante a iniciar a atividade e ativar o processo de aprendizagem, de modo que a estratégia possibilite que professores e estudantes percebam aquilo que realmente aprenderam, utilizando a habilidade metacognitiva da avaliação que ocorre após a conclusão do evento (DESOETE, 2008) quando se observa se o que foi realizado levou ou não ao resultado esperado (VERMEER, 1997).

Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, o diagrama e V pode indicar ao aprendiz que a construção do conhecimento depende da aplicação de conceitos e princípios que já possuímos. Implicitamente o processo de construção dos novos conhecimentos nos permite aprimorar e/ou alterar os significados dos conceitos e princípios ancorados em nossa estrutura cognitiva reconhecendo novas relações entre as recentes observações e aquilo que já é conhecido (NOVAK; GOWIN, 1984).

Ressaltamos que o aprimoramento do pensamento metacognitivo e a aprendizagem significativa esperada conforme descrito nos parágrafos anteriores poderão ser explicitamente estimuladas se durante o desenvolvimento das tarefas, incluindo experimento e elaboração do V de Gowin, o professor utilizar métodos de evocação explícita do pensamento metacognitivo (ROSA; ALVES, 2014) através, por exemplo, de *prompts*, questões ou orientações metacognitivas.

5. DISCUSSÃO

Buscamos compreender como as Estratégias de Ensino Metacognitivo utilizam e integram os constructos da metacognição com outros constructos durante o seu desenvolvimento. Isso é importante por que para aplicar as estratégias, o professor deverá conhecer minimamente os constructos nos quais elas estão apoiadas. Este fato se justifica uma vez que para Soares e Yonekura (2011) a articulação entre a teoria e a prática é de fundamental importância para o funcionamento das propostas de trabalho, e a falta de embasamento conceitual do tema pode trazer prejuízos na interpretação dos fenômenos e frustração por não levar à superação nas práticas educacionais.

Além do mais, entre nossos objetivos buscamos a descrição dos procedimentos e funcionamento das estratégias apontando potencialidades e limitações. Segundo Silvia e Schnetzler (2000) o que os professores buscam nos cursos de formação continuada são formas de melhorar o ensino no dia a dia, de modo que os estudantes possam se interessar. Buscam alguma experiência interessante para ensinar determinado conteúdo, fortalecendo assim a interação entre o que se produz na academia e o que se pratica na sala de aula.

Neste contexto destacamos que o foco desta pesquisa esteve em propostas pedagógicas que objetivam estimular o desenvolvimento metacognitivo dos estudantes ao mesmo tempo em que são ensinados conteúdos das ciências da natureza. Segundo Warburton e Volet (2012), a relevância das habilidades específicas para o aprendizado torna-se mais explícita quando estas habilidades estão relacionadas diretamente com a aquisição de conhecimentos sobre algum conteúdo.

Considerando que a educação escolar se faz com mediação do professor, além do foco na aprendizagem, esta pesquisa buscou compilar uma série de estratégias de ensino de modo a fornecer suporte a professores interessados em aprimorar e diversificar sua metodologia de trabalho com enfoque na metacognição.

Em anuência ao que expressaram Silva et al. (2021), durante o processo formulação e execução da revisão, os critérios de inclusão e exclusão foram explicitados e sua elaboração esteve focada nos objetivos da pesquisa.

Assim entre os critérios de inclusão estava o que priorisava pesquisas disponíveis em bases de dados do Portal de periódicos da Capes, dada sua abrangência, profundidade e representratividade.

Outro critério de inclusão foi selecionar estratégias que atuassem na evocação intencional e explícita do pensamento metacognitivo do aprendiz. Segundo Peters e Kitsantas (2010), estudantes que recebem orientações metacognitivas são capazes de construir uma estrutura conceitual mais ampla e uma compreensão mais sofisticada acerca do conteúdo. E apesar de muitos estudantes serem capazes de recorrer naturalmente a estratégias metacognitivas para sua aprendizagem, mesmo que não percebam (ROSA; ROSA, 2016), nem todos o farão, exceto se a inserção do pensamento metacognitivo for feita explicitamente durante a instrução em processos educacionais (CHI et al., 1989).

Além disso, optamos por incluir apenas estratégias de ensino metacognitivo cuja definição de metacognição estivesse fundamentada, direta ou indiretamente, em Flavell (1979): *Um pensamento de segundo nível sobre cognição, portanto, uma cognição sobre cognição.*

Essa restrição se justifica devido ao fato do termo metacognição ter sido seguidamente aprofundado, ampliado e adaptado ao contexto de diferentes áreas que vão além da Psicologia e da Educação, resultando assim na expansão de uma incerteza conceitual, tornando-se polissêmico e de difícil definição (PEIXOTO et al, 2021; ROSA et al, 2021).

Por fim, determinamos que fossem incluídos apenas estratégias de ensino metacognitivo cuja aplicação estivesse voltada a conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Química, Física e Biologia). O autor desta tese é biólogo, professor de Ciências do ambiente e Biologia. Assim, em função do seu conhecimento prévio do conteúdo e da sua experiência docente, era possível imaginar que, visando a sala de aula, teria mais condição de ler, selecionar e interpretar os artigos revistos.

Quanto aos critérios de exclusão, optamos por não selecionar estratégias que não apresentassem a descrição mínima para sua aplicação e nem as estratégias cujo objetivo fosse exclusivamente demonstrar eficiência ou ineficiência. A opção por este

critério está diretamente relacionada aos objetivos centrais desta tese que incluiam a possibilidade de utilização no contexto escolar.

Conforme descrito anteriormente, muitos trabalhos sobre intervenções didáticas com foco na metacognição, como as estratégias de ensino metacognitivo, pecaram por não terem apresentado a descrição mínima para sua reprodução ou terem omitido as fontes onde as descrições poderiam ser encontradas (XAVIER; PEIXOTO, 2019). Este fato acabou por gerar conhecimentos geralmente distantes da realidade escolar em textos direcionados principalmente aos seus pares (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018), enfatizando por vezes apenas seus significados estatísticos e por isso contribuindo pouco para a chegada da produção acadêmica à sala de aula (MARAGLIA, 2018).

Também foram excluídas estratégias cuja aplicação se dá em alguma plataforma própria da instituição ou que dependa de tecnologias desconectadas da realidade escolar brasileira, como em (MOSER; ZUMBACH; DEIBL, 2017; RICKARDS et al, 2008; WRIGHT et al, 2019), pelo fato de ser pouco aplicável no contexto da escola pública do Brasil.

Com o objetivo de permitir maior autonomia ao professor e dar maior possibilidade de realização das atividades, excluímos da revisão as estratégias que envolvessem muitos profissionais. Além do mais focamos em estratégias que foram ou que pudessem ser aplicadas no ensino básico, especialmente porque observamos que a maior parte dos artigos excluídos focaram seus estudos em estudantes do ensino superior.

5.1 Os aportes teóricos e constructos das estratégias de ensino metacognitivas

Do ponto de vista dos aportes teóricos utilizados pelas diferentes EEM recuperadas nesta revisão, observamos que variados constructos foram utilizados em interação com conceitos da metacognição. E isso se fez presente tanto nas estratégias descritas e sintetizadas no item 4.1.3 quanto nas estratégias que foram submetidas à análise profunda no tópico 4.2.

Com a estratégia 4E X 2, Marshal et al (2009) buscaram integrar três constructos: i. Instrução por investigação; ii. Reflexão metacognitiva; iii; Avaliação formativa. Para

isso os autores se basearam no uso dos métodos de investigação científica propostos por Black e Willian (1998) com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos estudantes.

A reflexão metacognitiva se fez por meio da prática reflexiva relacionada aos conceitos investigados, integrada a estratégias metacognitivas que incluem compreensão e controle de processos cognitivos, estimulados e orientados pelo professor em cada fase da tarefa. As avaliações formativas, descritas no tópico 4.2.5 desta tese também contribuem no desenvolvimento do pensamento metacognitivo uma vez que, segundo Marshall et al. (2009), ao longo do processo fornecem o *feedback* que vai orientar o professor e os estudantes sobre a manutenção ou modificação das atividades desenvolvidas (ANDRIOLA; ARAÚJO, 2018; BLACK; WILLIAN, 1998; MARSHALL et al., 2009;).

Já Peters e Kitsantas (2010), na EEM denominada EMPNOS utilizou *prompts* metacognitivos em associação com os níveis de desenvolvimento da aprendizagem autorregulada de Zimmerman (2000) para estimular a aprendizagem de conteúdos de ciências com base nos aspectos da Natureza da Ciência propostos por Mc Comas (2005). Assim o trabalho de Peters e Kitsantas (2010) integrou três constructos, i. Metacognição; ii. Autorregulação; iii. Natureza da Ciência.

Nos Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos, Shimidt et al. (2012) utilizaram a escrita de diários de aprendizagem (NUCKLES; HUBNER; RENKL, 2009) para estimular o ciclo de desenvolvimento da aprendizagem autorregulada conforme Zimmerman (2000; 2002), a motivação e o envolvimento em processos de aprendizagem a partir da reflexão sobre a utilidade pessoal (ECCLES; WIGFIELD, 2002) dos conteúdos a serem aprendidos. Observamos também nesta EEM a integração entre três constructos, i. Escrita de diários de aprendizagem. ii. Aprendizagem autorregulada; iii. Motivação e utilidade pessoal.

Assim como em Shimidt et al. (2012), no trabalho de Kadioglu e Uzuntiryaki (2021) também foram utilizados os ciclos de aprendizagem autorregulada de Zimmerman (2000) que incluem as fases de premeditação, desempenho e autorreflexão para implementar a, também selecionada nesta tese, Estratégia de Ensino Metacognitivo SRI – GI – *self regulatory instruction based on guided inquiry* cuja proposta foi brevemente descrita no item 4.1.3 e apresentada no anexo III. Além dos ciclos de

aprendizagem autorregulada, SRI – GI também traz integrada a conceitos da metacognição, constructos relacionados ao processo de Investigação Orientada (guiada).

Na EEM mapa conceitual, Chevron (2014), Leopold e Leutner (2015) e Chen e Allen (2017), trazem cinco constructos: i. Autorregulação; ii. Taxonomia de Bloom revisada; iii. Aprendizagem significativa; iv. Metacognição; e é claro, v. Mapa conceitual. Os constructos são integrados e adequados de acordo com cada um dos três trabalhos.

Chevron (2014), por exemplo, trabalha conceitos da aprendizagem significativa de Ausubel e utiliza constructos da taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl para a elaboração de mapa conceitual com bases em Novak. Já Leopold e Leutner (2015) utilizam constructos da Autorregulação e estratégias metacognitivas sob a perspectiva sociocognitiva com bases em Bandura (1986; 1990; 2008) para a elaboração de mapa conceitual, também baseado em Novak. A terceira estratégia utiliza aprendizagem significativa de Ausubel para a formulação de mapa conceitual baseado em Novak e Cañas (2010), como meio para o desenvolvimento do pensamento metacognitivo.

Machado e Gomes (2001) utilizam a EEM V de Gowin com o objetivo de atenuar as dificuldades dos estudantes em articular os domínios conceituais e metodológicos durante a realização de experimentos nas aulas de ciências da natureza. Para isso os autores recorrem aos fundamentos da aprendizagem significativa de Ausubel referenciando-se em Novak e aos fundamentos da metacogninão e reflexão metacognitiva, mesmo que de forma pouco explícita, porém com bases em Flavell (1979) e Tarricone (2010).

Como na estratégia V de Gowin apresentada por Machado e Gomes (2001) há pouca ênfase relacionada à estimulação dos aspectos metacognitivos dos estudantes, embora reconhecido por estes autores o avanço nas habilidades metacognitivas dos aprendizes, recomendamos a elaboração de questionamentos metacognitivos (ROSA, 2011), *prompts* metacognitivos baseados na natureza da ciência (PETERS; KITSANTAS, 2010) ou atividades que estimulem a reflexão metacogniva (MARSHALL et al., 2009) como mecanismos de estimulação e/ou aprimoramento do pensamento metacognitivo dos estudantes.

Assim as EEM recuperadas nesta tese seguiram o padrão de integrar diferentes constructos aos conceitos da metacognição. Além das EEM descritas nas linhas anteriores, também é possível citar a *Triangulação* proposta por Thomas (2017) que integrou constructos do trio da química com os da triangulação propriamente dita e os da metacognição, Wade-James; Demir; Qureshi (2018) desenvolveram a estratégia *Modelagem com Ferramentas Metacognitivas* (MFM) de modo a integrar os constructos i. Modelagem em ciências; ii. Metacognição e; iii. Mudança conceitual. Já Wodaj e Belay (2021) integraram constructos da Metacognição com base no monitoramento e regulação de Flavell; ii. Aprendizagem significativa de Ausubel; iii. Equívocos e; iv. Modelo Instrucional 7E.

Na literatura científica brasileira também foram encontradas EEM que fazem integração entre conceitos da metacognição com outras teorias e constructos. Nas Atividades Experimentais Metacognitivas (AEM), proposta por Cleci Rosa (2011), aprimoradas e detalhadamente descritas em Rosa e Alves Filho (2014) e Rosa e Vilagrá (2020), foram propostos questionamentos metacognitivos a partir dos componentes “conhecimento do conhecimento” e “controle executivo autorregulador” (FLAVELL; WEELMAN, 1977; BROWN, 1978; 1987) para estimular o desenvolvimento metacognitivo em estudantes durante a realização de atividades experimentais em física.

Outra EEM encontrada na literatura científica brasileira foi apresentada por Silvia de Chiaro e Kátia Aquino (2017). Neste trabalho desenvolvem-se a integração de constructos da Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino da radioatividade, como contexto para entender o papel da argumentação em sala de aula sobre três diferentes movimentos metacognitivos: mantenedor, elaborador ou reconstrutor do pensamento (CHIARO, 2006; CHIARO; AQUINO, 2013; 2017). Logo nesta estratégia foram integrados três constructos: i. Ciência Tecnologia e Sociedade; ii. Argumentação; iii. Metacognição.

No contexto dos variados aportes teóricos e constructos encontrados nas diferentes EEM selecionadas da literatura científica, é indiscutível a importância da metacognição, seja pela sua ação sobre o conhecimento, monitoramento e autorregulação em todas as suas variantes definições (FLAVELL et al., 1999), seja pela atuação sobre o conhecimento e regulação das atividades cognitivas do indivíduo

durante seus processos de aprendizagem (FLAVELL, 1979; BROWN, 1978). Ou ainda, seja pela sua importância sobre a eficiência na solução de tarefas acadêmicas, permitindo ao aprendiz perceber sobre o próprio conhecimento ou desconhecimento acerca de um assunto, auxiliando-o na decisão sobre quais estratégias utilizar para melhorar sua aprendizagem (RIBEIRO, 2003).

Assim a grande variedade de metodologias e constructos associados aos conceitos da metacognição, encontradas e adaptadas às diferentes EEM, recuperadas e selecionadas da literatura científica, nos permite considerar que a metacognição tem relevância que extrapola a mera consciência do processo cognitivo. Em primeiro lugar, já há na literatura científica estudos mostrando os benefícios da metacognição em diversos campos (ASSIS et al, 2018; CLEARY; PLATTEN, 2013; LOCATELLI, 2014; OSES; CARRASCO, 2013; PETERS; KITSANTAS, 2010; RIBEIRO, 2003; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2018; 2020; TAVARES, 2011; XAVIER; PEIXOTO, 2019). Mas, além disso, o que observamos especificamente nesse estudo é que a metacognição é porosa. Isso é, seus construtos e processos integram-se facilmente a diferentes construtos e conceitos de aprendizagem e método científico, facilitando o seu aprendizado. Observa-se que em todas as EEM a metacognição esteve apoiada e/ou integrada a algum constructo, atuando em conjunto e de forma sistematizada.

Assim, por exemplo, em alguns momentos foram utilizadas estratégias e metodologias para estimular no aprendiz o desenvolvimento do pensamento metacognitivo para aprender determinado conteúdo, como é o caso da EMPNOS, 4E X 2 e como em uma via de mão dupla, em outras estratégias utilizou-se o ensino do conteúdo de modo que o estudante pudesse desenvolver o pensamento metacognitivo.

5.2 Um tópico sobre a importância da Natureza da Ciência

Natureza da Ciência (NDC) foi um dos constructos encontrados entre as EEM selecionadas. Especificamente utilizada por Peters e Kitsantas (2010) na EEM EMPNOS cujo objetivo foi estimular o desenvolvimento de habilidades metacognitivas através de *prompts* baseados na NDC. Mas porque um tópico específico sobre Natureza da Ciência?

Obviamente consideramos que, devido à sua importância, este tema deve ter seu espaço reservado nos debates educacionais. No entanto, o momento atual traz demandas específicas. Por um lado, temos a ampla penetração dos diferentes sitemas de comunicação, tanto os tradicionas como também os mais recentes, baseados na web a difundir extraclasse uma torrente de informações mesclada com quantidades nada desprezíveis de desinformações. E por outro nesse amálgama selvagem, o crescente movimento negacionista em seus esforços para desacreditar a ciência. Por isso entendemos que é mais do que necessário que o conhecimento sobre a Natureza da Ciência seja tema de fundamental relevância nas disciplinas de ciências, especialmente no ensino básico.

Para que tenhamos uma dimensão mais profunda do problema, é necessário que voltemos um pouco no tempo. Especificamente próximo ao ano de 1700, na França, onde se desenvolvia, em sua forma mais completa, o que passou a ser conhecido como Iluminismo.

Este movimento apoiado por pensadores como Beccaria, Voltaire, Diderot, Rousseau, Hume, Adam Smith, Kant, Newton, Spinoza, Leibnitz, entre muitos outros, defendia a possibilidade de a humanidade evoluir por meio da tolerância, a divergência entre ideias e exercício do pensamento crítico e autônomo. E ainda mais, buscando a democracia como forma de exercício do poder, assim como apontando as ciências como meio para conhecer o mundo (PEIXOTO; XAVIER, no prelo).

Entretanto e praticamente no mesmo período outro movimento surge em oposição ao Iluminismo; o Obscurantismo. Este movimento tinha (e tem) como principal característica, a busca por impedir de forma deliberada que fatos ou detalhes completos relacionados a algo se tornem conhecidos, ou seja, no obscurantismo o processo é inverso às propostas do iluminismo. Desta forma, apesar de ser um conhecedor, o obscurantista trabalha para impedir a difusão do conhecimento, ou seja, trabalha para o seu oposto (PEIXOTO; XAVIER, no prelo).

Cabe destacar que tanto nas formas antigas quanto nas formas modernas de obscurantismo, o cerne está na fabricação, afirmação e propagação da ignorância. Para citarmos alguns exemplos, em 1953, indústrias americanas de cigarro a fim de defender seu produto, buscaram empregar cientistas para levantar dúvidas sobre a

relação entre o hábito de fumar e os riscos à saúde. Este movimento conhecido como “estratégia do tabaco” teve objetivo de desacreditar as evidências científicas que ligavam o fumo ao câncer, de modo a manter a controvérsia viva com o objetivo de se safarem de processos e adoção de medidas restritivas (LEITE, 2014).

Com o mesmo empenho e objetivos, grandes corporações têm se mobilizado, desde os anos 1970, para negar a ação antropogênica em relação à chuva ácida, a utilização do CFC e a rarefação da camada de ozônio e a relação entre a emissão de gases estufa com o aquecimento global (LEITE, 2014; 2015).

> Os “mercadores da dúvida” usam o grau de incerteza presente em todo estudo estatístico para questionar qualquer conclusão que questione as práticas da livre iniciativa (LEITE, 2014, p. 185).

Outro dos movimentos negacionistas que tem afetado a sociedade de forma significativa é o movimento dos “antivacinas”. Apesar de intensamente propagado atualmente, este movimento não é algo inteiramente recente. Na sua forma mais agressiva, teve sua aparição mais significativa a partir da publicação do artigo “*MMR vaccination and autism”* no qual Andrew Wakefield, ex-gastroenterologista do Royal Free Hospital afirmava que a vacinação tríplice causava autismo. Rapidamente a várias pesquisas foram feitas e os resultados negaram suas afirmativas. Logo o artigo, apontado como fraudulento, foi desmascarado até que Wakefield acusado de várias atitudes antiéticas teve sua licença médica cassada (ROCHETTI et al., 2019).

Exemplo claro e atual de negacionismo da ciência e fabricação de ignorância vem ocorrendo nos últimos dois anos, especificamente no Brasil desde o inicio da pandemia de Covid 19 cuja declaração foi dada em março de 2020 pela OMS. Os dados sobre a propagação da doença e principalmente, interesses escusos de determinados grupos, levou parte da população a confiar em todo tipo de notícias encontradas nas redes sociais sem, no entanto, procurar saber sobre a validade das informações.

Desta forma a disseminação de notícias falsas sobre a origem da doença, receitas milagrosas sobre a cura e profecias relacionadas a meios de prevenção, insistentemente propagados pelo próprio presidente da República, seus ministros e a massa de seguidores, têm levado a um nível de informação distorcida como jamais visto. Este tipo de distorção acaba por impressionar pessoas em momentos difíceis, o

que prejudica ainda mais o cotidiano e a saúde da população, além de provocar caos e desespero (SOUSA JUNIOR et al., 2020).

Entre os absurdos é possível citar o posicionamento contrário ao isolamento social e ao uso de máscaras de proteção facial. Também a propagação de notícias falsas, fabricação, distribuição e recomendação ao uso de medicamentos comprovadamente ineficazes contra a Covid 19 e completa letargia no que diz respeito à aquisição, desenvolvimento e fabricação de vacinas, inclusive atrasando nos meses de janeiro e fevereiro de 2022 a vacinação de crianças mesmo já tendo sido aprovada e recomendada pelos principais órgãos de controle sanitário no âmbito global e também pela Agencia Nacional de Vigilência Sanitária (ANVISA), no Brasil.

Sob o ponto de vista global, temos visto que o negacionismo da ciência e a fabricação da ignorância nas áreas sociais, da saúde e meio ambiente tem resultado em situações alarmantes. No geral o crescimento dos discursos negacionistas, apesar de pouco fundamentados e geralmente refutados, servem para atrasar o debate acerca de assuntos de interesse da população (LEITE, 2014; 2015). Desta forma, os interesses não comprometidos com a coletividade permanecem em vigência por longo tempo (PEIXOTO; XAVIER, no prelo).

É neste contexo que acreditamos na importância de se demonstrar o valor de ensinar os componentes da Natureza da Ciência desde o ensino médio, uma vez que neste período os estudantes devem desenvolver a noção das perspectivas históricas que resultaram nas descobertas científicas, e obter o entendimento de que a ciência é fruto do esforço humano (Mc COMAS. 2008).

Conforme Moura (2014) a compreensão da Natureza da Ciência permite ao aprendiz saber do que ela é feita, como ela é elaborada, e em que e por que ela influencia e é influenciada, e desta forma, conforme Abd-El-Khalick et al. (1998) compreender os valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico.

Conforme Peters e Kitsantas (2010), nem todos os estudantes possuem a capacidade inata de enxergar a ciência como uma forma de busca do conhecimento. Por isso afirmam que os professores devem ser explícitos na exposição de epistemologias científicas.

Neste sentido, Moura (2014) enfatiza a importância de incorporar a Natureza da Ciência tanto na formação de professores para que desenvolvam uma visão mais adequada da ciência quanto de estudantes “cujas concepções distorcidas e simplistas precisam ser trabalhadas, problematizadas e superadas” (MOURA, 2014, p. 44).

Pois para a sobrevivência em um mundo complexo, são necessários pensamentos densos e complexos como se apresentam no mundo da academia. No entanto, há de se considerar que este mundo, não deve ser construído e encarado para ser uma “ilha”. O mundo acadêmico existe por causa de uma sociedade que o sustenta e a quem ele deve retribuir. O compromisso social da ciência assim exige, desta forma é importante que, sem renunciar a complexidade inerente à atividade acadêmica, atue de modo a reduzir a ignorância, seja ela de qual for a forma pela qual se apresenta (PEIXOTO; XAVIER, no prelo).

5.3 Similaridades relativas aos aportes teóricos e constructos entre as EEM selecionadas

Por conta do critério de seleção, praticamente todas as EEM selecionadas para esta pesquisa trazem a metacognição como núcleo central do estudo. Por isso este tema será tratado em um tópico específico. No entanto as análises realizadas revelaram similaridades entre as diferentes EEM em relação aos outros constructos e aportes teóricos utilizados. Em destaque observamos convergência entre diferentes estratégias ao utilizarem Aprendizagem Significativa e/ou Aprendizagem Autorregulada.

5.3.1 As EEM e Aprendizagem significativa

Entre os diferentes aportes e constructos encontrados nas EEM selecionadas é possível destacar os da Aprendizagem Significativa. Esta teoria serviu como suporte ou foi utilizada em integração com a metacognição em diferentes EEM e/ou diferentes pesquisas como, por exemplo, Machado e Gomes (2001); Carillo; Lee e Rickey (2012); Chevron (2014); Chen; Allen (2017); Wodaj; Belay (2021).

Referente à teoria da aprendizagem significativa, na visão de Ausubel, a variável que mais influencia na aquisição de novos conhecimentos é o conhecimento prévio, ou seja, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo aprendente. Como afirma Moreira (2012, p. 23), “a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa dos novos conhecimentos.”

Neste sentido, o conhecimento de fato é significativo quando surge a partir de mecanismos mentais que permitem a correlação entre os novos conhecimentos, em processo de aquisição, e as ideias que tenham significado, já “ancoradas” na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2003).

Desta forma estudantes, ao comportar-se como pensadores críticos ativos, dão sentido à informação, relacionam-na com o conhecimento prévio e a usam para um novo aprendizado. Esse é um processo regulatório diretamente relacionado à metacognição. (EARL, 2013)

Sob esta perspectiva Machado e Gomes (2001) afirmam que ao longo do processo de elaboração do V de Gowin, durante a exploração das teorias e conceitos, registro dos fatos e transformação dos resultados, os estudantes vão atribuindo significados aos resultados obtidos com base nas concepções que já dispõem. Carillo; Lee e Rickey (2012) ao aplicarem EEM MORE, solicitam antes da experimentação que os estudantes descrevam suas concepções atuais a respeito do sistema a ser investigado.

Chevron (2014) utiliza a ideia chave de que durante a elaboração do mapa conceitual estruturado o estudante integra gradualmente novas peças de conhecimento dentro de caminhos encontrados na própria estrutura cogniva. Além do mais, entre as categorias cognitivas utilizadas para a elaboração do mapa conceitual estruturado está aquela referente ao ato de lembrar. Esse processo consiste na recuperação de conhecimento relevante na memória de longo prazo. Em outra pesquisa, Chen e Allen (2017) com base no trabalho de Novak e Cañas (2010) estimula a elaboração de mapa conceitual para facilitar a assimilação de novos conceitos e proposições na estrutura prévia do estudante para a geração de significados.

Na Estratégia de Ensino Metacognitivo - Modelo Instrucional 7E, Wodaj; Belay (2021) busca entre outras atividades, identificar e encontrar maneiras de minimizar equívocos

que podem ser prejudiciais à aprendizagem significativa, uma vez que pautados em Ausubel, os autores consideram que os estudantes precisam vincular novos conhecimentos a conhecimentos relevantes previamente percebidos para que a aprendizagem significativa ocorra.

Além das pesquisas citadas nas linhas anteriores, também foram identificados constructos referentes à teoria da Aprendizagem Significativa em outras EEM. No entanto, nestes trabalhos os constructos desta teoria são encontrados de forma presumida e não explícita.

Assim podemos, por exemplo, citar alguns dos trabalhos que utilizam *prompts* e/ou questionamentos metacognitivos como *"(1) O que você sabe sobre…? (2) O que você viu assim?"* (MARSHALL et al., 2009, p. 507) da fase de engajamento da EEM 4E X 2, ou "*Identifica este assunto com outro já estudado*? [...] "*Identifica-a com outra já realizada?"* (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020, p. 64) nas Atividades Experimentais Metacognitivas (AEM). Apesar de não estarem explicitamente referenciados em Ausubel, é possível identificar intencionalidade na evocação de conhecimentos prévios dos aprendizes.

5.3.2 As EEM e a Aprendizagem Autorregulada

Outros constructos explicitamente abordados e compartilhados por algumas das estratégias selecionadas (AINSCOUGH; LEUNG; COLTHORPE, 2020; KADIOGLU-AKBULUT; UZUNTIRYAKI-KONDAKCI, 2021; LEOPOLD; LEUTNER, 2015; PETERS; KITSANTAS, 2010; SCHMIDIT et al., 2012) estão relacionados à Aprendizagem Autorregulada.

Na EEM EMPNOS Peters e Kitsantas (2010) utilizam *prompts* metacognitivos baseados na Natureza da Ciência (NDC) para estimular o desenvolvimento de habilidades de autorregulação em estudantes do ensino básico, com o objetivo de torna-los capazes de regular os próprios procedimentos necessários para aprender.

Nesta estratégia, os *prompts* metacognitivos são utilizados por meio de quatro níveis de desenvolvimento da autorregulação propostos por Zimmerman (2000), sendo: i. *Observação*: ao estimular que o estudante observe o processo a partir de um modelo,

durante uma tarefa específica; ii. *Emulação*; quando o estudante é orientado para agir conforme o modelo proposto; iii. *Autocontrole*: quando o estudante, de forma independente, usa a estratégia em contextos semelhantes e iv. *Autorregulação*: quando o estudante faz uso da estratégia em diferentes contextos.

Já nos Diários de Aprendizagem, Schmidit et al. (2012) observaram o aumento da motivação dos estudantes em aprender conteúdos sobre HIV e sistema imunológico ao utilizarem *prompts* de utilidade pessoal e ciclos de aprendizagem autorregulada de Zimmerman (2000) que inclui as fases de i. *Premeditação* - que envolve planejamento, definição de metas e crenças motivacionais que precedem uma tarefa de aprendizagem, ii. *Desempenho* – que inclui as estratégias e ações empregadas durante a execução da tarefa e iii. *Autorreflexão* – que envolve avaliação do desempenho e reflexão sobre possíveis melhorias para tarefas futuras. Ainscough et al. (2020) utilizou os ciclos de aprendizagem autorregulada de Zimmerman em fóruns de discussão para ajudar estudantes a descobrir novas estratégias de aprendizagem e Kadioglu-Akbulut; Uzuntiryaki-Kondakci (2021) também utilizaram os ciclos de aprendizagem autorregulada de Zimmerman em instrução autorreguladora em investigação orientada sobre conteúdos específicos de química.

Leopold e Leutner (2015) examinaram os efeitos da orientação em autorregulação metacognitiva na elaboração de mapa conceitual relacionado à compreensão de textos referentes a conteúdos de Biologia. Para tal, os autores utilizaram os processos autorregulatórios de Bandura (2008) cujos componentes são i. *Auto-observação*: que sensibiliza o estudante sobre suas próprias estratégias durante a leitura do texto; ii. *Autoavaliação*: que auxilia o estudante no julgamento se a aplicação da estratégia foi adequada, e por fim; iii. *Autoreação* que auxilia o estudante a ajustar, caso julgue necessário, a forma de uso e aplicação da estratégia.

Assim a presença de constructos da aprendizagem autorregulada em algumas das EEM revelou a intenção de alguns autores em estimular nos estudantes variados talentos: i- o desenvolvimento de habilidades de premeditar e planejar atividades a serem desenvolvidas na execução de uma tarefa de arpedizagem, ii- aperfeiçoar os esforços por meio da auto-observação e autocontrole durante a execução e por fim iii- a autorreflexão sobre a tarefa desempenhada e possível reação e ajuste caso necessário. E ainda sob uma perspectiva social cognitiva de Zimmerman, a proposta

de Peters e Kitsantas (2010) estimula a autorregulação da aprendizagem por meio da observação e emulação de modelos até que o estudante seja capaz de executar a tarefa de forma independente, inicialmente em contexto semelhante (autocontrole) e posteriormente em contexto distinto (autorregulação).

5.4 A perspectiva operacional das EEM

Conforme declarado anteriormente, entre os objetivos desta tese buscamos identificar o que torna as EEM operacionais e quais limitações podem ser apontadas.

Do ponto de vista da potencialidade para a reprodução das EEM, destacamos que as 16 estratégias identificadas atendem aos critérios de inclusão, portanto são potencialmente, em variado grau, passíveis de reprodução no ambiente escolar da escola pública brasileira.

No entanto daremos especial destaque àquelas estratégias que foram selecionadas e analisadas com maior profundidade e que reconhecemos, a partir dos dados analisados, que tem maior potencialidade para aplicação, seja sob a perspectiva da infraestrutura escolar, seja pela perspectiva didático-pedagógica.

5.4.1 A perspectiva operacional quanto à infraestrutura escolar

A avaliação operacional, sob a perspectiva da infraestrutura escolar, das EEM analisadas nesta tese é de fundamental importância uma vez que 81,5% das matrículas da educação básica no Brasil estão nas escolas públicas (BRASIL, 2021), onde se identifica a maior precariedade quanto à disponibilidade de recursos tecnológicos, laboratórios e outros recursos pedagógicos para o ensino por meio de experimentação e aulas práticas (BRASIL, 2021; QEDU, 2021; LORETO; SEPEL, 2003b).

Logo, nesta tese, foram excluídas pesquisas cujos recursos necessários são incompatíveis com a realidade da maioria das escolas e estudantes brasileiros. No entanto, cabe destacar que nossa intenção não é, de forma alguma, desvalorizar ou diminuir a importância das pesquisas em metacognição nas quais que foram utilizados recursos tecnológicos ou experimentos que carecem maiores investimentos financeiros e aporte estrutural condizente com tais estratégias.

Ao contrário, consideramos que sim, deve ser dada a merecida atenção para estas pesquisas devido às tendências inovadoras e aos resultados promissores apresentados pelos seus respectivos autores. Assim para fornecer referencias a leitores interessados, elencamos brevemente alguns trabalhos, eliminados do nosso inventário em função dos critérios de exclusão, mas que, no entanto, reconhecemos como promissores e eficientes sob a perspectica do ensino da metacognição nos contextos para os quais foram propostos.

Por exemplo, Hung e Tsai (2020) estudaram os efeitos sobre as competências para a realização de modelagem por estudantes do ensino básico por meio da utilização de um software capaz de simular experimentos de laboratório, especificamente relacionados aos conteúdos de calor e calor específico, acompanhados de suporte metacognitivo. Ellingson e Dubinsky (2020) apresentam uma estratégia denominada "realidade alterada" com o objetivo de ensinar simultaneamente neurociência, práticas científicas e modelagem de neuroplasticidade com orientações metacognitivas. A restrição aqui é que para a execução da estratégia é necessária a utilização de óculos especiais que alteram a realidade visual dos alunos.

Bruckermann et al. (2017) estudaram os efeitos sobre aprendizagem nas competências em experimentação de estudantes por meio de orientações metacognitivas utilizando recursos de multimídia. Green e Cassani (2020) utilizaram recursos tecnológicos como computadores, displays digitais, smartphones, projetores e acesso à internet para relacionar conteúdos acadêmicos com situações contextuais relevantes. A atividade incluiu o uso de estratégias metacognitivas para formação de perspectivas e promoção de debates abertos sobre o tema gestão da água.

Além destes, outros autores como, por exemplo, (GILBERT; GROSS; KREUTZ, 2019; MARGONINER; BÜRKI; KAPP, 2019; O'LOUGHLIN; GRIFFITH, 2020; TAUB; AZEVEDO; 2018) também estimularam o desenvolvimeno da metacognição por meio da utilização de recursos tecnológicos e tecnologias digitais para o ensino de ciências.

Apesar de reconhecer o pontencial, a importância e as perspectivas inovadoras apresentadas nestes estudos, destacamos a escassez de recursos e infraestrutura nas escolas públicas brasileiras (BRASIL, 2021; KUBOTA, 2020; SOARES et al., 2020;), e que dentro deste contexto apenas 34% das escolas apresentam Laboratório

de informática (QEDU, 2021). Assim em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão desta tese, optamos por excluí-los do nosso inventário.

No entanto, entre as estratégias identificadas e selecionadas destacamos a possibilidade de reprodução e aplicação, por exemplo, na EEM Diários de Aprendizagem com ênfase na utilidade pessoal dos conteúdos (SCHMIDT et al., 2012) e na EEM Mapa Conceitual apresentada nos três trabalhos (CHEVRON, 2014; LEOPOLD; LEUTNER, 2015; CHEN; ALLEN, 2017). Estes trabalhos não apresentaram a necessidade ou a dependência de recursos estruturais e tecnológicos desconectados da realidade escolar. E mesmo no trabalho de Chen e Allen (2017) no qual foi utilizada a ferramenta digital *Cmap Tools*, identificamos a possibilidade de planejamento e execução com a substituição por recursos como papel, lápis e borracha, geralmente encontrados na escola de ensino básico no Brasil (ALMEIDA, 2011; KRAUSE et al., 2020; MAFFRA; ANJOS, 2018).

A mesma possibilidade de reprodução foi encontrada nas estratégias EMPNOS de Peters e Kitsantas (2010), na EEM 4E X 2 de Marshall, et al. (2008) e na EEM V de Gowin proposta por Machado e Gomes (2001). Estas estratégias, da forma como foram apresentadas, permitem sua reprodução e adaptação para outros conteúdos sem a necessidade de recursos tecnológicos geralmente escassos na escola públca brasileira.

No entanto, é importante destacar que estas três estratégias utilizam experimentos de ciências durante sua execução. E que a escassez de laboratórios e recursos para aulas práticas de ciências (apenas 9% das escolas públicas do país apresentam laboratório de ciências) também é uma realidade (BRASIL, 2021; QEDU, 2021; SOARES et al., 2020;). Na perspectiva de solucionar o problema de escassez de recursos para aulas práticas em conteúdos de ciências, (ANDRADE, 2017; CARMO; SCHIMIN, 2008; LORETO; SEPEL, 2003b; SANTOS FILHO, 2011; XAVIER; CAVALCANTI, 2017;) trazem exemplos de experimentos utilizando recursos caseiros, facilmente disponíveis e de baixo custo.

5.4.2 A perspectiva operacional para a reprodução das EEM

Entre os critérios de exclusão das EEM destacamos aquele cuja estratégia não apresente descrição mínima para sua reprodução. Isso por que entre os objetivos

principais desta tese está o de aproximar da realidade das escolas brasileiras a produção acadêmica sobre Estratégias de Ensino Metacognitivo.

A busca por aproximação entre academia e escola surge a partir da constatação de que grande parte dos trabalhos em que se utilizam instrução de conteúdos com ênfase no desenvolvimento mecognitivo do aprendiz, o que chamamos de Estratégias de Ensino Metacognitivo, não fornece condições para sua reprodução por professores ou outros pesquisadores que tenham interesse em utilizá-las no contexto escolar ou mesmo na pesquisa.

Durante o processo de busca e seleção das EEM, conforme demonstrado no item 4.1.1 desta tese, da leitura integral dos 30 artigos selecionados da RSL de Maraglia (2018) com recorte temporal entre 1997 e 2017, 7 estratégias foram incluídas nesta tese. E dos 62 artigos selecionados para a leitura integral da RSL realizada pelo autor desta tese, com recorte temporal entre 2017 e 2021, outros 8 foram também incluídos.

Entre os artigos excluídos após a leitura integral, grande parte foi excluída por não apresentarem a descrição mínima para sua reprodução, sendo desta forma de pouca utilidade na função de aproximar plenamente a produção acadêmica da escola.

Entre os artigos excluídos por não apresentarem descrição mínima e nem mencionarem fontes onde a descrição do procedimento pode ser encontrada, destacamos (BAHRI; IDRIS; NURMAN; RISTIANA, 2019; BONNER; SOMERS; KEILER; RIVERA, 2019; ERENLER; CETIN, 2019; VESTAL; MILLER; BROWNING, 2017) entre muitos outros.

Este fato ratifica as afirmações de Maraglia (2018, p. 111) quando diz que pouco do que tem sido produzido na academia sobre EEM chega à sala de aula uma vez que grande parte dos estudos restringe sua compreensão aos seus pares “que já conhecem as estratégias e sabem interpretar os dados.”

Nesta perspectiva, apesar do crescente do número de pesquisas em metacognição e dos resultados promissores em relação à evocação explícita da metacognição, as intervenções não têm sido eficientes nos aspectos operacionais, desta forma resultando em pouca contribuição para o desenvolvimento do pensamento

metacognitivo no contexto escolar (ROSA; VILAGRÁ, 2018; XAVIER; PEIXOTO, 2019).

Assim foram reunidos nesta tese, artigos que trazem EEM com grande potencial de reprodução, uma vez que seus procedimentos de aplicação estão descritos e carecem de poucas adaptações (SCHMIDT, et al., 2012; LEOPOLD; LEUTNER, 2015) ou quando necessárias adaptações em maior grau, estas são passíveis de serem executadas sem comprometimento da EEM (MARSHALL et al., 2009; PETERS; KITSANTAS, 2010).

Um exemplo detalhado de adaptação para a reprodução de uma EEM foi feito com a EMPNOS, proposta inicialmente por Peters e Kitsantas (2010) adapatada ao contexto escolar brasileiro pelo autor desta tese. O trabalho foi apresentado no minicurso intitulado "*Para ensinar a pensar - metacognição e suas ferramentas"* no 20º ENDIPE apresentado remotamente entre os meses de outubro e novembro de 2020, conforme pode ser observado no anexo IV.

Outros exemplos são referentes à EMPNOS e 4E X 2 cuja análise e proposta de adaptação de EEM, especificamente para o contexto da escola brasileira, foram descritos respectivamente em (XAVIER, PEIXOTO; VEIGA, 2021; XAVIER; PEIXOTO; VEIGA; DOMINGUES, 2022).

Sob a perspectiva operacional e por apresentarem os procedimentos e potencialidades conforme nossos objetivos e principalmente pelo fato de suas propostas terem se desenvolvido aqui mesmo no Brasil (ROSA; ALVES FILHO, 2014; CHIARO; AQUINO, 2017) foram recuperados e selecionados para esta tese. Seus procedimentos estão brevemente descritos nas fichas de extração de significantes encontradas no anexo III desta tese.

5.4.3 O custo em termos de conhecimento e capacitação do professor para a implementação das EEM

Se por um lado um grande número de estratégias identificadas na literatura peca por não fornecerem condições para sua aplicação, por outro as estratégias que foram incluídas e selecionadas, em variado grau de detalhamento, trazem à luz os procedimentos necessários à sua aplicação.

Entretanto, mesmo que os trabalhos sejam passíveis de reprodução em contextos reais de escassez de recursos como acontece nas escolas públicas e mesmo que descrevam detalhadamente os procedimentos de aplicação, ainda há desafios que deverão ser enfrentados. Estes desafios dizem respeito ao *know-how* que inevitavelmente será exigido de professores que porventura venham se interessar em aplicá-las. Assim fica a dúvida: Que custos em termos de conhecimento e treinamento recairiam sobre os professores que porventura viessem a utilizar cada uma das EEM?

Vamos utilizar como exemplo a EEM mapa conceitual. Consideremos hipoteticamente que um professor de biologia estivesse formulando um plano de aula sobre membranas celulares e resolvesse aplicar a estratégia do mapa conceitual estruturado hierarquicamente e dependente do contexto (CHEVRON, 2014).

Por se tratar de um professor de Biologia, presume-se que ele tenha domínio dos conteúdos referentes a esta disciplina, além do mais, problemas de infraestrutura não afetam necessariamente a elaboração de mapa conceitual conforme descrito nos tópicos 4.2.4 e 5.4.1, especialmente se o mapa for construído a partir do texto referente ao conteúdo científico proposto.

No entanto, para aplicar tal estratégia de mapa conceitual, conforme (CHEVRON, 2014), descrito no tópico 4.2.4, necessariamente este professor deverá buscar conhecimento a respeito dos três constructos que fundamentam a estratégia proposta: Mapa conceitual, Aprendizagem significativa e Taxonomia de Bloom revisada. Isso se considerarmos apenas as demandas referentes aos constructos utilizados, excluindo as demandas sobre planejamento e compreensão de como os constructos se relacionam e as metodologias utilizadas ao longo do desenvolvimento das atividades e os mecanismos de avalição durante e depois.

O mesmo acontecerá com um professor de química que hipoteticamente decida utilizar a EMPNOS (PETERS; KITSANTAS, 2010) como estratégia para trabalhar algum conteúdo específico da sua disciplina. Inevitavelmente durante o planejamento das atividades, este professor deverá buscar informações sobre constructos da aprendizagem autorregulada (ZIMMERMAN, 2000; 2002), da Natureza da Ciência (PETERS; KITSANTAS, 2010; MC COMAS, 2008) e da metacognição. Além do mais,

assim como no mapa conceitual, o professor deverá se interar sobre os procedimentos de aplicação e avaliação.

Assim, não só com mapa conceitual e com a EMPNOS, mas também nos diários de aprendizagem e utilidade pessoal (que enfatiza a impotância pessoal daquele conteúdo) de Schmidt et al. (2014) os professores interessados em sua aplicação deverão dominar as técnicas de escrita de diários (NUCKLES et al., 2009; BORTOLAZO, 2010) além dos constructos sobre aprendizagem autorregulada em (ZIMMERMAN, 2002; EFKLIDES, 2011). Para utilização de alguma proposta instrucional baseada na 4E X 2 há demanda de conhecimento sobre avaliação formativa, reflexão matacognitiva e instrução por investigação. Enfim, nestas e nas outras EEM recuperadas e selecionadas da literatura, haverá grande demanda de aprendizado e capacitação do professor.

É aí que o desafio se revela. Como encontrar meios de engajar profissionais já sobrecarregados pelas exigências da recentemente denominada sociedade do conhecimento (POZO, 2007), cujas atribuições vão além do conhecimento de suas disciplinas? São pofissonais que também são solicitados a responsabilizar-se pela gestão de classes tumultuadas, com estudantes desprivilegiados e desassistidos de suas necessidades básicas, na qual se espera do professor que além de ensinar, cuide do equíbrio psicológico, da integração social e da educação sexual dos estudantes, além de muitas vezes atuarem em funções administrativas (EACUTE; ESTEVE, 2000).

Assim, apesar de concordarmos que o domínio teórico e metodológico são atribuições do professor durante o planejamento e execução das tarefas (LIBÂNEO, 2013), consideramos necessário destacar que estes profissionais estão submetidos a longas jornadas e sobrecarga de trabalho (GASPARINI et al., 2005; GONÇALVES; ESTRELA, 2018) devido à baixa remuneração, ao grande volume de atribuições e tarefas. Estes fatores associados à precária infraestrutura das escolas estão profundamente relacionados à frustração, insatisfação e fadiga que atuam como fatores desmotivadores da busca por qualificação (MARCONI, 2008; BARBOSA, 2014; HIRATA et al., 2019).

É neste contexto que, embora sem garantias de engajamento por uma quantidade considerável de professores, é que a análise detalhada das Estratégias de Ensino Metacognitivo reunidas nesta tese pode ter utilidade. Isso porque, ainda que de forma relativamente resumida, busca apresentar os constructos e procedimentos necessários para a reprodução no contexto escolar. Conforme Flavell et al. (1999), para o pesquisador em metacognição, é necessário que os frutos de suas pesquisas alcancem em algum momento o contexto educacional.

Além dos textos compreendidos nesta tese, trabalhos de (XAVIER et al., 2020, XAVIER et al., 2021; XAVIER et al., 2022), frutos desta pesquisa publicados recentemente objetivaram buscar aproximação entre as pesquisas em Estrategias de Ensino Metacognitivo, professores e estudantes do ensino básico inseridos no contexto das escolas públicas.

Cabe ressaltar que apesar da alta demanda, da elevada carga horária e sobrecarga de trabalho, além “desprestígio social da profissão docente, principalmente nas escolas públicas, juntamente com a competência disciplinar limitada de grande parte dos professores” (VILLANI et al., 2017, p.), profissionais vinculados à formação de professores têm se engajado na busca de soluções para o resgate da valorização da profissão docente.

O reflexo deste engajamento tem se manifestado através da oferta e procura de grandes quantidades de vagas em cursos de pós-graduação focados nos professores do ensino básico. É o caso do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Práticas Pedagógicas, oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia cujo público alvo é representado por professores bacharéis ou tecnólogos que não possuem formação pedagógica e professores licenciados que atuam na educação básica.

Segundo dados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, em 2017 e 2018 foram ofertadas, respectivamente, 66 e 80 vagas, distribuídas em 2 polos. Em 2019, a oferta foi ampliada para 400 vagas, distribuídas em 10 polos, sendo que em 2020 houve nova ampliação, agora para 480 vagas, distribuídas em 12 polos.

É neste contexto que estudos posteriores estão previstos, uma vez que o autor desta tese é docente no programa de pós-graduação citado nas linhas anteriores onde será introduzida uma linha de pesquisa com foco em Estratégias de Ensino Metacognitivo.

5.5 A perspectiva da metacognição e da aprendizagem nas EEM

É fato que a pesquisa sobre a metacognição tem fornecido um grande aporte teórico, ao desvelar os mecanismos funcionais e sistemas operacionais desta função mental, que tem sido descrita como um pensamento de segundo nível sobre a cognição ou cognição sobre a cognição (FLAVELL, 1976, 1979).

Além das contribuições dos estudos sobre metacognição nas áreas da psicologia, os estudos têm sido de grande valia no âmbito educacional. Isso por que eles têm demonstrado, de forma cada vez mais clara, como os fenômenos metacognitivos podem influenciar no aprendizado dos estudantes, desempenhando um importante papel em atividades cognitivas como comunicação oral, compreensão da leitura, a escrita, a aquisição da linguagem, a percepção, a atenção, a memória, a solução de problemas dentre outros (FLAVELL, 1999).

Apesar da reconhecida importância do pensamento metacognitivo atribuída aos processos de aprendizagem, Dunlosky e Hertzog (1998) afirma que a metacognição nem sempre se manifesta de forma espontânea, ou seja, em muitos estudantes ele somente se manifestará caso sejam instruídos para isso. Neste sentido, Chi et al. (1989) considera a necessidade de inserção do pensamento metacognitivo, de forma explícita, ao longo do desenvolvimento dos processos educacionais.

É aí que entram as intervenções guiadas pela metacognição (ROSA; ALVES, 2014) ou estratégias de ensino metacognitivas (MARAGLIA, 2018) cuja importância está na utilização de procedimentos sistemáticos para desenvolver nos estudantes o pensamento metacognitivo enquanto aprendem algum tipo de conteúdo científico.

E como era de se esperar, as EEM selecionadas e analisadas nesta tese tem em comum o fato de apresentarem constructos da metacognição, alguns bem explícitos e referenciados, outros implícitos na teoria e metodologia. No entanto, conforme

destacado em tópicos anteriores, cada um deles utiliza a metacognição em complementaridade com outras teorias de acordo com os objetivos de cada autor.

Nesta perspectiva, e com o objetivo de aprofundar a compreensão conceitual dos estudantes, por meio da estratégia 4E X 2, Marshall et al. (2009) propôs a incorporação explícita da reflexão metacognitiva às fases Engajar, Explorar, Explicar e Estender utilizadas na aprendizagem formativa com bases na investigação. Segundo estes autores, a intrução baseada na 4E X 2 corresponde a um modelo com significativa evolução, comparado com outros modelos de aprendizagem baseados em investigação que negligenciam a reflexão metacognitiva.

Na fase de engajamento, por exemplo, Xavier et al. (2022) destaca que as questões representativas utilizadas na 4E X 2 por Marshall et al. (2009), *O que você sabe sobre...? O que você viu assim? O que te intriga/interessa...? Que perguntas você tem sobre...?* – estimulam a manifestação da variável pessoa do componenete metacognitivo conhecimento do conhecimento (FLAVELL; WELLMAN, 1977; FLAVELL, 1979) ao despertar nos estudantes o pensamento sobre o que sabem e sobre o que eles pensam a respeito do assunto.

Interfaceando estas questões exploradas por Marshall et al (2009), Rosa (2011) e Rosa e Meneses Villagrá (2020) propõem, nas Atividades Experimentais Metacognitivas, questões metacognitivas como: *Identifica este assunto com outro já estudado? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Qual o sentimento em relação a este conhecimento?* (XAVIER, et al., 2022).

Segundo Xavier et al. (2022) na fase de Exploração da 4E X 2, o estudante exercita não só a variável pessoa do componente conhecimento do conhecimento como também o elemento de planificação do controle executivo autorregulador de Flavell e Wellman (1977). Também nesta fase as questões representativas de Marshall et al. (2009); *Como você pode estudar melhor este problema? Como você vai organizar suas informações? Quantos dados/informações você precisa coletar?* - Podem ser com paradas com questões metacognitivas como: *Identifica o que é preciso para resolvê-la? Como organizar as informações apresentadas na atividade?* - Propostas por Rosa (2011) e Rosa e Meneses Villagrá (2020).

Assim nas outras fases (Explicação e Extensão) também é possível observar estímulo à utilização das componentes conhecimento do conhecimento e controle executivo autorregulador (BROWN, 1978; 1987; FLAVELL; WELLMAN, 1977; FLAVELL 1979) e interfaces entre as questões representativas de Marshall (2009) e questões metacognitivas de Rosa (2011) e Rosa e Meneses Villagrá (2020), conforme detalhado em Xavier et al. (2022).

Já Peters e Kitsantas (2010) consideram a metacognição como a capacidade de pensar e avaliar seus próprios processos de pensamento. No âmbito da EMPNOS, cujas orientações metacognitivas são baseadas na Natureza da Ciência, os autores afirmam que estudantes que usam estratégias metacognitivas explícitas tornam-se capazes de avaliar seu pensamento de modo a determinar se ele se alinha ou não com os requisitos que regem a ciência.

Nesta estratégia, Peters e Kitsantas (2010) utilizam os níveis sequenciais de desenvolvimento da autorregulação (observação, emulação, autocontrole e autorregulação) propostos por Zimmerman (2000). Conforme Xavier et al (2021) Observa-se que as tarefas desempenhadas pelos estudantes sob orientação do professor utilizam *prompts* metacognitivos que estimulam de forma recursiva a tomada de consciência sobre o próprio conhecimento e sobre o modo de proceder para a realização da tarefa conforme definições de Flavell (1979).

No nível da Emulação, por exemplo, os *prompts* metacognitivos remetem aos fluxos de monitoramento e controle (NELSON; NARENS, 1994) quando estimula a detecção e apontamento de inadequações e realização de procedimentos corretivos necessários para a conclusão da tarefa (XAVIER, et al. 2021).

Os *prompts i. Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto; ii. Minhas observações são feitas de medidas com as quais outras pessoas podem concordar; iii. Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório,* por exemplo*,* remetem aos elementos de monitoração uma vez que podem influenciar no controle da ação e verificação se a forma de realização da tarefa está “adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário.” (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020, p. 63).

Machado e Gomes (2001) utilizam a elaboração do V de Gowin durante aulas práticas em ciências de modo a estimular nos estudantes a capacidade de interrelacionar aquilo que estão fazendo (prática) com a teoria subjascente àqueles conhecimentos, ao mesmo tempo em que refletem sobre o próprio pensamento (FLAVELL, 1979; TARRICONE, 2011).

Neste sentido, quando os estudantes aplicam as capacidades de comprovar, organizar coerentemente a informação, prever ou formular hipóteses e inferências e obter conclusões, estão a aplicar estratégias cognitivas e metacognitivas (MACHADO; GOMES, 2001).

Estes processos envolvem a utilização do pensamento abstrato que se desenvolve na fase das operações formais, quando o indivíduo se torna capaz de propor problemas e criar métodos para resolvê-los (INHELDER; PIAGET, 1976). Neste sentido há de se considerar a natureza metacognitiva do pensamento operatório formal de Piaget, uma vez que este envolve objetos cognitivos como pensamento sobre proposições e hipóteses, e imaginação de possibilidades (FLAVELL, 1999).

Nos diários de aprendizagem com *prompts* de utilidade pessoal, Schmidt et al. (2012) propõe a utilização de estratégias cognitivas e metacognitivas associadas a alertas de utilidade pessoal para aumentar a motivação para a aprendizagem.

Segundo Nückles et al. (2009) e Hübner et al. (2010) a utilização de *prompts* cognitivos e metacognitivos na escrita de diários de aprendizagem já se mostraram bem-sucedidas em pesquisas anteriores. No entanto os efeitos destes *prompts* se mostraram insuficientes para manter o esforço e o interesse nos conteúdos de aprendizagem por um período mais longo.

A proposta de incluir, além de *prompts* cognitivos e metacognitivos, alertas de utilidade pessoal na instrução da escrita dos diários de aprendizagem convidou os estudantes a pensar sobre o significado e o propósito de um tópico em situações da vida real. Desta forma estudantes explicitamente solicitados a pensar e escrever sobre a utilidade pessoal de um tópico se mostraram mais engajados e com maior motivação para aprender e continuar aprendendo. Os resultados apontaram melhora na compreensão dos conteúdos e maior interesse na aprendizagem (SCHMIDT et al., 2012). Aqui é possível observar a interação entre constructos da metacognição no

qual foram incluídos os prompts cognitivos e metacognitivos e os constructos relacionados à relação entre a utilidade pessoal e motivação, no qual foram incluídos alertas de motivação pessoal.

Nas estratégias que utilizam Mapa Conceitual, analisadas nesta tese, Chen e Allen (2017) apontam que a prática de mapeamento de conceitos estimula nos estudantes a reflexão de que ao longo do tempo tornaram-se capazes aumentar as interconexões entre os conceitos e utilizar palavras de ligação mais específicas. Além do mais perceberam a necessidade de ajuste nos hábitos de estudo que refletiram no gerenciamento do tempo para a realização de cada atividade ao longo do processo de aprendizagem.

Segundo Earl (2013) quando os estudantes se envolvem neste tipo de experiência metacognitiva contínua, eles tornam-se capazes de monitorar sua aprendizagem ao longo do caminho, fazer correções e desenvolver o hábito mental de revisar e desafiar continuamente o que sabem.

Já no mapa conceitual estruturado hierarquicamente e dependente de contexto, Chevron (2014) aborda o pensamento metacognitivo por meio da taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl. A taxonomia original de Bloom traz três dimensões de conhecimento: o conhecimento factual, o conhecimento conceitual e o conhecimento processual. Na taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl foi adicionada a quarta dimensão, o conhecimento metacognitivo (WILSON, 2016).

O conhecimento metacognitivo sob a perspectiva da taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl tem suas bases em Flavell (1979), refere-se ao conhecimento da cognição, ou conhecimento e consciência da própria cognição. Ou ainda,

> É a consciência da própria cognição e processos cognitivos particulares [...] um conhecimento estratégico ou reflexivo sobre como resolver problemas, tarefas cognitivas, para incluir o conhecimento contextual e condicional e o conhecimento de si mesmo (WILSON, 2016, p. 6).

Há de se observar que nesta última estratégia de mapeamento conceitual, utilizou-se outra perspectiva teórica que traz em si constructos do pensamento metacognitivo.

5.6 A perspectiva social das EEM

Conforme evidenciado nos resultados, todas as EEM selecionadas nesta tese, tanto aquelas analisadas em maior profundidade quanto aquelas sintetizadas no Capítulo dos resultados e brevemente detalhadas no anexo III, verificamos tanto a utilização de momentos de trabalho em grupo, com construção coletiva do conhecimento, quanto momentos de trabalho individual, no qual o estudante partindo dos produtos construídos coletivamente era convidado a prosseguir de forma individual.

Assim, por exemplo, a tarefa de busca pela resposta à pergunta específica e preenchimento da matriz bidimensional, seguida da formulação do mapa conceitual proposto por Chevron (2014) é executado em grupos de estudantes com a mediação do professor. Chen e Allen (2017) sugere a formação de trios de estudantes para a elaboração individual de mapas conceituais. Estes estudantes são posteriormente solicitados a analisar criticamente os mapas dos seus parceiros de grupo e finalmente apresentar um mapa produzido coletivamtente para os outros grupos da turma. Nesta perspectiva Novak (2010) já afirmava que raramente a elaboração de mapas conceituais no contexto escolar corresponde a uma tarefa inteiramente individual, pois o processamento cognitivo desta atividade se dá no geral com o envolvimento tanto de estudantes quanto de professores.

Na mesma perspectiva de socialização durante a realização das atividades da EEM 4E X 2, Marshall et al. (2009), especialmente na fase de Engajamento, solicita que os estudantes respondam coletivamente algumas das questões que visam sondar os conhecimentos prévios, identificar concepções alternativas e fornecer estímulos motivadores do interesse. Na EEM EMPNOS, Peters e Kitsantas (2010) orienta a formação de grupos de dois a quatro estudantes para que realizem as tarefas e atendam aos *prompts* metacognitivos das fases de observação, emulação e autocontrole do desenvolvimento da autorregulação de Zimmerman (2000). Somente na última fase, denominada autorregulação é que os estudantes são solicitados a atenderem aos *prompts* metacognitivos de forma individual.

Na escrita dos diários de aprendizagem com alerta de utilidade pessoal de Schmidt et al. (2012), apesar da tarefa de escrever e atender aos *prompts* cognitivos, metacognitivos e de utilidade pessoal dos conteúdos ser individual, ao longo das aulas

a apresentação dos conteúdos se dá através de aulas expositivas pelo professor com interação ativa entre os estudantes. Durante a realização da EEM V de Gowin proposta por Machado e Gomes (2001), o trabalho experimental, o estímulo à formulação de hipóteses, a elaboração dos esquemas experimentais, a comprovação, análise e registro dos resultados correspondem a tarefas naturalmente desempenhadas em grupo.

O fato de praticamente todas as EEM selecionadas utilizarem em algum momento atividade em grupo, leva à reflexão da importância da socialização dos conhecimentos e das perspectivas individuais durante os processos de aprendizagem. De acordo com a concepção de agência coletiva, no geral as pessoas não vivem suas vidas com autonomia individual, ao contrário, muitos resultados somente podem ser alcançados por meio de iniciativas interdependentes. Por isso, o trabalho em grupo pode garantir resultados que as pessoas não conseguiriam alcançar sozinhas (BANDURA, 2008).

Do ponto de vista da metacognição Locatelli (2018) afirma que apesar deste processo apresentar natureza individual, o diálogo entre pares é capaz de potencializar o desenvolvimento do pensamento metacognitivo uma vez que pode provocar modificação nas percepções dos indivíduos e estimular o monitoramento e autorregulação a partir das novas informações recebidas.

Segundo Tarricone (2011) durante as situações colaborativas para a solução de problemas, os indivíduos empregam uma dialética interna, ou linguagem interior (VYGOTSKY, 2001), instigada pela interação social. Desta forma o processo de aprendizagem predominantemente social, do ponto de vista cognitivo passa para um processo metacognitivo no qual o indivíduo compara as informações recebidas com as informações que conscientemente que já possui.

Uma das correntes que tem servido como base teórica para estudos sobre metacognição é a teoria histórico-cultural cujo principal expoente é Vygotsky. Entre os princípios conceituais que sustentam esta teoria está a afirmação de que “toda função psicológica existe pelo menos duas vezes: no plano social e no plano individual”. Entre esses dois planos há uma distância que corresponde à Zona de Desenvolvimento Proximal (RONDEL, 2004, p. 134).

Sob a perspectiva Vygotskyana as situações sociais, em que há interação entre aprendizes e “peritos” (pais, professores e pares mais maduros), podem contribuir de forma significativa para os processos de aprendizagem Ribeiro (2003).

Assim no contexto das discussões e debates realizados entre estudantes com a mediação dos professores durante a realização das EEM, em alguns casos atendendo aos *prompts* metacognitivos, é possível enquadrar o que Vygotsky denominou Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), cujo conceito está relacionado à

> ...distância entre o nivel de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientaçâo de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1991, p. 58).

Em outras palavras, a Zona de Desenvolvimento Proximal pode ser definida como o que o indivíduo inicialmente não é capaz de realizar por conta própria, porém com a ajuda de pessoas competentes no assunto, torna-se capaz de realizar por si mesmo em outro momento (FLAVELL, 1999).

No contexto que relaciona a ZDP com o pensamento metacognitivo, Fino (2001) enfatiza a importância do tutor como agente metacognitivo e dos pares como agentes de aprendizagem. No primeiro caso o professor pode fornecer recursos que estimulem no aprendiz a capacidade de alcançar um nível de conhecimento mais elevado do que seria capaz de alcançar sem ajuda.

Sob a perspectiva metacognitiva, durante a aplicação das EEM o professor, consciente do seu papel no desenvolvimento metacognitivo do estudante, pode auxiliar de alguma forma no planejamento, monitoramento e regulação da aprendizagem por meio de perguntas, sugestões ou comentários como, por exemplo: *Que planos podem ser feitos por você para a realização da tarefa? Que parte da atividade você considera mais fácil ou mais difícil de ser realizada? Como você considera ter sido seu trabalho hoje?* (RONDEL, 2004)

Estas questões fazem importante interface com *prompts* metacognitivos utilizados em algumas EEM, como em (MARSHALL et al., 2009; PETERS; KITSANTAS, 2010; SCHMIDT et al., 2012; e questões metacognitivas como em (ROSA; ALVES FILHO, 2014; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020), são fundamentais para que o aprendiz

se conscientize da necessidade de conhecer seu próprio potencial assim como de “planejar os passos a serem seguidos, avaliar suas próprias produções, trabalhar em grupo e cooperar no processo de socialização” (RONDEL, 2004, p. 135).

No segundo caso da relação entre ZDP e pensamento metacognitivo, fino (2001) considera a importância dos pares como agentes de aprendizagem. Sob a perspectiva de Vygotsky, os processos de autorregulação são precedidos pela regulação exterior.

Neste caso a responsabilidade de regulação exterior, que noutro momento era do professor, passa agora a ser exercida pelo “par tutor”. Se considerarmos as atividades coletivas, o planejamento em conjunto, discussão sobre a eficiência no desenvolvimento do trabalho e avaliação da eficiência do próprio trabalho (LURIA, 2017) é esperado que estudantes mais aptos pudessem atuar na regulação exterior de modo a estimular os estudantes menos aptos na tomada de consciência e autorregulação dos próprios processos de aprendizagem (FINO, 2001), desta forma avançando na ZDP encurtando o espaço entre o conhecimento real e o conhecimento potencial (VYGOTSKY, 1991).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Humberto Eco em *Como se fa um tesi di láurea* de 1977 já enunciava sobre o que é e qual a serventia de uma tese. A pesquisa que dá origem a uma tese pode ser encarada como uma ocasião única para a realização de alguns exercícios que nos servirão para a vida toda. De certa forma “a experiência de pesquisa imposta por uma tese serve sempre para nossa vida futura”, e não somente relaciona-se ao tema, à preparação imposta, à escola de rigor e à capacidade de organização de material requerida (ECO, 1992, p. 25).

Para Humberto Eco, uma tese pode se estabelecer como um recurso que sirva não só para a satisfação intelectual, mas como um recurso de grande utilidade após a conclusão de parte de uma pesquisa ou do curso ao qual o pesquisador esteja vinculado, ou seja, uma tese pode ser o ponto de partida para o estabelecimento de uma ou de várias pesquisas posteriores com maior aprofundamento ou abrangência.

Considerando as inquietitudes que estimularam a origem desta tese, principalmente relacionadas à falta de motivação e dificuldades de aprendizagem apresentadas por parte dos estudantes, observadas e vivenciadas pelo autor enquanto professor do ensino básico, a descoberta da possibilidade de utilização da metacognição como tecnologia educacional simbólica (PEIXOTO et al, 2007) para estimular o monitoramento, controle e autorregulação da aprendizagem através do pensamento metacognitivo, serviram como agente indutor e condutor para a pesquisa sobre as Estratégias de Ensino Metacognitivo.

Assim por meio de duas revisões da literatura conseguimos compilar e detalhar, dentro dos critérios de inclusão e exclusão e das limitações descritas ao longo da tese, um total de 15 Estratégias de Ensino Metacognitivo. Há de se destacar que os trabalhos selecionados apresentaram suas peculiaridades. Alguns mais detalhados quanto à descrição dos procedimentos para a sua reprodução no contexto escolar, outros nem tanto. Também se verificou diferentes possibilidades entre os trabalhos quanto à aplicação no contexto da escola pública, especialmente as possibilidades relacionadas às características estruturais dos estabelecimentos de ensino.

Cabe ressaltar que a metodologia aqui apresentada é original. Evidentemente tomou por base a literatura pertinente, mas foi e continua sendo desenvolvida a partir do desafio de analisar Estratégias de Ensino Metacognitivo visando sua operacionalização no contexto escolar brasileiro. Assim o autor, até o momento, desconhece esforço semelhante na literatura compulsada. Por isso, e como tática de desenvolvimento optou-se por utilizar as EEM aqui analisadas e descritas integralmente como campo empírico de exploração.

Entre as EEM selecionadas, nos dedicamos a analisar profundamente cinco delas: i. EMPNOS (PETERS; KITSANTAS, 2010); ii. 4E X 2 (MARSHALL, et al., 2009); iii. Diários de Aprendizagem (SCHMIDT, et al., 2012); iv. Mapa conceitual (CHEVRON, 2014; LEOPOLD; LEUTNER, 2015; CHEN; ALLEN, 2017); e v. V de Gowin (MACHADO; GOMES, 2001), estas EEM se apresentam, após análise e descrição, disponíveis integralmente nesta tese e aptas para a elaboração de sequências didáticas adaptáveis a diferentes disciplinas das Ciências da Natureza.

Outras duas estratégias; i. AEM; e ii. Argumentação em sala de aula, respectivamente propostas, apresentadas e aprimoradas em (ROSA, 2011; ROSA; ALVES FILHO, 2014; ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020) e em (CHIARO, 2006; CHIARO; AQUINO, 2017), não foram profundamente analisadas nesta tese por apresentarem nos estudos primários alto nível de detalhamento e correlação com as características de estudantes brasileiros do ensino básico, linguagem notoriamente compatível e adequada com rotina dos professores brasileiros e às realidades estruturais de nossas escolas. Ainda mais, consideramos importante destacar que as duas estrstégias apresentam notável potencial para a elaboração de sequencias didáticas, inclusive com versatilidade para a aplicação com diferentes conteúdos e disciplinas das ciências da natureza.

As outras 8 Estratégias de Ensino Metacognitivo; i. Modelo Instrucional 7E (WODAJ; BELAY, 2021); ii. MORE (CARILLO et al., 2012); iii. Fóruns de discussão (AINSCOUGH et al., 2020); vi. SRI – GI (KADIOGLU-AKBULUT; UZUNTIRYAKI-KONDAKCI, 2021); v. Triangulação (THOMAS, 2017); vi. DBS (TAS et al, 2018); vii. MFM (WADE-JAIMES, et al., 2018); viii. KWL (ALSALHI, 2020), apesar do grande potencial verificado, não foram analisadas em profundidade devido a alguns fatores limitantes como barreira linguística uma vez que alguns trabalhos, apesar de escritos em inglês, apresentam os protocolos de aplicação na língua de onde os estudos foram realizados como, por exemplo, Turquia e Tailândia. Alguns apresentaram especificidades quanto ao conteúdo científico. Finalmente, outros apresentaram estratégias relativamente simples e que foram descritas dentro das estratégias analisadas profundamente, por exemplo, KWL descrita sucintamente no tópico 4.2.2 referentes à EEM 4E X 2.

Ao longo dos estudos realizados durante o desenvolvimento desta pesquisa, nos conscientizamos sobre os benefícios relacionados ao estímulo e realização de atividades metacognitivas. Verificamos que a importância do ensino da metacognição vai desde a formação da autoconsciência e monitoramento à autorregulação dos próprios processos de aprendizagem. E em grande parte estes processos já vêm sistematicamente sendo estudados no âmbito educacional.

Reforça-se aqui a preocupação que professores e pesquisadores têm demonstrado em qualificar o processo de aprendizagem, baseando-se na necessidade de

desenvolver, implementar e avaliar ambientes educativos que promovam o emergir da autonomia intelectual, do pensamento crítico e da capacidade dos estudantes de regular e controlar sua própria aprendizagem (ROSA; MENESES VILLAGRÁ, 2020).

Desta forma as EEM compiladas nesta tese, analisadas em maior ou menor profundidade, encontram interface com pesquisas na área educacional cuja premissa gira em torno de formas de ensino cuja prioridade está na formação de estudantes que tenham autonomia, autorregulação e capacidade para avaliarem criticamente o próprio desempenho; e a partir daí planejarem estratégias para a solução de problemas relacionados à própria aprendizagem. Logo, entre outras considerações, verificou-se a possibilidade de ensinar os estudantes a desenvolverem suas próprias habilidades metacognitivas.

Neste contexto focamos nossos estudos na busca, descrição e análise da reprodutibilidade das estratégias de ensino metacognitivas (EEM). Concentramo-nos nas EEM porque os diversos estudos analisados apontam para as suas capacidades de estimular no aprendiz a tomada de consciência sobre a cognição, além de promover a autorregulação do aprendizado.

Em outras palavras, a intervenção didática guiada pela metacognição ou estratégia de ensino metacognitivo tem potencial para desenvolver no aprendiz a capacidade de reconhecer e mensurar suas dificuldades. E a partir daí, consciente de suas dificuldades, ser capaz de elaborar planos de ação para resolver o problema ou problemas detectados. Este plano de ação pode ser, por exemplo, a definição do tempo necessário e a estratégia de estudo a ser utilizada para a solução do problema ou aprendizagem daquele conteúdo.

Apesar dos benefícios da metacognição e da possibilidade de estimular seu desenvolvimento nos aprendizes através das Estratégias de Ensino Metacognitivo, nem sempre os estudos são comunicados de modo a possibilitar que tais estratégias alcancem o contexto escolar. Conforme observado e já escrito em tópicos anteriores, grande parte dos trabalhos encontrados na literatura científica está voltada principalmente aos pares sem, no entanto, contemplar aquele que provavelmente será o propagador das estratégias, o professor.

Assim reforçando as informações constantes na apresentação desta tese, considerando o histórico acadêmico e profissional do autor, é possível verificar progresso junto aos objetivos deste trabalho, especialmente aqueles relacionados à busca pela operacionalização das Estratégias de Ensino Metacognitivo selecionadas da literatura científica.

Desta forma, apesar das principais ideias de importantes autores e precursores da teoria metacognitiva estarem presentes neste texto, além de uma diversidade de EEM que propõem estimular o desenvolvimento metacognitivo dos estudantes ao mesmo tempo em que aprendem conteúdos científicos, concordamos que ainda há o que fazer. Pois embora algumas EEM tenham sido descritas e detalhadas nesta tese, há muitos obstáculos que ainda devem ser enfrentados para que sejam efetivamente utilizadas em sala de aula.

Por exemplo, na aplicação da EEM Mapa Conceitual Estruturado Hierarquicamente e Dependente de Contexto, proposta por Chevron (2014), qual seria o Know How e tempo necessário ao professor para a elaboração da matriz bidimensional baseada da Taxonomia de Bloom revisada cuja estrutura é necessária para que para que os estudantes possam iniciar a elaboração dos mapas conceituais? Que conteúdos científicos seriam adequados? Como os conhecimentos factual, conceitual, processual e metacognitivos seriam descritos nesta tabela? Quais seriam as propostas para discutir as categorias cognitivas de lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar, dentro do conteúdo específico escolhido pelo professor?

Dificuldades semelhantes podem ser levantadas em relação às EEM EMPNOS, 4E X 2 e V de Gowin. Por exemplo, que experimentos seriam adequados para a execução das estratégias pensando em suas propostas metacognitivas? Que questões metacognitivas seriam adequadas para cada experimento, em cada fase, em cada uma das estratégias? Que materiais seriam necessários? Quais estão disponíveis? Como os conteúdos científicos seriam abordados? Haveria necessidade de preparação anterior para os estudantes?

As questões levantadas nos dois parágrafos anteriores, entre outros verificados ao longo dos estudos e análise das EEM selecionadas nesta pesquisa, servem para demonstrar que apesar dos avanços na busca, seleção e análise das EEM incluídas

nesta tese, ainda há muito a ser pensado, discutido e realizado antes da implementação de algumas estratégias no contexto escolar.

Como hipótese, as EEM funcionam de maneira eficiente e satisfatória, mas apenas como dito, por hipótese. Por exemplo, na existência de condições perfeitamente adequadas, hipoteticamente após a reprodução da EMPNOS, provavelmente discursos antivacina, negacionismo a planicidade da Terra e sobre as relações entre a ação humana e a intensificação do aquecimento global seriam assunto do passado. Ou ainda, a utilização da reflexão metacognitiva e da avaliação formativa durante as fases do processo inverstigativo passariam a ser prática cotidiana dos estudantes que já tiveram a instrução investigativa 4E X 2. E em ambos os casos, em termos práticos, aproxima-se muito mais de um pensamento positivo (wishful thinking) que de uma hipótese.

Assim surge uma indagação: Quais seriam os caminhos para a solução dos problemas verificados ao longo deste estudo? Quais seriam os estudos posteriores a esta tese necessários para a solução dos problemas apontados?

Algumas soluções já têm sido exploradas, por exemplo, no XX Endipe – Rio 2020, através de um minicurso, apresentamos a possibilidade de uma sequência didática que utilizou três experimentos simples para o ensino da Fotossíntese e sua relação com o pH da água, utilizando listas de verificação com bases na EEM EMPNOS.

Outra proposição, atualmente em fase de elaboração pela professora Silvia Priscinote, do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás em colaboração com o autor e com o orientador desta tese, pertencentes atualmente ao Geac-Nutes-UFRJ, consiste na integração entre a EEM 4E X 2 (MARSHALL, et al., 2009), descrito em (XAVIER, et al., 2022) com o modelo de Sala de Aula Invertida.

Além do mais, há a expectativa de propor uma de Linha de pesquisa relacionada a Estratégias de Ensino Metacognitivo que pretende aprofundar os estudos, elaborar propostas de aplicação e avaliar a eficiência das EEM selecionadas e analisadas em maior ou menor profundidade nesta tese. Essa linha será desenvolvida no curso de Pós-Graduação Latu Sensu em Práticas Pedagógicas oferecido pelo Centro de

Referência em Formação e em Educação a Distância do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Cefor-Ifes), ao qual o autor desta tese está vinculado.

Assim a guisa de encerramento, repito e ratifico o que já escrevi tópicos atrás. Para um mundo complexo, são necessários pensamentos densos e complexos. E esse é o mundo da academia, no qual hoje o autor tem a expectativa de doutorar-se. Mas um mundo que não deve ser apresentado e encarado como uma ilha. Na verdade, ele existe por causa e para uma sociedade que o sustenta e quem a ela deve retribuir. O compromisso social da ciência assim o exige. E para isso é importante que, sem renunciar à complexidade inerente a sua atividade, ele possa contribuir para reduzir a ignorância, em tempos de negação e desvalorização da ciência, além de possibilitar o desenvolvimento da autonomia e crítica sobre os próprios processos de aprendizagem pelos estudantes.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy L.; LEDERMAN, Norman G. The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. **Science education**, v. 82, n. 4, p. 417-436, 1998.

ADLER, Mortimer Jerome; DOREN, Charles Van. **Como ler livros: O Guia Clássico para a Leitura Inteligente.** São Paulo: É Realizações, 2010.

AINSCOUGH, Louise; LEUNG, Richard; COLTHORPE, Kay. Learning how to learn: can embedded discussion boards help first-year students discover new learning strategies?. **Advances in Physiology Education**, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2020.

ALSALHI, Najeh Rajeh. The effects of the use of the Know-Want-Learn Strategy (KWL) on fourth grade students' achievement in science at primary stage and their attitudes towards it. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 16, n. 4, p. em1833, 2020.

ALMEIDA, Geraldo. **Transposição didática: Por onde começar?**. 2. ed. [S. l.]: Cortez, 2011.

ANDRADE, M. A. S. de M.. Investigação na sala de aula: Uma proposta contextualizada para o ensino de Ciências/Bioquímica por meio da perícia criminal. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 15, p. 162-177, 2017.

ANDERSON, Irving H. Studies in the eye movements of good and poor readers. **Psychological Monographs**, v. 48, n. 3, p. 1, 1937.

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. Longman, 2001.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; ARAÚJO, Adriana Castro. Potencialidades da avaliação formativa e somativa. **Revista Eletrônica Acta Sapientia**, 2018, 5.1: 15. http://www.poleduc-antigo.ufc.br/revista/index.php/actasap/article/view/24 Acesso: 30/03/2020.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE et al. **Blueprints for reform: Science, mathematics, and technology education**. Oxford University Press, 1998.

ARAÚJO, Maria de Lourdes Haywanon Santos; TENÓRIO, Robinson Moreira. Resultados brasileiros no PISA e seus (des) usos. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 28, n. 68, p. 344-380, 2017.

ARAÚJO, Wánderson Cássio Oliveira. Recuperação da informação em saúde: construção, modelos e estratégias. **Convergências em Ciência da Informação,** v. 3, n. 2, p. 100-134, maio/ago. 2020.

ASCHBACHER, Pamela; ALONZO, Alicia C. Using science notebooks to assess students' conceptual understanding. **American Educational Research Association, San Diego**, 2004.

ASSIS, Márcia Regina et al. Metacognição como proposta pedagógica nos cursos de Terapia Ocupacional: priorização do raciocínio clínico. **Cadernos UniFOA**, v. 13, n. 36, p. 79-89, 2018.

ASSOR, Avi; KAPLAN, Haya; ROTH, Guy. Choice is good, but relevance is excellent: Autonomy-enhancing and suppressing teacher behaviours predicting students' engagement in schoolwork. **British journal of educational psychology**, v. 72, n. 2, p. 261-278, 2002.

AYDIN, Solmaz. An analysis of the relationship between high school students' self-efficacy, metacognitive strategy use and their academic motivation for learn biology. **Journal of Education and Training Studies**, v. 4, n. 2, p. 53-59, 2016.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto. 1. ed. Lisboa: Platano, 2003.

BAHRI, Arsad; IDRIS, Irma Suryani; NURMAN, Rusdianto RISTIANA, Evi PBLRQA strategy potential in enhancing metacognitive skills of students with different academic achievement. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2019. p. 012199.

BARBERIA, Lorena G.; CANTARELLI, Luiz GR; SCHMALZ, PHDES. Uma avaliação dos programas de educação pública remota dos estados e capitais brasileiros durante a pandemia do COVID-19. **FGV/EESPClear**, 2021.

BARBOSA, Andreza. Salários docentes, financiamento e qualidade da educação no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 39, p. 511-532, 2014.

BARI, Valéria Aparecida; BISPO, Isis Carolina Garcia; SANTOS, Melânia Lima. A biblioteca escolar como espaço de lazer cultural e formação do leitor. **Convergências em Ciência da Informação**, v. 1, n. 2, p. 49-56, 2018.

BANDURA. A. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. **Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall**, 1986

BANDURA A. Self-regulation of motivation through anticipatory and self-reactive mechanisms. **Nebr Symp Motiv**. 1990;38:69-164. PMID: 2130260.

BANDURA, A; AZZI, R.G.; POLYDORO, S.A. J. (Orgs.). **Teoria social cognitiva, conceitos básicos**. Porto Alegre: Artmed, 2008

BEBER, Bernadétte; SILVA, Eduardo da; BONFIGLIO, Simoni Urnau; FIALHO, Francisco Antonio Pereira; Autorregulação: Processo metacognitivo facilitador da aprendizagem. **Competência**. Porto Alegre, RS, v.6, n.1, p. 61-74, jan./jul. 2013; http://seer.senacrs.com.br/index.php/RC/article/view/35 em 16/02/2018

BITTAR, Marisa; BITTAR, Mariluce. História da Educação no Brasil: a escola pública no processo de democratização da sociedade. **Acta Scientiarum. Education**, v. 34, n. 2, p. 157-168, 2012.

BONNER, Sarah; SOMERS, Jennifer; RIVERA, Gwendelyn; KEILER, Leslie. Effects of student-facilitated learning on instructional facilitators. **Instructional Science**, v. 45, n. 4, p. 417-438, 2017.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** Vigo, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007.

BORTOLAZZO, M**.** A aventura da escrita. A produção do diário como instrumento didático pedagógico ou de como as crianças escrevem e tecem considerações sobre o ato de escrever**. Trabalho de conclusão e curso (Licenciatura em Pedagogia**) - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Rio Claro, SP, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2BZhB7L>. Acesso em 05 nov. 2021.

BOSZKO, Camila; ROSA, Cleci Teresinha Werner. Diários de aprendizagem como ferramenta metacognitiva: análise dos registros produzidos por professores de física em formação inicial. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 479-500, 2021.

BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. Assessment and classroom learning. Assessment in **Education: principles, policy & practice**, , 5.1: 7-74. 1998 https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0969595980050102 Acesso: 31/03/2020

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **Diário de Campo. A Antropologia como alegoria**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

BRASIL. PCN + Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, a. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2007

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de Referência para o ENEM 2021**. Brasília: INEP/MEC., 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar de 2020: resumo técnico**, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf . Acesso em: 19/01/2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2019: Resumo Técnico**. Brasília, 2020.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documento/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2015.

BRASIL. **Decreto nº. 7.824**: Regulamenta a Lei no 12.711, de 29 de agosto de 2012, que dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7824.htm>. Acesso em: 11 jan. 2022.

BROWN A. Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), Advances in instructional psychology. Hillsdale, N.J.: **Lawrence Erlbaum Associates**, 1977,

BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. **Advances in instructional psychology**, v. 1, n. 1, p. 77–165, 1978.

BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. Em F. E. Weinert & R. Kluwe (Orgs.), **Metacognition, motivation, and understanding** (pp. 1-16). Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1987.

BROM, M.; WETENSCHAPPEN, F. DER S. The role of incentive learning and cognitive regulation in sexual arousal. **Doctoral Thesis**. Disponível em: < https://goo.gl/R4QmkZ>. Acesso em: 24 set. 2016.

BRUCKERMANN, Till et al. Metacognitive and multimedia support of experiments in inquiry learning for science teacher preparation. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 6, p. 701-722, 2017.

BYBEE, Rodger W., et al. **The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications**. Colorado Springs, 2006

BYBEE, Rodger W. Using the BSCS 5E instructional model to introduce STEM disciplines. **Science and Children**, v. 56, n. 6, p. 8-12, 2019.

CAMPANARIO, Juan Miguel; MORENO;, Jose Cuerva; LIBRERO, Aida Moya; OTERO , José C. LA METACOGNICION Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS. **Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias**, [*s. l.*], p. 33 - 44, 1998.

CANTALICE, Lucicleide Maria de. Ensino de estratégias de leitura**. Psicologia Escolar e Educacional**, v. 8, n. 1, p. 105-106, 2004.

CARILLO, L.; LEE, C.; RICKEY, D. Enhancing Science Teaching by Doing More: A Framework to Guide Chemistry Students' Thinking in the Laboratory. **The Science Teacher**, v. 72, n. 7, p. 60, 1 out. 2005.

CARLOTTO, Mary Sandra et al. O papel mediador da autoeficácia na relação entre a sobrecarga de trabalho e as dimensões de Burnout em professores. **Psico-usf**, v. 20, p. 13-23, 2015.

CARMO, S.; SCHIMIN, E.S. O ensino da Biologia através da experimentação, 2008. **Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação** Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf. Acesso: novembro, 2020.

CHANG, Kuo-En; SUNG, Yao-Ting; CHEN, Ine-Dai. The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. **The Journal of Experimental Education**, v. 71, n. 1, p. 5-23, 2002.

CHEN, Weichao; ALLEN, Carla. Concept mapping: providing assessment of, for, and as learning. Medical Science Educator, v. 27, n. 2, p. 149-153, 2017. https://doi.org/10.1007/s40670-016-0365-1

CHEVRON, Marie-Pierre. A metacognitive tool: Theoretical and operational analysis of skills exercised in structured concept maps. **Perspectives in Science**, v. 2, n. 1-4, p. 46-54, 2014.

CHI, M. T. H. et al. Self-Explanations: How Students Study and Use Examples in Learning to Solve Problems. **Cognitive Science,** [s.l.], v. 13, nº 2, p. 145–182, 1989. ISSN: 1551-6709, DOI: 10.1207/s15516709cog1302_1.

CHIARO, Sylvia de. **Argumentação em sala de aula**: um caminho para o desenvolvimento da autorregulação do pensamento, 2006. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

CHIARO, Sylvia de; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. **Argumentação e autorregulação do pensamento em aulas de química**. Recife: UFPE, 2013.

Trabalho apresentado no III Seminário Internacional de Argumentação na Escola. Desenvolvimento de Competências e Promoção de Intervenções, do Núcleo de Pesquisa da Argumentação, Universidade Federal de Pernambuco

CHIARO, Sylvia De; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. **Educação e Pesquisa**, v. 43, p. 411-426, 2017.

CHMIELEWSKI, Todd C.; DANSEREAU, Donald F. Enhancing the recall of text: Knowledge mapping training promotes implicit transfer. **Journal of Educational Psychology**, v. 90, n. 3, p. 407, 1998.

CLAXTON, Guy. **Ensinando os alunos a se ensinarem: O método do poder da aprendizagem**. Petrópolis RJ: Vozes, 2019. 199 p.

CLEARY, Timothy J.; PLATTEN, Peter. Examining the correspondence between selfregulated learning and academic achievement: A case study analysis. **Education Research International**, vol. 2013, Article ID 272560, 18 pages, 2013.Acesso: http://dx.doi.org/10.1155/2013/272560 em 16/12/2018.

CORNOLDI, C. The impact of Metacognitive Reflection on Cognitive Control. In: MAZZONI, G.; NELSON, T. O. (Eds.). **Metacognition and Cognitive Neuropsychology**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p. 144, 1998.

CORSO, H. V.; SPERB, Tânia Mara; SALLES, Jerusa Fumagalli de. Compreensão leitora: modelos de processamento e relações com outras habilidades cognitivas. In: ROAZZI, Antônio; JUSTI, Francis Ricardo dos Reis; SALLES, Jerusa Fumagalli (org.). **A aprendizagem da leitura e da escrita: contribuições de pesquisas**. São Paulo: Vetor, p. 83-108, 2013.

COUTINHO, Clara Pereira; LISBÔA, Eliana Santana. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. **Revista de Educação** v. XVIII, nº1, 5-22, 2011.

COUTINHO, R. P. et al. Identificação de eventos metacognitivos presentes em mensagens de membros de uma comunidade virtual de enfermagem.

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. **Intrinsic Motivation Inventory**. [S. l.], 2012. Disponível em: http://www.selfdeterminationtheory.org/. Acesso em: 3 nov. 2021.

DEFFENDI, Luma Tiziotto; SCHELINI, Patrícia Waltz. O monitoramento metacognitivo em tarefas que envolvem a criatividade verbal. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 32, 2017.

DEMBO, M. H. **Applying educational psychology** (5th ed). New York: Longman. 1994.

DESCARTES, Rene. **Discurso do método**. Tradução: Maria Ermantina Galvão. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

DESOETE, Annemie. Multi-method assessment of metacognitive skills in elementary school children: How you test is what you get. **Metacognition and Learning**, v. 3, n. 3, p. 189-206, 2008.

DEWEY, John. How we think. Lexington. **Mass: DC Heath and Company**, 1933.

DUNLOSKY, John; HERTZOG, Christopher. Aging and deficits in associative memory: What is the role of strategy production?. **Psychology and aging**, v. 13, n. 4, p. 597, 1998.

DUNLOSKY, John et al. Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. **Psychological Science in the Public interest**, v. 14, n. 1, p. 4-58, 2013.

EACUTE, Jos; ESTEVE, Massa. The transformation of the teachers' role at the end of the twentieth century: New challenges for the future. **Educational review**, v. 52, n. 2, p. 197-207, 2000.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese**. Tradução: Gilson César Cardoso de Sousa. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 1992. 170 p.

EARL, Lorna. Assessment-a powerful lever for learning. **Brock Education Journal**, v. 16, n. 1, 2006.

EARL, Lorna M. **Assessment as learning: using classroom assessment to maximize student learning**. 2th ed. Thousand Oaks: Corwin; 2013.

ECCLES, Jacquelynne S.; WIGFIELD, Allan. Motivational beliefs, values, and goals. **Annual review of psychology**, v. 53, n. 1, p. 109-132, 2002.

EFKLIDES, A.; PETKAKI, C. Effects of mood on students' metacognitive experiences. **Learning and Instruction**, 15, 415–431. 2005.

EFKLIDES, A.; KOURKOULOU, A.; MITSIOU, F.; ZILIASKOPOULOU, D.. Metacognitive knowledge of effort, personality factors, and mood state: Their relationships with effort-related metacognitive experiences. **Metacognition and Learning**, 1(1), 33–49. 2006. https://doi.org/10.1007/s11409-006-6581-0

EFKLIDES, A. Metacognition: Defining its facets and levels offunctioning in relation to selfregulation and co-regulation. **European Psychologist**, v, 13, p.277-287, 2008.

EFKLIDES, Anastasia. Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. **Educational psychologist**, v. 46, n. 1, p. 6-25, 2011.

EGGERT, S. et al. Socioscientific Decision Making in the Science Classroom: The Effect of Embedded Metacognitive Instructions on Students' Learning Outcomes. **Education Research International**, v. 2013, p. e309894, 2013.

EL FAR, Alessandra. **O livro e a leitura no Brasil**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2006.

ELLINGSON, Charlene; DUBINSKY, Janet M. Altered Reality: An Inquiry-Based Neuroscience Lesson for Helping Students Understand Neuroplasticity and Its Role in Learning. **The Science Teacher**, v. 87, n. 9, p. 49-53, 2020.

ERENLER, Sumeyye; CETIN, Pinar Seda. Utilizing Argument-Driven-Inquiry to Develop Pre-Service Teachers' Metacognitive Awareness and Writing Skills. **International Journal of Research in Education and Science**, v. 5, n. 2, p. 628-638, 2019.

FÉLIX, Ana Claudia; MONTEIRO , Elielton; MONTEIRO , Elizete; SANTANA , Elma; COSTA , Jucivani; SOUZA, Simone. Educação indígena. *In*: MENDES, Marcus; OLIVEIRA, Netiê; VALENTE, Helienai. **Atuação docente na diversidade**. [*S. l.*]: Virtual Books Editora, 2017. cap. 2, p. 20 - 34.

FERNANDES, Claudio. **Invenção da Imprensa**. [*S. l.*], 2013. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/invencao-imprensa.htm. Acesso em: 22 dez. 2021.

FERREIRA JR., Amarilio. **História da Educação Brasileira:** da Colônia ao século XX. São Carlos: EdUFSCar, 2010. 123 p.

FINO, Carlos Nogueira. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, v. 14, p. 273-291, 2001.

FIRESTEIN, Stuart. **Ignorância: como ela impulsiona a ciência**. Editora Companhia das Letras, 2019.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: L. B. Resnik (Ed.). **The Nature of Intelligence. Hillsdale**: Lawrence Erlbaum, 1976.

FLAVELL, John Hurley; WELLMAN, Henry. Metamemory. In Robert V. Kail, & John W. Hagen (Eds), **Perspectives on the development of memory and cognition** (pp.3-33). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.

FLAVELL, John H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. **American psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906, 1979. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906

FLAVELL, J. H , MILLER, H. P. & MILLER, S. A. **Desenvolvimento cognitivo**. Porto Alegre: Artmed, 1999

FONSECA, Anna Cristina Cardozo. Portal QEdu: um estudo de caso. In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM POLÍTICAS PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 2014, Franca -. **Anais Eletrônicos- I SIPPEDES (2014)**, 2014. Disponível em: https://www.franca.unesp.br/#!/pos-graduacao/pp/eventos/i-sippedes/. Acesso em: 17 jan. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 55. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2017. 143 p. ISBN 9788577531639.

GASPARINI, Sandra Maria; BARRETO, Sandhi Maria; ASSUNÇÃO, Ada Ávila. O professor, as condições de trabalho e os efeitos sobre sua saúde. **Educação e pesquisa,** v. 31, p. 189-199, 2005. https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000200003

GASQUE, Kelley Cristine Gonçalves Dias. Indicador de atividade reflexiva e teoria fundamentada: o pensamento reflexivo na busca e no uso da informação. **Transinformação**, 23.1: 39-49. 2011.

GILBERT, Lisa A.; GROSS, Deborah S.; KREUTZ, Karl J. Developing undergraduate students' systems thinking skills with an InTeGrate module. **Journal of Geoscience Education**, v. 67, n. 1, p. 34-49, 2019

GONÇALVES, Nandara de Oliveira; ESTRELA, Dieferson da Costa. Prevalência da síndrome de Burnout em professores de Ciências e Biologia em escolas públicas da microrregião de Pires do Rio, GO. **Multi-Science Journal** (ISSN 2359-6902), v. 1, n. 10, p. 83-90, 2018.

GOULART, Ilsa do Carmo Vieira; DIAS, Magna Alves; LELIS, Danielle Oliveira. O espaço físico das bibliotecas públicas escolares: entre o legal e o real. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 15, n. 2, p. 4-26, 2019

GRANT, Maria J.; BOOTH, Andrew. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health information & libraries journal**, v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009.

GREEN, David; CASSANI, Mary Kay. Scenarios, Stakeholders, Autonomy, and Choice: Using Role-Play to Facilitate Transformational Learning Experiences. **Journal of College Science Teaching**, v. 49, n. 5, 2020.

HARDY, Ilonca; STADELHOFER, Beate. Concept Maps wirkungsvoll als Strukturierungshilfen einsetzen: Welche Rolle spielt die Selbstkonstruktion?. **Zeitschrift für Pädagogische Psychologie**, v. 20, n. 3, p. 175-187, 2006.

HILBERT, Tatjana S.; RENKL, Alexander. Concept mapping as a follow-up strategy to learning from texts: what characterizes good and poor mappers?. **Instructional Science**, v. 36, n. 1, p. 53-73, 2008.

HIRATA, Guilherme; OLIVEIRA, João Batista Araujo; MEREB, Talita de Moraes. Professores: quem são, onde trabalham, quanto ganham. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 27, p. 179-203, 2019.

HODSON, Derek. Practical work in school science: exploring some directions for change. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 7, p. 755-760, 1996.

HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. Avaliação mediadora: uma relação dialógica na construção do conhecimento. **Avaliação do rendimento escolar. São Paulo: FDE**, p. 51-59, 1994.

HOLTON, D.; CLARKE, D. Scaffolding and metacognition. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 37, n. 2, p. 127–143, 2006.

HONG, J. C; HWANG, M. Y; LIU, M. C; HOH. Y; CHEN. Y. L., Using a "prediction observation and explanation" inquiry model to enhance student interest and intention to continue science learning predicted by their internet cognitive failure, **Computers & Education** (2013), doi: 10.1016/ j.compedu.2013.10.004.

HORNER, Andreas; HORNER, Christine; JACOBI, Luciane F.; SERAFIN, Marissa B.; BELTRAME, Valmir; RIBEIRO, Tiango A.; Nível de estresse ocupacional e atividade física em professores de uma escola estadual. **Revista Saúde** (Sta. Maria). 2021; 47 (1). DOI: https://doi.org/10.5902/2236583463926

HOUAISS, A. **Dicionário da língua portuguesa**. [S. l.]: Objetiva2009.

HÜBNER, Sandra; NÜCKLES, Matthias; RENKL, Alexander. Writing learning journals: Instructional support to overcome learning-strategy deficits. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 1, p. 18-29, 2010.

HUNG, Jeng-Fung; TSAI, Chun-Yen. The Effects of a Virtual Laboratory and Metacognitive Scaffolding on Students' Data Modeling Competences. **Journal of Baltic Science Education**, v. 19, n. 6, p. 923-939, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Inep). **Inep lança Banco de Propostas Inovadoras em Avaliação**. Brasília (2014). Disponível em: < https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/institucional/inep-lanca-banco-de-propostas-inovadoras-em-avaliacao>. Acesso em: 17 jan. 2022.

INHELDER, B; PIAGET, J. **Da lógica da criança à lógica do adolescente** (DM Leite, Trad.). São Paulo: Editora Pioneira. 1976.

JANG, Syh-Jong. The impact on incorporating collaborative concept mapping with coteaching techniques in elementary science classes. **School Science and Mathematics**, v. 110, n. 2, p. 86-97, 2010. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2009.00012.x

JOLY, M.; CANTALICE, L. DE; VENDRAMINI, C. M. M. Evidências de validade de uma escala de estratégias de leitura para universitários. **Interação em Psicologia**, v. 8, n. 2, p. 261–270, 2004.

KADIOGLU-AKBULUT, Cansel; UZUNTIRYAKI-KONDAKCI, Esen. Implementation of self-regulatory instruction to promote students' achievement and learning strategies in the high school chemistry classroom. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 22, n. 1, p. 12-29, 2021.

KHAN, K. S. TER RIET, G. GLANVILLE, J. SOWDEN, A. J. KLEIJNEN, J.. **Undertaking systematic reviews of research on effectiveness: CRD's guidance for carrying out or commissioning reviews**. NHS Centre for Reviews and Dissemination, 2001.

KEELEY, P; EBERLE, F; FARRIN, L. **Uncovering student ideas in science: 25 formative assessment probes**. Arlington, VA: NSTA Press. 2005.

KIEWRA, Kenneth A. et al. A more equitable account of the note-taking functions in learning from lecture and from text. **Instructional Science**, v. 18, n. 3, p. 217-232, 1989.

KINCHIN, Ian M. The qualitative analysis of concept maps: Some unforeseen consequences and emerging opportunities. In: **Concept mapping: connecting educators proceedings of the Third Internationla Conference on Concept Mapping. Tallin: University of International Tallin**. 2008.

KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. **Theory into practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

KRAUSE, João Carlos; DA SILVA ANDREOLA, Charline; CONTRI, Rozelaine. Usando Mapas Conceituais para uma Aprendizagem Significativa de Geometria. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, 2020.

KUBOTA, Luis Claudio. **A Infraestrutura sanitária e tecnológica das escolas e a retomada das aulas em tempos de Covid-19** Nota técnica Ipeia. 2020. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10121/1/NT_70_Diset_A%20Infraestrutura%20Sanit%c3%a1ria%20e%20Tecnol%c3%b3gica%20das%20Escolas.pdf. Acesso em: 17/01/2022.

LEDERMAN, N. G.; WADE, P. D.; BELL, R. L. Assessing understanding of the nature of Science: A historical perspective. In: McCOMAS, W. F. (Org.) The nature of Science in Science education: Rationales and strategies. The Netherlands: Kluwer Academic, 1998.

LEFRANÇOIS, Guy R. **Teorias da aprendizagem: o que o professor disse**. Tradução Solange A. Visconte. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

LEITE, J. C. Controvérsias científicas ou negação da ciência? A agnotologia e a ciência do clima. **Scientiae Studia**, 12(1), 179–189. 2014. < https://doi.org/10.1590/S1678-31662014000100009> Acesso em: 20/07/2020

LEITE, José Correa. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. **Scientiae Studia**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 643–677, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662015000300643&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 18 set. 2019.

LLEWELLYN, D.. Inquiry within: Implementing inquiry-based science standards. Thousand Oaks, **CA: Corwin Press**, 2002

LEOPOLD, Claudia; LEUTNER, Detlev. Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies. **Metacognition and Learning**, v. 10, n. 3, p. 313-346, 2015. https://doi.org/10.1007/s11409-014-9130-2

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. [S. l.]: Cortez, 2013.

LOCATELLI, Solange Wagner. **Tópicos de Metacognição: Para aprender e ensinar melhor**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2014. 75 p. v. 1.

LOCATELLI, S. W. **Jogo e ensino de química: uma relação metacognitiva no processo de aprendizagem.** Em: Maria das Graças Cleophas; Marlon H.F.N. Soares. (Org.). Didatização lúdica no ensino de química / ciências - teorias de aprendizagem e outras interfaces. 1ed.São Paulo. : Livraria da física. 2018.v. 1, p. 153-165.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p.149-156, jan./jun., 2003a.

LORETO, E. L. S. e SEPEL, L. M. N. Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular. 2a Ed., S**ociedade Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto. SP. 81p., 2003b.

LURIA, Alexander Roimanovich. **Desenvolvimento cognitivo: seus fundamentos culturais e sociais**. Traduzido por Luiz Mena Barreto, Marta Oliveira, Mirian Andrade e Regina Maciel. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2017. 256 p. ISBN 9788527409889.

MACEDO, Renata Mourão. Direito ou privilégio? Desigualdades digitais, pandemia e os desafios de uma escola pública. **Estudos Históricos (Rio de Janeiro)**, v. 34, p. 262-280, 2021

MACHADO, Anna Rachel. **O diário de leituras: a introdução de um novo instrumento na escola**. Martins Fontes, 1998.

MACHADO, Carla; GOMES, Carlos. Utilização do “V DE GOWIN” como estratégia no ensino da Física e da Química. **VIII Encontro Nacional de Educação em Ciências-Actas**, 2001.

MAFFRA, Stella Maria; ANJOS, Maylta Brandão dos. Ensinando/aprendendo sobre mapas conceituais-convite ao uso de um manual como orientador de práticas pedagógicas. **Revista Práxis**, v. 10, n. 19, 2018.

MARAGLIA, Pedro Henrique. Dissertação Estratégias de ensino metacognitivas: uma revisão sistemática de literatura. Orientador: Maurício Abreu Pinto Peixoto. Rio de Janeiro 2018. 143 f..**Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) – Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018

MARCONDES, Danilo. **Iniciação à história da Filosofia**: Dos pré-socráticos a Wittgenstein. 13. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2010. 303 p. ISBN 9788571104051.

MARGONINER, Vera; BÜRKI, Jérôme; KAPP, Micaela. Monkeying around in mechanics: Using student-student dialogue videos to increase physics learning. **The Physics Teacher**, v. 57, n. 4, p. 232-235, 2019.

MARSHALL, J. C.; HORTON, B.; SMART, J. 4E × 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms. **Journal of Science Teacher Education**, v. 20, n. 6, p. 501–516, 1 dez. 2009.

MARTINS, J. BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa em Psicologia**: Fundamentos e Recursos Básicos. 5. ed. São Paulo: Centauro, 2005.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MARZANO, Robert. J.. **What works in schools: Translating research into action**. Alexandria, VA: ASCD. 2003.

MARZANO, R. J.. **Classroom assessment and grading that work**. Alexandria, VA: ASCD. 2006.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MCCAGG, Edward C.; DANSEREAU, Donald F. A convergent paradigm for examining knowledge mapping as a learning strategy. **The Journal of Educational Research**, v. 84, n. 6, p. 317-324, 1991.

MCCALLISTER, James M. Determining the types of reading in studying content subjects. **The School Review**, v. 40, n. 2, p. 115-123, 1932.

MCCOMAS, William F.; ALMAZROA, Hiya; CLOUGH, Michael P. The nature of science in science education: An introduction. **Science & Education**, v. 7, n. 6, p. 511-532, 1998.

MCCOMAS, W. F. Seeking NOS standards: What content consensus exists in popular books on the nature of science. Paper presented at the meeting of **National Association for Research in Science Teaching**, Dallas, TX. 2005.

MCCOMAS, William F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, 17.2-3: 249-263, 2008.

MICHAELIS, Henriette. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. [S. l.], 2020. Disponível em: https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/Estrat%C3%A9gia/. Acesso em: 12 fev. 2020.

MINTZES, Joel J.; WANDERSEE, James H.; NOVAK, Joseph D. Epilogue: Meaningful learning, knowledge restructuring and conceptual change: On ways of teaching science for understanding. In: **Teaching science for understanding. Academic Press**, 2005. p. 327-350. Acesso em 30/09/2021. https://doi.org/10.1016/B978-012498360-1/50014-3

MOHER, David et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Int J Surg**, v. 8, n. 5, p. 336-341, 2010.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORICONI, Gabriela Miranda. **Os professores públicos são mal remunerados nas escolas brasileiras? Uma análise da atratividade da carreira do magistério sob o aspecto da remuneração**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getulio Vargas, [S. l.], 2008

MORITZ, Jaqueline; NOGUEIRA, Francis Mari Guimarães. A concepção de educação profissional e tecnológica dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia nos governos Lula e Dilma. **REVISTA ELETRÔNICA PESQUISEDUCA**, v. 10, n. 20, p. 09-28, 2018

MOSER, Stephanie; ZUMBACH, Joerg; DEIBL, Ines. The effect of metacognitive training and prompting on learning success in simulation-based physics learning. **Science Education**, v. 101, n. 6, p. 944-967, 2017.

MOSHMAN, David. Reasoning, metareasoning, and the promotion of rationality. In: **Advances in psychology**. North-Holland, p. 135-150, 1994.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, 2014, 7.1: 32-46.

NELSON, T. O., & NARENS, L.. **Metamemory: A Theoretical Framework and new findings**. In G. H. Bower (Org.), The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory (Vol. 26, p. 125–174). Elsevier. 1990.

NELSON, T. O.; NARENS, L. **Why Investigate Metacognition. Metacognition – knowing about knowing.** Cambridge, MA: MIT Press.. p.1–25, 1994.

NOVAK, J. D. Aplicação dos recentes avanços na teoria da aprendizagem e na filosofia da ciência ao ensino da Química. **Boletim da Sociedade portuguesa de Química**, v. 10, p. 3-9, 1982.

NOVAK, Joseph Donald. Apreender a criar e utilizar o conhecimento: mapas conceptuais como ferramenta de facilitação nas escolas e empresas (A. Rabaça; J. Valadares, Trad.). **Lisboa: Paralelo Editora. (Obra original publicada em 1998)**, 2000.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN D. Bob. Apreender a aprender (A. Valadares; J. Valadares, Trad.). **Lisboa: Paralelo Editora.** 1984.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010. Acesso em 30/09/2021 http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.5i1.009029

NÜCKLES, Matthias; HÜBNER, Sandra; RENKL, Alexander. Enhancing self-regulated learning by writing learning protocols. **Learning and instruction**, v. 19, n. 3, p. 259-271, 2009.

O'LOUGHLIN, Valerie Dean; GRIFFITH, Lauren Miller. Developing student metacognition through reflective writing in an upper level undergraduate anatomy course. **Anatomical Sciences Education**, v. 13, n. 6, p. 680-693, 2020.

OLINDA, Sílvia Rita Magalhães de. A educação no Brasil no período colonial: um olhar sobre as origens para compreender o presente. **Sitientibus (Feira de Santana)**, n.29, p. 153-162, 2003.

OMS (Brasil). Organização Pan-Americana de Saúde. **Histórico da pandemia de COVID-19. In: Folha informativa sobre COVID-19**. [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19. Acesso em: 24 jan. 2022.

OHTANI, K.; HISASAKA, T. Beyond intelligence: a meta-analytic review of the relationship among metacognition, intelligence, and academic performance. **Metacognition and Learning**, v. 13, n. 2, p. 179–212, 2018

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

OSES, Sonia E; CARRASCO, Laura E. Módulos Alternativos en la Enseñanza de las Ciencias: Estrategia Didáctica Orientada al Logro de Aprendizajes Significativos. **Form. Univ**., La Serena , v. 6, n. 3, p. 39-52, 2013 .http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000300006. Acesso 13/02/2018.

OUZZANI, Mourad; HAMMADY, Hossam; FEDOROWICZ, Zbys; ELMAGARMID, Ahmed. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2016. DOI: 10.1186/s13643-016-0384-4

PEIXOTO, M. de A. P.; BRANDÃO, M. A. G.; SANTOS, G. Dos. Metacognição e tecnologia educacional simbólica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, [s.l.], v. 31, no 1, p. 67–80, 2007. ISSN: 0100-5502, DOI: 10.1590/S0100-55022007000100010.

PEIXOTO, Maurício Abreu Pinto; SILVA, Marcos Antonio; ROCHA, Cristiane Casquilha. Aprendizagem e metacognição no ensino de metodologia científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 11-11, 2010.

PEIXOTO, M. A. P.; BRANDÃO, M. A. G.; SANTOS, G.; RABELLO, C. R. L.; TAVARES, B. F. Metacognição na educação a distância. In: EGLER, Tamara Tania Cohen Org). *De baixo para cima: política e tecnologia na educação*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014. p. 101-133.

PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto; BRANDÃO, Marcos Antônio Gomes; TAVARES, Bruno Fragoso. Construção de definições operacionais em Metacognição. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 25, 2021.

PEIXOTO, M. A. P.; XAVIER, C. S. **O projeto iluminista contra a ignorância e o obscurantismo**. In: Educação, Direitos Sociais e Democracia - Lutas e Desafios Contemporâneos. [S. l.: s. n.].(no prelo)

PELOSI, A. C.; FELTES, H. P. M.; FARIAS, E. M. P (orgs.). **Cognição e linguística: explorando territórios, mapeamentos e percursos**. Caxias do Sul: EDUCS, 2014.

PETERS, E.; KITSANTAS, A. The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and SelfRegulatory Efficacy. **School Science and Mathematics**, v. 110, n. 8, p. 382–396, 2010.

PIAGET, J. **A Epistelomogia Genética; Sabedoria e Ilusões da Filosofia; Problemas de Psicologia Genética**. In.: Piaget. Traduções de Nathanael C. Caixeiro, Zilda A. Daeir, Celia E.A. Di Pietro. São Paulo: Abril Cultural (Os Pensadores), ed.1, 426p. 1975.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. Tradução: Maria Alice Amorim, Paulo Sérgio Silva. 24. ed. rev. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 136 p. 1999.

POLYDORO, Soely Aparecida Jorge; AZZI, Roberta Gurgel. Autorregulação da aprendizagem na perspectiva da teoria sociocognitiva: introduzindo modelos de investigação e intervenção. **Psicologia da Educação. Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Psicologia da Educação. ISSN 2175-3520**, n. 29, 2009.

POZO, J. I. POSTIGO, Y. **Los procedimientos como contenidos escolares: uso estratégico de la información.** Barcelona: Edebé, 2000.

POZO, J. I. **A sociedade da aprendizagem e do desafio de converter informação em conhecimento**. Projeto Pedagógico. Diretor Udemo, 2007.

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, António Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

PRATES, Admilson Eustáquio; BETARELLO, Jeferson; FINELLI, Leonardo Augusto Couto. Reflexões sobre o ato de ler. **Humanidades**, v. 5, n. 1, 2016.

QEDU 2021. Disponível em: <https://qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2020&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item=>. Acesso em 17 jan. 2022.

RAMOS, E. DA S. B.; SILVA-FORSBERG, M. C. Contribuições da metacognição para a formação de professores que ensinam Ciências nos anos iniciais. **Anais** do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 1–7, 2019.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 16, p. 109-116, 2003.

RIBEIRO, Paulo Rennes Marçal. História da educação escolar no Brasil: notas para uma reflexão. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, p. 15-30, 1993.

RICKARDS, William H. et al. Learning, reflection, and electronic portfolios: Stepping toward an assessment practice. **The Journal of general education**, v. 57, n. 1, p. 31-50, 2008.

ROCHETTI, Vitor; SILVA, Mariana; XAVIER, César Silva; PEIXOTO, Mauricio Abreu. **Fake News: Você está vacinado?**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://oaprendizemsaude.wordpress.com/2019/06/. Acesso em: 11 mar. 2022.

RONDEL, Luisa Sandia. Metacognición en niños: una posibilidad a partir de la teoría Vygotskiana. **Acción pedagógica**, v. 13, n. 2, p. 128-135, 2004.

ROSA, CTW. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física. 2011, 324 p**. 2011. Tese de Doutorado. Tese (Programa de Pós-Graduação

em Educação Científica e Tecnológica)-Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2011.

ROSA, Cleci Teresinha Werner; MENESES VILLAGRÁ, Jesús Ángel Meneses. Metacognição e Ensino de Física: revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências**, p. 581-608, 2018.

ROSA, Cleci Teresinha Werner; MENESES VILLAGRÁ, Jesús Angel Meneses. Questionamento metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: análise de uma atividade de ciências no ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 60-76, 2020.

ROSA, C. W. Da; ALVES FILHO, J. de P. **Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física**. *Ciência & Educação (Bauru)*, [s.l.], v. 20, nº 1, p. 61–81, 2014. ISSN: 1516-7313, DOI: 10.1590/1516-731320140010005.

ROSA, Cleci T. W. da.; ROSA, Álvaro B. da. Ensino de física por estratégias metacognitivas: análise da prática docente. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, 2016, 11.1.

ROSA, C. T. W., et al., Metacognição e seus 50 anos: uma breve história da evolução do conceito. **Revista Educar Mais**, Volume 4, Nº 3, p. 703- 721, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3cfJwA7>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, p. 508-511, 2007

SANTOS FILHO, F. S. Eletroforese: uma importante ferramenta da genética. **Genética na Escola**.v. 6, n. 2, p. 43-45, 2011.

SANTOS VIEIRA, L. de S. LIMA, M. L.. Avaliação no Ensino Superior: Um olhar à Prática Avaliativa do Curso de Pedagogia da Universidade Regional do Cariri/Evaluation in Higher Education: A view of the Evaluation Practice of the Cariri Regional University Pedagogy Course. ID on line **Revista de psicologia**, 2019, 13.47: 1097-1122. DOI: https://doi.org/10.14295/idonline.v13i47.2107 Acesso em: 31/03/2020

SANTOS, G.; PEIXOTO, M. A. P.. Importância da metacognição na aprendizagem do diagnóstico fonoaudiológico clínico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, 2007.

SARAIVA, Débora Lucy Santos. **Relato do processo metacognitivo de aprendizagem da sistematização da assistência acerca dos distúrbios eletrolíticos dos eletrolíticos dos acadêmicos de enfermagem por intermédio de um jogo educativo.** 2015, 200f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) Escola

de Enfermagem Anna Nery, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SAVIANI, Dermeval. Política educacional no Brasil após a ditadura militar. **Revista HISTEDBR** On-line, v. 18, n. 2, p. 291-304, 2018.

SCHMITT, Maribeth Cassidy. **The Roots of Metacognition: An Historical Review**. 1986.

SCHMIDT, K. et al. Writing about the Personal Utility of Learning Contents in a Learning Journal Improves Learning Motivation and Comprehension. **Education Research International**, v. 2012, p. e319463, 19 dez. 2012.

SEVERO, J. L. R. L. PEDAGOGIA DA RUPTURA: ocupando as margens do ensino remoto para criações didático curriculares . **Revista Espaço do Currículo** , v. 14 , n. 1 p. 1 5 , 2021 . NSSN21772886. DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.1983 1579. 2021 v14 n1. 56411

SHEPARDSON, Daniel P.; BRITSCH, Susan J. The role of children's journals in elementary school science activities. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 1, p. 43-69, 2001.

SHIMAMURA, Arthur P. Toward a cognitive neuroscience of metacognition. **Consciousness and cognition**, v. 9, n. 2, p. 313-323, 2000.

SILVA, Fernando Gabriel Souza; VELASQUEZ, Luciane de Souza; NASCIMENTO, Ana Gabriela Cardoso do. Ensino de estatística na educação básica em países da América Latina: uma revisão sistemática La enseñanza de la estadística en la educación básica en los países de América Latina: una revisión sistemática. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 4, p. 425-451, 2021.

SILVA, L. H. DE A.; SCHNETZLER, R. P. Buscando o caminho do meio: a “sala de espelhos” na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de Ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 6, n. 1, p. 43–54, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132000000100005&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 20/07/2020.

SILVA, M. A. **Dificuldades de aprendizes durante seu processo de aprendizagem em um curso de graduação a distancia na modalidade semipresencial**. 2010. 88 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2010.

SILVA, Rogério Correia da. Participação e aprendizagem na educação da criança indígena. **Revista Brasileira de Educação** , [*s. l.*], v. 19, n. 58, 2014.

SIMÃO, A.M.V.; FRISON, L. M. B. Autorregulação da aprendizagem: abordagens teóricas e desafios para as práticas em contextos educativos. **Cadernos de Educação**, 2013, 45: 02-20.

SOARES, C. B.; YONEKURA, T. Revisão sistemática de teorias: uma ferramenta para avaliação e análise de trabalhos selecionados. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 45, n. 6, p. 1507-1514, 2011.

SOARES, Denilson Junio Marques; SOARES, Talita Emidio Andrade; SANTOS, Wagner dos. Infraestrutura e desempenho escolar na Prova Brasil: aspectos e conexões. **Olhar de Professor**, v. 23, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA. **Informe da Sociedade Brasileira de Infectologia (sbi) sobre o novo coronavírus**. Associação Médica Brasileira, 2020. Disponível em: https://infectologia.org.br/wp-content/uploads/2020/07/informe-13-medicacoes-para-covid-19.pdf. Acesso em: 01 jun. 2020

SOTO, Beatriz Dolores Guardián; VALLORI, Antoni Ballester. UVE de Gowin instrumento metacognitivo para un aprendizaje significativo basado en competencias. **IN. Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa**, v. 3, n. 1, p. 51-62, 2011.

SOUSA, Gustavo Borges; CARVALHO, Luciana Beatriz Oliveira Bar; DE CARVALHO, Carlos Henrique. A leitura no Brasil Colônia e suas (inter) relações com a contemporaneidade. **Revista HISTEDBR** On-line, v. 18, n. 1, p. 17-28, 2018.

SOUSA, Luís Manuel Mota et al. Revisões da literatura científica: tipos, métodos e aplicações em enfermagem. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação**, v. 1, n. 1, p. 45-54, 2018.

SOUSA JÚNIOR, João Henriques et al. Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus (COVID-19) no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 2 COVID-19, p. 331, 2020.

STERNBERG, R. J. Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student? **Instructional Science**, 26, 127–140. 1998.

SUSSAN, Danielle; SON, Lisa K. Breakdown in the metacognitive chain: good intentions aren't enough in high school. **Journal of Applied Research in Memory and Cognition**, v. 3, n. 3, p. 230-238, 2014.

TAFNER, Elisabeth Penzlien. A contextualização do ensino como fio condutor do processo de aprendizagem. **Revista da Pós**, v. 1, n. 3, 2003.

TAUB, Michelle; AZEVEDO, Roger. Using Sequence Mining to Analyze Metacognitive Monitoring and Scientific Inquiry Based on Levels of Efficiency and Emotions during Game-Based Learning. **Journal of Educational Data Mining**, v. 10, n. 3, p. 1-26, 2018.

TAVARES, Bruno Fragoso. **Metacognição, Aprendizagem e o Treinamento Tático Teórico (TTT) do Futsal**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2011.

TARRICONE, P. **The taxonomy of metacognition**. Hove ; New York: Psychology Press, 2011.

TAS, Yasemin; AKSOY, Gökhan; CENGIZ, Ekrem. Effectiveness of design-based science on students' learning in electrical energy and metacognitive self-regulation. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 17, n. 6, p. 1109-1128, 2019.

TEIXEIRA, P. M. M.; NETO, J. M. Investigando a pesquisa educacional. um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s.l.], v. 11, nº 2, p. 261–282, 2016. ISSN: 1518-8795.

THOMAS, Gregory P. 'Triangulation:'an expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet'representations for chemistry learning. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 18, n. 4, p. 533-548, 2017.

TINKER, M. A.. Speed versus comprehension in reading as affected by level of difficulty. **Journal of Educational Psychology**, 30(2), 81–94, 1939.

TOK, Ş. Effects of the know-want-learn strategy on students' mathematics achievement, anxiety and metacognitive skills. **Metacognition and Learning**, v. 8, n. 2, p. 193–212, 2013.

TORRES, Michelangelo. Um balanço crítico dos primeiros 18 meses da política educacional do governo Bolsonaro. In: FARIA, Fabiano Godinho; MARQUES, Mauro Luiz Barbosa. **Giros à direita**: Análises e perspectivas sobre o campo líbero-conservador. Sobral - CE: Sertão Cult, 2020. p. 159-173. ISBN 9786587429052.

TRACTENBERG, L.; STRUCHINER, M. Revisão realista: uma abordagem de síntese de pesquisas para fundamentar a teorização e a prática baseada em evidências. [s.l.], v. 40, no 3, p. 14, 2011.

VANDEVOORT, L. G; AMREIN-BEARDSLEY, A; BERLINER, D. C. National Board Certification Teachers and their students' achievement. **Education Policy Analysis Archives**, 12(46), 1–117. 2004.

VASCONCELOS, S. D.; LIMA, K. E. C. O professor de Biologia em formação: reflexão com base no perfil socioeconômico e perspectivas de licenciandos de uma universidade pública. **Ciência & Educação (Bauru),** [s.l.], v. 16, nº 2, p. 323–340, 2010.

VEENMAN, M.; ELSHOUT, J. J. Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. **European Journal of Psychology of Education**, v. 14, n. 4, p. 509–523, 1999.

VEIGA, Luciana Lima da; PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto; XAVIER, César Silva. Diários de campo, metacognição e aprendizagem: o que podemos observar em alunos de uma disciplina do tipo "aprender a aprender. **Debates em Educação**, *[S. l.]*, v. 13, n. 31, p. 719–743, 2021. DOI: 10.28998/2175-6600.2021v13n31p719-743.

Disponível em: https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/11177. Acesso em: 5 nov. 2021.

VEIGA, Luciana Lima de Albuquerque et al. a importância de ensinar a pensar na escola. **CIET: EnPED**, 2018.

VEIGA, Luciana Lima de Albuquerque da; PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto; XAVIER, César Silva. Diários de campo, metacognição e aprendizagem: o que podemos observar em alunos de uma disciplina do tipo “aprender a aprender. **Debates em Educação**, v. 13, n. 31, p. 719-743, 2021.

VELÁSQUEZ, Freddy Rojas. **Enfoques sobre el aprendizaje humano. Departamento de Ciencia y Tecnología del Comportamiento**. Universidad Simón Bolívar, 2001.

VERMEER, Harriet Johanna. **Sixth-grade students' mathematical problem-solving behavior. Motivational variables and gender differences**. 1997. Tese de Doutorado. Leiden University.

VERPOORTEN, Dominique et al. A quest for meta-learning gains in a physics serious game. **Education and Information Technologies**, v. 19, n. 2, p. 361-374, 1 jun. 2014.

VESTAL, Sharon S.; MILLER, Matthew; BROWNING, Larry. Metacognition across the STEM Disciplines. In: Metacognition in Chemistry Education: Connecting Research and Practice. **American Chemical Society**, 2017. p. 17-30.

VILLANI, Alberto et al. Mestrados profissionais em ensino de ciências: estrutura, especificidade, efetividade e desenvolvimento profissional docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, 2017.

VILELA, Thiago Dutra. Linha do tempo da História da Educação no Brasil. **O comprimido**, 2009. Disponível em: https://www.ocomprimido.com/dose-diaria/linha-do-tempo-da-historia-da-educacao-no-brasil/. Acesso em: 27/12/2021.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação Social da Mente**. 4. ed. rev. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 90 p.

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e Linguagem** Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934) Edição Ridendo Castigat Mores Versão para eBook. 2003. 159 p.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 521 p. ISBN 85-336-1361-X.

VUKMAN, Karin Bakracevic. Developmental differences in metacognition and their connections with cognitive development in adulthood. **Journal of adult development**, v. 12, n. 4, p. 211-221, 2005.

WADE-JAIMES, Katherine; DEMIR, Kadir; QURESHI, Azhar. Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. **Science Education**, v. 102, n. 4, p. 711-743, 2018

WARBURTON, N.; VOLET, S. Enhancing self-directed learning through a content quiz group learning assignment. **Active Learning in Higher Education**, v. 14, n. 1, p. 9–22, 2013.

WHITE, Barbara; FREDERIKSEN, John. A theoretical framework and approach for fostering metacognitive development. **Educational Psychologist**, v. 40, n. 4, p. 211-223, 2005.

WIGGINS, Grant; WIGGINS, Grant P.; MCTIGHE, Jay. **Understanding by design**. Ascd, 2005.

WILSON, Jeni; CLARKE, David. Towards the modelling of mathematical metacognition. **Mathematics Education Research Journal**, v. 16, n. 2, p. 25-48, 2004.

WILSON, Leslie Owen. Anderson and Krathwohl-Bloom's taxonomy revised: Understanding the new version of Bloom's taxonomy. **Retrieved** July, v. 5, 2016.

WIGFIELD, Allan; ECCLES, Jacquelynne; ROESER, Robert; SCHIEFELE, Ulrich. Development of achievement motivation. In: **Child and Adolescent Development: An Advanced Course**. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2008.

WODAJ, Habtamu; BELAY, Solomon. Effects of 7E Instructional Model with Metacognitive Scaffolding on Students' Conceptual Understanding in Biology. **Journal of Education in Science**, **Environment and Health**, v. 7, n. 1, p. 26-43, 2021

WRIGHT, Viviana et al. La carga teórica de las preguntas en la enseñanza de química orgánica ii. **Avances en Ciencias e Ingeniería**, v. 10, n. 4, p. 43-48, 2019.

XAVIER, C.; CAVALCANTI, D. Development of a didactic electrophoresis kit for the practical teaching of Molecular Biology in basic and higher education. **Revista de ensino de bioquimica**, v. 15, p. 49-62, 2017.

XAVIER, C. S.; PEIXOTO, M. A. P. IX Encontro regional de ensino de Biologia -

XAVIER, César Silva; PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto; VEIGA, Luciana Lima de Albuquerque. Comandos metacognitivos embutidos baseados na natureza da ciência: Potencialidades, limitações, condições e possibilidades. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e43010716829-e43010716829, 2021

XAVIER, César Silva; PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto; DA VEIGA, Luciana Lima de Albuquerque. Interfaces entre a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget e o pensamento metacognitivo Revista **Querubim –revista eletrônica de trabalhos**

científicos nas áreas de Letras, Ciências Humanas e Ciências Sociais, v.1. n 45, p. 58-65, 2021.

XAVIER, César Silva et al. Abordagem teórico-reflexiva da estratégia de ensino 4E X 2 e sua interface com a Teoria Metacognitiva. **Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade**, v. 9, n. 19, p. 318-342, 2022.

ZIMMERMAN, Barry J. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In: **Handbook of self-regulation**. Academic Press, 2000. p. 13-39.

ZIMMERMAN, Barry J. Becoming a self-regulated learner: An overview. **Theory into practice**, v. 41, n. 2, p. 64-70, 2002.

ZIMMERMAN, Barry J.; CAMPILLO, Magda. Motivating self-regulated problem solvers. **The psychology of problem solving**, v. 233262, 2003.

ZOHAR, A.; BEN DAVID, A. Paving a clear path in a thick forest: a conceptual analysis of a metacognitive component. **Metacognition and Learning**, v. 4, n. 3, p. 177–195, 9 maio 2009

ANEXOS

Anexo I: Fichas de avaliação inicial dos critérios de inclusão

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 1 **Título:** The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self- Regulatory Efficacy *O Efeito dos Comandos Metacognitivos na Natureza da Ciência sobre Conteúdo de Ciências e Conhecimento de Natureza da Ciência, Metacognição e Eficácia Autorregulatória dos estudantes* **Autores**: Erin Peters e Anastasia Kitsantas **Data:** 2010 **Estratégia:** EMPNOS				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários:				

Quadro 17: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM EMPNOS

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 2 **Título:** *4E X 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms* *(Modelo Instrucional4E X 2: Unindo Três constructos de aprendizagem para melhorar a praxis na ciência e matemática nas salas de aula)* **Autores**: Jeff C. Marshall, Bob Horton, Julie Smart **Data:** 2008 **Estratégia:** 4E X 2				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?				
Atende aos critérios de inclusão?				
Atende aos critérios de exclusão?				
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários:				

Quadro 18: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM 4E X 2

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 4				
Título: Writing about the Personal Utility of Learning Contents in a Learning Journal Improves Learning Motivation and Comprehension *Escrever sobre a Utilidade Pessoal de Conteúdos de Aprendizagem em um Diário de Aprendizagem Melhora a Motivação e a Compreensão do Aprendizado* **Autores** Schmidt, : Kristin; Maier, Julia; Nuckles, Matthias ; **Data:** 2012 **Estratégia:** Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: A estratégia utiliza prompts de utilidade pessoal de conteúdos para a escrita de diários de aprendizagem. Aplicado no ensino básico.				

Quadro 19: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM, Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 6a				
Título: A Metacognitive Tool: theoretical and operational analysis of skills exercised in structured Concept Maps *Uma ferramenta metacognitiva: análise teórica e operacional de habilidades exercidas em mapas conceituais estruturados* **Autores:** Marie-Pierre Chevron **Data:** 2014 **Estratégia:** Mapa Conceitual estruturado hierarquicamente e dependente do contexto (MCS)				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução da estratégia?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Apresenta algum critério de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: O autor aponta dificuldades e limitações na construção de mapas hierarquicamente organizados. Para sanar as dificuldades, o autor propõe o mapa por ele denominado “Mapa conceitual estruturado dependente do contexto”. O autor usa exemplos da construção de mapas com conceitos e conteúdos do ensino médio em química e biologia. Apesar dos sujeitos da pesquisa serem professores estudantes, o nível dos conteúdos trabalhados são adequados ao ensino médio, encontramos potencial para a aplicação neste segmento.				

Quadro 20: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM MCS

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I – 6b **Título:** Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies *Melhorando a compreensão do texto científico dos alunos através da auto-regulação metacognitiva ao aplicar estratégias de aprendizagem* **Autores:** Claudia Leopold & Detlev Leutner **Data:** 2015 **Estratégia:** Mapa conceitual com autorregulação				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução da estratégia?			X	
Atende aos critérios de inclusão?				
Apresenta algum aos critério de exclusão?	X			
	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: Estudo comparativo entre grupos de estudantes do ensino básico. I. Controle, II. Orientado para a produção de mapas conceituais; III. Orientado para a produção de mapas e orientados para autorregulação. Apesar de recomendar o uso de tecnologia digital e descrever apenas parcialmente como aplicar, entendemos que estes fatores podem ser adaptados.				

Quadro 21: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Mapa conceitual com autorregulação

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSLII – 7 **Título:** Concept Mapping: Providing Assessment of, for, and as Learning *Mapeamento de conceitos: fornecendo avaliação de, para e como aprendizagem.* **Autores:** Weichao Chen; Carla Allen **Data:** 2017 **Estratégia:** Mapa conceitual e orientação metacognitiva				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução da estratégia?			X	
Atende aos critérios de inclusão?				
Atende aos critérios de exclusão?	X			
			X	
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: O artigo apresenta a proposta de uma atividade que inclui a criação e utilização de mapas conceituais com assuntos específicos de física do curso de radiologia. No entanto observamos a possibilidade de adaptação a conteúdos de ensino médio. Além do mais o artigo tras a proposta de utilização de ferramentas digitais como o *CmapTools*. Esta ferramenta, ao nosso entender, também pode ser substituída por lápis e papel. O que chama a atenção a este trabalho é a forma clara, objetiva e simplificada como é descrita a aplicação da estratégia, demandando de tempo adequado de preparação e execução tanto para professores quanto para alunos.				

Quadro 22: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Mapa conceitual

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 9 **Título:** Enhancing Science Teaching by Doing More: A Framework to Guide Chemistry Students' Thinking in the Laboratory *Aprimorando o ensino de ciências fazendo mais: uma estrutura para orientar o pensamento dos alunos de química no laboratório* **Autores**: : Lori Carillo, Chris Lee & Dawn Rickey **Data:** 2012 **Estratégia:** MORE				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?	X			
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: O MORE é um acrônimo Model, Observe Reflect, Explain. É uma EEM que apresenta uma estrutura para orientar o pensamento dos estudantes no laboratório de química e ajudar a pensar mais como um cientista. Inclui suporte para a descoberta guiada e promoção da metacognição, *pensamento sobre o próprio pensamento*.				

Quadro 23: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM – MORE

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 13 **Título:** Utilização do "V DE GOWIN" como estratégia no ensino da Física e da Química **Autores**: Carla Machado e Carlos Gomes **Data:** 2001 **Estratégia:** V de Gowin				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?	X			
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: Relato de experiência que propõe o V de Gowin como um instrumento que permite ao indivíduo adquirir conhecimento sobre o próprio conhecimento e sobre o modo como este se constrói. Aplicado em turma de 8º ano em Portugal utilizando conteúdos básicos de Química e Física.				

Quadro 24: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM V de Gowin

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL I - 14 **Título:** Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física **Autores**: Cleci Werner da Rosa; José de Pinho Alves Filho **Data:** 2014 **Estratégia:** AEM				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: A estratégia se caracteriza pela inserção de momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo. Ao longo da execução dos experimentos de física, são realizadas paradas “pit stops” para responder questionários metacognitivos. Apesar deste artigo específico não apresentar os procedimentos para a aplicação da EEM, ele fornece as referências onde podem ser encontrados os roteiros guia para a execução da atividade.				

Quadro 25: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM AEM

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 1 **Título: Learning how to learn: can embedded discussion boards help first-year students discover new learning strategies?** *Aprendendo como aprender: os fóruns de discussão incorporados podem ajudar no primeiro ano os alunos descobrem novas estratégias de aprendizagem?* **Autores**: Louise Ainscough, Richard Leung; Kay Colthorpe **Data:** 2020 **Estratégia:** Fórum de discussão				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa			X	
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo			X	
Há possibilidade mínima de reprodução?	X			
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?			X	
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: A pesquisa tem o objetivo de identificar as estratégias de estudo dos alunos, verificar a adoção de novas estratégias e o impacto no desempenho acadêmico pelos alunos a partir das discussões e levantar as percepções dos alunos sobre o fórum de discussão. Ao longo do texto, especificamente na metodologia, os autores descrevem os questionamentos e as atitudes dos participantes. Estas descrições podem ser utilizadas como referências para o planejamento de aplicação desta estratégia no âmbito da escola de ensino básico. Apesar dos sujeitos da pesquisa serem alunos do primeiro ano da graduação, há possibilidade de que a estratégia seja aplicada no ensino básico.				

Quadro 26: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Fórum de discussão

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 2 **Título:** The Effects of the Use of the Know-Want-Learn Strategy (KWL) on Fourth Grade Students' Achievement in Science at Primary Stage and Their Attitudes towards it *Os efeitos do uso da estratégia saber-querer-aprender (KWL) no desempenho dos alunos da quarta série em ciências no estágio primário e suas atitudes em relação a isso* **Autores**: Najeh Rajeh Alsalhi **Data:** 2020 **Estratégia:** KWL				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?			X	
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: Estudo com o objetivo de investigar os efeitos do uso da estratégia KWL sobre o aprendizado de ciências e a metacognição de alunos do ensino fundamental. Quanto a aplicabilidade, o estudo traz referencias que se associadas a outras sobre a mesma estratégia, permite a elaboração de planos de aula e sua aplicação.				

Quadro 27: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM KWL

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 8 **Título:** Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica **Autores**: Sylvia De ChiaroI; Kátia Aparecida da Silva AquinoII **Data:** 2017 **Estratégia:** Argumentação				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?			X	
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: O estudo defende a tese sobre as vantagens do uso da argumentação em sala de aula como proposta pedagógica e corrobora com tese de que esse tipo específico de discurso, a argumentação, por sua organização discursiva peculiar, pode, de fato, se constituir em uma interessante alternativa para fazer emergir formas de pensamento sofisticadas como as que definem um pensamento crítico e reflexivo. Quanto à possibilidade de reprodução, o estudo trás breves comentários sobre como se deu a aplicação e como os alunos receberam e participaram do projeto.				

Quadro 28: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Argumentação

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 19 **Título:** Implementation of self-regulatory instruction to promote students' achievement and learning strategies in the high school chemistry classroom **Autores:** Cansel Kadioglu-Akbulut e Esen Uzuntiryaki-Kondakci **Data:** 2020 **Estratégia:** SRI-GI - self-regulatory instruction based on guided inquiry				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: A estratégia sugere o trabalho de unidades de química em laboratório utilizando instrução autorregulada com base na investigação guiada. A atividade autorregulada é baseada na teoria de Zimmerman. Os autores encontraram resultados positivos sob o ponto de vista da aprendizagem do conteúdo e da autorregulação. Também encontraram implicações positivas para a prática de ensino como orientação para professores trabalharem com aprendizagem autorregulada, estímulo à participação ativa e desenvolvimento da autorregulação dos aprendizes em seus processos de aprendizagem a partir da investigação guiada, as observações nas aulas de laboratório passam a ter mais sentido a partir da emprego das três fases (previsão, desempenho e autorreflexão) dos processos de aprendizagem autorregulada.				

Quadro 29: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM SRI-GI

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 46 **Título:** Effectiveness of Design-Based Science on Students' Learning in Electrical Energy and Metacognitive Self-Regulation *Eficácia da Ciência Baseada em Projeto na Aprendizagem dos Alunos em Energia Elétrica e Autorregulação Metacognitiva* **Autores:** Tas, Y .; Aksoy, G .; Cengiz, E . **Data:** 2018 **Estratégia:** DBS				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?			X	
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: A pesquisa comunicada no artigo tem como objetivos principais comparar o aprendizado em energia elétrica e uso a metacognição em dois grupos distintos. O grupo de tratamento recebe a DBS (Design-Based Science) e o grupo controle recebe o COSI (curriculum-oriented science instruction). Para a execução das tarefas, os alunos receberam uma planilha denominada Engineer's Design Guide (Guia de projeto do engenheiro), estes contém comandos para a execução da tarefa, no entanto não fica muito claro o que há nesta planilha. Há tabelas de padrão para a instrução e no final uma lista de verificação que os alunos respondem para que o professor avalie se a DBS foi implementada. Sugerimos a possibilidade de utilizar esta lista para elaborar as DBS e a Guia de projeto.				

Quadro 30: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM DBS

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 49 **Título:** 'Triangulation:' An expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet' representations for chemistry learning *'Triangulação:' Uma expressão para estimular a reflexão metacognitiva sobre o uso do 'trigêmeo' de representações para aprendizagem de química* **Autores:** Thomas, Gregory P **Data:** 2017 **Estratégia:** Triangulação				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?	X			
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: Este artigo relata uma intervenção em sala de aula na qual a professora utilizou o termo "triangulação" como expressão para estimular a reflexão metacognitiva dos alunos para considerar a importância e o uso de representações para a aprendizagem de química. O local da pesquisa foi uma grande escola pública localizada em uma área metropolitana do oeste do Canadá. A população da escola predominantemente de famílias de profissionais de classe média e de negócios familiares. Os 27 alunos da classe de química do 11º ano dentro onde este estudo foi realizado foram todos os 16-17 anos; 15 homens e 12 mulheres. As experiências metacognitivas os estimularam a refletir metacognitivamente sobre seu conhecimento, controle e consciência de seus processos de aprendizagem. As consequências dessas reflexões foram pessoais tornando os estudantes conscientes sobre (a) seus processos de aprendizagem de química existentes e se estes podem ser modificados, e (b) suas concepções de química como uma forma de conhecimento e o que isso pode significar para aprender e compreender química. Todos os alunos aprenderam a terminologia sobre química e aprendizagem de química e estes se tornaram elementos de seu conhecimento metacognitivo de que eram capazes de explicar ao pesquisador.				

Quadro 31: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Triangulação

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 52 **Título:** Modeling Strategies Enhanced by Metacognitive Tools in High School Physics to Support Student Conceptual Trajectories and Understanding of Electricity *Estratégias de modelagem aprimoradas por ferramentas metacognitivas em física do ensino médio para apoiar as trajetórias conceituais dos alunos e a compreensão da eletricidade* **Autores:** Wade-Jaimes, Katherine; Demir, Kadir; Qureshi, Azhar **Data:** 2018 **Estratégia:** (MFM) Modelagem com ferramentas metacognitivas.				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?	X			
Atende aos critérios de inclusão?	X			
Atende aos critérios de exclusão?	X			
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: Estratégia de modelagem aprimorada por ferramentas metacognitivas. Alunos de ensino médio e utilização de experimentos com materiais de baixo custo e fácil aquisição. Alunos de escola pública com recursos limitados. Explicação detalhada dos procedimentos de aplicação. Possibilidade de adaptação para outros conteúdos.				

Quadro 32: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM MFM

Avaliação inicial dos critérios de inclusão e exclusão				
Código do Estudo: RSL II - 54 **Título:** Effects of 7E Instructional Model with Metacognitive Scaffolding on Students' Conceptual Understanding in Biology *Efeitos do modelo instrucional 7E com andaime metacognitivo na Compreensão Conceitual de estudantes em Biologia* **Autores:** Wodaj, Habtamu; Belay, Solomon **Data:** 2021 **Estratégia:** Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva				
Critérios:	Sim	Não	Parc.	Indeterm.
O estudo se encontra no âmbito desta pesquisa	X			
A teoria ou modelo teórico foi descrito no estudo	X			
Há possibilidade mínima de reprodução?			X	
Atende aos critérios de inclusão?			X	
Atende aos critérios de exclusão?			X	
Decisão inicial: [X] Incluído [ ] Excluído [ ] Indeterminado				
Comentários: O estudo tem o objetivo de explorar o efeito do modelo instrucional 7E em associação com orientações metacognitivas para o ensino e aprendizagem de conteúdos sobre o corpo humano (Biologia). O artigo menciona o uso de KWHAL (K = O que eu sei? - W = O que eu quero saber? - H = Como vou saber? - A = Estou aprendendo bem? -L = O que aprendi?) como estratégia metacognitiva e lista de verificação autorregulatória como: (qual é o meu objetivo? Eu tenho clara compreensão do que estou fazendo? Eu alcancei meu objetivo?). O artigo não menciona como são aplicados os ciclos 7E e como estes se relacionam com os conteúdos de Biologia. No entanto os autores descrevem, ainda que sucintamente cada fase do ciclo e cita o referencial teórico utilizado.				

Quadro 33: Avaliação inicial dos critérios de inclusão da EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva

Anexo II – Fichas de apreciação crítica

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: EMPNOS Código do Estudo: RSL I - 1 **Título**: The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self- Regulatory Efficacy *O Efeito dos Comandos Metacognitivos na Natureza da Ciência sobre Conteúdo de Ciências e Conhecimento de Natureza da Ciência, Metacognição e Eficácia Autorregulatória dos estudantes* **Autores**: Erin Peters; Anastasia Kitsantas **Ano de publicação: 2010** **Data de apreciação**: 12/19				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	**A/T/D**			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?			X	
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários:				

Quadro 34: Ficha de apreciação crítica – EEM EMPNOS

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: 4E X 2 Código do Estudo: RSL I - 2 **Título**: *4E X 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms* *(Modelo Instrucional 4E X 2: Unindo Três constructos de aprendizagem para melhorar a praxis na ciência e matemática nas salas de aula)* **Autores**: Jeff C. Marshall; Bob Horton; Julie Smart **Ano de publicação:** 2008 **Data de apreciação**: 20/03/2020				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	C			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?	X			
Comentários: Orientação estritamente teórica sem ter sido aplicada em nenhuma turma. No entanto observa-se articulação entre os constructos, a metacognição e a possibilidade de aplicação.				

Quadro 35: Ficha de apreciação crítica – EEM 4E X 2

Apreciação crítica				
Código do Estudo: RSL I - 4 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos **Título**: Writing about the Personal Utility of Learning Contents in a Learning Journal Improves Learning Motivation and Comprehension *Escrever sobre a Utilidade Pessoal de Conteúdos de Aprendizagem em um Diário de Aprendizagem Melhora a Motivação e a Compreensão do Aprendizado* **Autores**: Kristin Schmidt, Julia Maier e Matthias Nuckles **Ano de publicação:** 2012 **Data de apreciação**: 13/11/2020				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A			

Quadro 36(início): Ficha de apreciação crítica – Diários de aprendizagem

3. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
4. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
5. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?				X
Comentários: A análise desta EEM encontra-se em estágio inicial, portanto não há até o momento uma avaliação.				

Quadro 36: (final): Ficha de apreciação crítica – Diários de aprendizagem

Apreciação crítica				
Código do Estudo: RSL I – 6a **Estratégia:** Mapa Conceitual estruturado hierarquicamente e dependente do contexto (MCS) **Título**: A Metacognitive Tool: theoretical and operational analysis of skills exercised in structured Concept Maps *Uma ferramenta metacognitiva: análise teórica e operacional de habilidades exercidas em mapas conceituais estruturados* **Autores**: Marie-Pierre Chevron **Ano de publicação:** 2014 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/T			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?			X	
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários:				

Quadro 37: Ficha de apreciação crítica – EEM MCS

Apreciação crítica				
Código do Estudo: RSL I – 6b **Estratégia:** Mapas conceituais com autorregulação **Título**: Improving students' science text comprehension through metacognitive self-regulation when applying learning strategies *Melhorando a compreensão do texto científico dos alunos através da auto-regulação metacognitiva ao aplicar estratégias de aprendizagem* **Autores**: Claudia Leopold & Detlev Leutner **Ano de publicação:** 2015 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			

Quadro 38 (início) : Ficha de apreciação crítica – Mapas conceituais com autorregulação

2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	**A/T/D**			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários:				

Quadro 38 (final): Ficha de apreciação crítica – Mapas conceituais com autorregulação

Apreciação crítica				
Código do Estudo: RSL II – 7 **Estratégia:** Mapa conceitual **Título**: Concept Mapping: Providing Assessment of, for, and as Learning M*apeamento de conceitos: fornecendo avaliação de, para e como aprendizagem.* **Autores**: Weichao Chen; Carla Allen **Ano de publicação:** 2017 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?			X	
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/T/ D			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?			X	
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?	X			
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?	X			
Comentários:				

Quadro 39: Ficha de apreciação crítica – EEM - Mapas conceituais

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: MORE Código do Estudo: RSL I - 9 **Título**: Enhancing Science Teaching by Doing More: A Framework to Guide Chemistry Students' Thinking in the Laboratory Aprimorando o ensino de ciências fazendo mais: uma estrutura para orientar o pensamento dos alunos de química no laboratório **Autores**: Lori Carillo, Chris Lee & Dawn Rickey **Ano de publicação:** 2012 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?			X	
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	C			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?	X			
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários: O artigo apresenta uma fase inicial dos estudos, assim os resultados são parciais e apresentados discretamente. Apesar disso dos resultados serem parciais, eles apresentam-se promissores. Além do mais, os procedimentos são descritos de modo a possibilitar sua reprodução no ensino médio.				

Quadro 40: Ficha de apreciação crítica – EEM – MORE

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: V de Gowin Código do Estudo: RSL I - 13 **Título**: Utilização do "V DE GOWIN" como estratégia no ensino da Física e da Química **Autores**: Carla Machado e Carlos Gomes **Ano de publicação:** 2001 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?			X	
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/D			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			

Quadro 41: Ficha de apreciação crítica – EEM V de Gowin

5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?	X			
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?			X	
Comentários:				

Quadro 41 (final): Ficha de apreciação crítica – EEM V de Gowin

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: AEM Código do Estudo: RSL I - 14 **Título**: Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física **Autores**: Cleci Werner da Rosa; José de Pinho Alves Filho **Ano de publicação:** 2014 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	**A/T/D**			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?				
Comentários: A estratégia se caracteriza pela inserção de momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo. Ao longo da execução dos experimentos de física, são realizadas paradas “pit stops” para responder questionários metacognitivos. Apesar deste artigo específico não apresentar os procedimentos para a aplicação da EEM, ele fornece as referências onde podem ser encontrados os roteiros guia para a execução da atividade.				

Quadro 42: Ficha de apreciação crítica – EEM AEM

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Fóruns de discussão Código do Estudo: RSL II - 1 **Título**: Learning how to learn: can embedded discussion boards help first-year students discover new learning strategies? *Aprendendo como aprender: os fóruns de discussão integrados podem ajudar os alunos do primeiro ano a descobrir novas estratégias de aprendizagem?* **Autores**: Louise Ainscough; Richard Leung; Kay Colthorpe **Ano de publicação:** 2020 **Data de apreciação**: 08/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	**A/D**			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários:				

Quadro 43: Ficha de apreciação crítica – EEM Fóruns de discussão

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitivo: Argumentação Código do Estudo: RSL II - 8 **Título**: Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica **Autores**: Sylvia De ChiaroI; Kátia Aparecida da Silva AquinoII **Ano de publicação:** 2017 **Data de apreciação**: 09/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	**A/D**			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			

Quadro 44 (início): Ficha de apreciação crítica da EEM Argumentação

5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?	X			
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?			X	
Comentários:				

Quadro44 (final): Ficha de apreciação crítica da EEM Argumentação

Apreciação crítica				
Código do Estudo: RSL II - 19 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: SRI-GI - self-regulatory instruction based on guided inquiry **Título**: Implementation of self-regulatory instruction to promote students' achievement and learning strategies in the high school chemistry classroom *Implementação de instrução auto-reguladora para promover o desempenho e a aprendizagem dos alunos estratégias na sala de aula de química do ensino médio* **Autores**: Cansel Kadioglu-Akbulut e Esen Uzuntiryaki-Kondakci **Ano de publicação:** 2020 **Data de apreciação**: 09/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/D			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?	X			
Comentários:				

Quadro 45: Ficha de apreciação crítica da EEM SRI-GI

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: DBS Código do Estudo: RSL II - 46 **Título**: Effectiveness of Design-Based Science on Students' Learning in Electrical Energy and Metacognitive Self-Regulation *Eficácia da Ciência Baseada em Projeto na Aprendizagem dos Alunos em Energia Elétrica e Autorregulação Metacognitiva* **Autores**: Tas, Y .; Aksoy, G .; Cengiz, E . **Ano de publicação:** 2018 **Data de apreciação**: 09/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	**A/D**			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários:				

Quadro 46: Ficha de apreciação crítica da EEM DBS

Apreciação crítica				
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Triangulação Código do Estudo: RSL II - 49 **Título:** 'Triangulation:' An expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet' representations for chemistry learning *'Triangulação:' Uma expressão para estimular a reflexão metacognitiva sobre o uso do 'trigêmeo' de representações para aprendizagem de química* **Autores**: Gregory P. Thomas **Ano:** 2017 **Local de Publicação**: Canadá **Data de extração**: 09/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/D			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			

Quadro 47: Ficha de apreciação crítica da EEM Triangulação

5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?			X	
Comentários:				

Quadro 48: Ficha de apreciação crítica da EEM Triangulação

Apreciação crítica				
Código do Estudo: RSL II - 52 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: (MFM) Modelagem com ferramentas metacognitivas **Título**: Modeling Strategies Enhanced by Metacognitive Tools in High School Physics to Support Student Conceptual Trajectories and Understanding of Electricity *Estratégias de modelagem aprimoradas por ferramentas metacognitivas em física do ensino médio para apoiar as trajetórias conceituais dos alunos e a compreensão da eletricidade* **Autores**: Wade-Jaimes, Katherine; Demir, Kadir; Qureshi, Azhar **Ano de publicação: 2018** **Data de apreciação**: 09/2021				
Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/D			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?		X		
Comentários:				

Quadro 49: Ficha de apreciação crítica da EEM MFM

Apreciação crítica

Código do Estudo: RSL II - 54

Estratégia de Ensino Metacognitiva: Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva
Título: Effects of 7E Instructional Model with Metacognitive Scaffolding on Students' Conceptual Understanding in Biology

Efeitos do modelo instrucional 7E com andaime metacognitivo na Compreensão Conceitual de estudantes em Biologia

Autores: Wodaj, Habtamu; Belay, Solomon
Ano de publicação: 2021
Data de apreciação: 09/2021

Critérios	Sim	Não	Parcialmente	Indeterminado
1. As aproximações teóricas e os constructos utilizados foram claramente explicitados?	X			
2. Os aportes teóricos são únicos ou múltiplos?	X			
3. A teoria está sendo aplicada (A), testada (T), criada (C) ou discutida (D)?	A/D			
4. Há articulação entre a metacognição, outros constructos utilizados e a aplicação da EEM?	X			
5. Os procedimentos de aplicação da EEM estão descritos?			X	
6. Os limites e potencialidades para a aplicação da EEM foram avaliados?				

Comentários:

Quadro 50: Ficha de apreciação crítica da EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva

Anexo III – Fichas de Extração de Significantes

<table>
<tr><th colspan="2">Extração de significantes</th></tr>
<tr><td colspan="2">Estratégia de Ensino Metacognitiva: EMPNOS Código do Estudo: RSL I - 1

Título: The Effect of Nature of Science Metacognitive Prompts on Science Students' Content and Nature of Science Knowledge, Metacognition, and Self- Regulatory Efficacy

(O Efeito dos Comandos Metacognitivos na Natureza da Ciência sobre Conteúdo de Ciências e Conhecimento de Natureza da Ciência, Metacognição e Eficácia Autorregulatória dos estudantes.)

Autores: Erin Peters e Anastasia Kitsantas

Filiação dos autores: George Mason University

Ano: 2010 Local de Publicação: EUA Data de extração: 12/2019 e 08/2021</td></tr>
<tr><td>Fenômeno de interesse</td><td>Ensino de conteúdo de física (eletromagnetismo) e Natureza da Ciência utilizando orientações metacognitivas.</td></tr>
<tr><td>Objetivo do estudo</td><td>Examinar a eficácia de uma intervenção de desenvolvimento, denominada "Comandos Metacognitivos Embutidos baseados na Natureza da Ciência" Embedded Metacognitive Prompts based on Nature of Science (EMPNOS) para ensinar a natureza da ciência usando prompts metacognitivas embutidos em uma unidade de investigação.</td></tr>
<tr><td>População de estudo</td><td>Alunos de oitava série de uma escola urbana na região do atlântico central dos EUA.</td></tr>
<tr><td>Metodologia (se houver)</td><td>Pesquisa de natureza mista (quali/quanti)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Teoria: [X] Aplicada [X] testada [ ]criada [X]discutida
Teoria: [ ] única [X] múltipla</td></tr>
<tr><td>Aportes teóricos e constructos</td><td>Metacognição, Autorregulação, Natureza da Ciência</td></tr>
<tr><td>Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM</td><td>Metacognição – A mudança cognitiva pode ser invocada através de processos profundos, como a metacognição. A metacognição é a capacidade de pensar e avaliar seus próprios processos de pensamento (p. 393)
Aprendizagem autorregulada – Capacidade de regular os próprios procedimentos necessários para aprender. Mas como os estudantes desenvolvem habilidades de autorregulação? Pesquisas mostram que a habilidade de autorregulação pode ser desenvolvida de forma proativa por meio de quatro níveis: observação, emulação, autocontrole e autorregulação (p. 393)
Natureza da Ciência - A literatura converge em sete aspectos da natureza da ciência que define a ciência como uma disciplina: (1) o conhecimento científico é durável, ainda que provisório; (2) evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência; (3) fatores sociais e históricos desempenham um papel na construção do conhecimento científico; (4) as leis e teorias desempenham um papel central no desenvolvimento do conhecimento científico, embora tenham diferentes funções; (5) a manutenção precisa de registros, a revisão por pares e a replicação de experimentos ajudam a validar as ideias científicas; (6) a ciência é um empreendimento criativo; e (7) ciência e tecnologia não são as mesmas, mas elas se influenciam mutuamente (p. 383).</td></tr>
</table>

Quadro 51 (início): Ficha de extração de significantes - EEM EMPNOS

Descrição resumida da EEM	Consiste na utilização de listas de verificação e questionamentos contendo comandos baseados na autorregulação e na metacognição para desenvolver no aprendiz, o pensamento sobre a Natureza da Ciência através do estudo de um Conteúdo científico. As listas são organizadas em quatro fases: • Observação: fase onde são dados exemplos de como um cientista deve pensar aspectos relacionados a natureza das ciências. Esta fase deve acontecer após a pesquisa sobre o fenômeno que está sendo estudado; • Emulação: nesta fase é concedido aos alunos um check-list contendo aspectos sobre a natureza das ciências que devem ser considerados dentro de cada tarefa, devendo ser discutida entre os alunos; • Autocontrole: um novo check-list é repassado aos alunos, abordando aspectos metacognitivos, como pensar sobre o próprio pensar em relação às questões da natureza das ciências, de maneira a estimular uma reflexão sobre as escolhas que fizeram os alunos até então; • Autorregulação: esta fase situa-se ao final de toda atividade, sendo destinada a realização em casa, como uma tarefa. São conduzidas por mais questões apresentadas aos alunos e que devem ser respondidas.
Resultados	Os resultados apontam que os grupos experimentais (que receberam comandos metacognitivos incorporados), demonstraram ganhos significativos sobre o conteúdo científico e sobre a natureza da ciência. Os estudantes que receberam as orientações metacognitivas foram capazes de construir uma estrutura conceitual mais ampla para apoiar o conteúdo aprendido nos módulos, resultando em um ganho tanto no conteúdo quanto na natureza do conhecimento científico (p. 392). além do mais apresentaram uma compreensão mais sofisticada do conteúdo com o qual eles poderiam iniciar a próxima consulta (p. 392).
Conclusões dos autores	EMPNOS pode ter implicações como uma ferramenta de sala de aula útil em orientar os alunos para verificar seu pensamento para o alinhamento com a natureza da ciência (p. 382). EMPNOS fornece uma pedagogia tangível que pode ser facilmente inserida em planos de aula desenvolvidos anteriormente. Os professores podem escolher o aspecto da natureza da ciência que é mais bem ilustrado em um tópico específico e apontar os locais apropriados para inserir os comandos de desenvolvimento (p. 394).

Quadro 51 (final): Ficha de extração de significantes - EEM EMPNOS

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: 4E X 2 Código do Estudo: RSL I - 2 **Título:** *4E X 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms* *(Modelo Instrucional 4E X 2: Unindo Três constructos de aprendizagem para melhorar a praxis na ciência e matemática nas salas de aula)* **Autores**: Jeff C. Marshall; Bob Horton; Julie Smart **Filiação dos autores**: Eugene T. Moore School of Education, Clemson University **Ano:** 2009 **Local de Publicação**: EUA **Data de extração:** 12/2019; 08/2021	
Fenômeno de interesse	O Modelo 4E X 2 integra o que sabemos e entendemos sobre o ensino e a aprendizagem baseados em investigação com avaliação eficaz e reflexão metacognitiva.
Objetivo do estudo	(1) Fornecer um modelo coerente baseado em pesquisa que permita aos professores desenvolver e implementar experiências de aprendizagem profundas e significativas baseadas em investigação; (2) Facilitar práticas educacionais intencionais que explicitamente focalizem o aprendizado formativo e desempenho somativo, (3) Fornecer uma ajuda diagnostica para professores para avaliar áreas fracas da prática instrucional, e (4) Fornecer um método pragmático para fortalecer as fraquezas instrucionais. (p.503)
População de estudo	Estudo teórico
Metodologia (se houver)	Estudo teórico
Teoria: [ ] Aplicada [ ] testada [**X**]criada [ ]discutida Teoria: [ ] única [**X**] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Aprendizagem por investigação, Reflexão metacognitiva, Avaliação formativa
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Instrução por investigação –**. currículos e práticas instrucionais que promovem e facilitam o engajamento dos estudantes na ideia de investigação científica mencionada anteriormente (Marshall, et al 2009, apud Black e Wiliam 1998, p. 504) **"**Modelo de instrução" baseado no "uso da investigação científica como uma forma dos alunos aprenderem" **Reflexão metacognitiva –** Unificação da "prática reflexiva focalizada em relação aos conceitos investigados com os aspectos de autoconsciência endossados por estratégias metacognitivas". "Inclui tanto a compreensão quanto o controle de seus processos cognitivos". **Avaliação formativa** - Englobamento de "todas as atividades realizadas pelos professores e / ou por seus alunos, que fornecem informações para serem usadas como feedback para modificar as atividades de ensino e aprendizagem nas quais estão engajados"
Descrição resumida da EEM	Ciclo de aprendizagem que inclui as fases de Engajamento, Exploração, Explanação e Extensão (4E). Em cada fase são utilizados comandos que Induzem à reflexão metacognitiva e à avaliação formativa (X2).
Resultados	O Modelo 4E X 2 fornece um mecanismo dinâmico para orientar os professores no desenvolvimento e na implementação de oportunidades de aprendizado profundas, envolventes e interativas que exigem que os alunos façam uma pausa, pensem, interajam, repensem, reflitam e registrem seus padrões de solução, além de explorar outras opções de solução.
Conclusões dos autores	O modelo é uma evolução significativa em relação aos modelos anteriores, que tipicamente negligenciam o papel da reflexão metacognitiva e da avaliação formativa no processo de aprendizagem baseada na investigação.

Quadro 52: Ficha de extração de significantes - EEM 4E X 2

Extração de significantes	
Código do Estudo: RSL I - 4 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: Diários de aprendizagem e utilidade pessoal dos conteúdos **Autores**: Kristin Schmidt, Julia Maier e Matthias Nuckles **Filiação dos autores**: Department of Educational Science, University of Freiburg, Freiburg, Germany **Ano:** 2012 **Local de Publicação**: Alemanha **Data de extração**: 12/11/2019	
Fenômeno de interesse	Reflexão sobre a utilidade e o valor pessoal dos conteúdos de aprendizagem para o desenvolvimento de motivação e o envolvimento em processos de aprendizagem.
Objetivo do estudo	Investigar se a reflexão sobre a relevância de um tópico pode aumentar a motivação da aprendizagem dos alunos e sua compreensão do assunto.
População de estudo	Alunos do ensino fundamental (7ª série) com idade entre 13 e 14 anos.
Metodologia (se houver)	Avaliação pré e pós-teste, sendo uma turma experimental e uma turma controle. A turma experimental recebeu orientações cognitivas, orientações metacognitivas e orientações sobre a utilidade pessoal. A avaliação foi realizada através de testes de aceitação dos diários (no pós-teste), motivação intrínseca e compreensão do conteúdo.
Teoria: [x] Aplicada [ ] testada [ ]criada [ ]discutida Teoria: [ ] única [x] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Escrita de diários de aprendizagem, Aprendizagem autorregulada, Utilidade pessoal e motivação.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Escrita de diários de aprendizagem -** A redação do diário promove o processamento profundo dos conteúdos de aprendizagem, à medida que os alunos são incentivados a aplicar estratégias de aprendizagem cognitivas, bem como metacognitivas e motivacionais. **Aprendizagem autorregulada -** Capacidade de usar estratégias de aprendizagem cognitivas, metacognitivas e motivacionais de forma eficaz. Uma importante estratégia de aprendizagem motivacional que um aprendiz autorregulado deve possuir é a capacidade de explicar a si mesmo por que vale a pena aprender um tópico em particular e qual a utilidade pessoal de um tópico. **Utilidade pessoal e motivação -** Quanto mais os alunos perceberem os conteúdos de aprendizagem como pessoalmente relevantes, úteis e interessantes, mais eles se engajarão em um aprendizado intencional esforçado e persistente.
Descrição resumida da EEM	Os alunos foram orientados para escreverem um diário de aprendizagem. Para facilitar a redação do diário, a instrução incluiu duas orientações cognitivas que estimulavam estratégias de elaboração e organização, duas orientações metacognitivas que estimulavam o monitoramento e o planejamento de estratégias corretivas e uma orientação para que os alunos se manifestassem sobre a utilidade pessoal do conteúdo de modo a refletir sobre a relevância pessoal do tópico.
Resultados	Os alunos que receberam orientação sobre a utilidade pessoal incluíram mais declarações sobre o significado, propósito e relevância do tópico. A escrita sobre o significado, propósito e relevância do tópico teve efeitos positivos consideráveis na motivação dos alunos para estudarem este tópico.
Conclusões dos autores	Uso da redação do diário para refletir sobre a utilidade e o valor dos conteúdos de aprendizagem é um método benéfico para apoiar a motivação, a compreensão e o aprendizado dos alunos no ensino de ciências.

Quadro 53: Ficha de extração de significantes – Diários de aprendizagem

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Mapa Conceitual estruturado hierarquicamente e dependente do contexto (MCS) **Autores**: Marie-Pierre Chevron **Filiação dos autores**: Gymnase intercantonal de la Broye, Université de Fribourg **Ano:** 2014 **Local de Publicação**: Suiça **Data de extração**: 08/2021	**RSL I – 6a**
Fenômeno de interesse	O estudo se propõe a caracterizar e organizar de forma precisa, rigorosa e operacional, em uma matriz bidimensional, as habilidades exercidas durante a elaboração de mapas conceituais.
Objetivo do estudo	Neste estudo, a fim de explicar e superar as dificuldades observadas na construção CM hierarquicamente organizado, que aqui referido como "CM estruturado dependente do contexto"(SCM), o autor categorizou as habilidades relacionadas ao SCM de forma explícita e operacional. Fazer explicitar os níveis taxonômicos de esforços cognitivos implementados enquanto organiza o conhecimento nos mapas aparecem como uma ferramenta metacognitiva interessante para focar a atenção e os esforços do aluno no sentido de alcançar habilidades de pensamento de ordem superior.
População de estudo	Professores estudantes e estudantes com idades entre 13 e 20 anos.
Metodologia (se houver)	Apresentação de estratégia de ensino e estudo de caso com análise descritiva.
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [X] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Aprendizagem significativa, Mapas conceituais, Taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Aprendizagem significativa –** Baseado em Teoria de aprendizagem de Ausubel (Ausubel, 1968), a ideia-chave na aprendizagem significativa é que o aluno deve integrar gradualmente, por meio do mecanismo de subsunção, novas peças de conhecimento dentro de caminhos existentes em sua própria estrutura cognitiva (Mintzes et al, 2005a). **Mapas conceituais –** Sob a perspectiva de Novak (2008), um mapa conceitual é uma ferramenta gráfica usada para organizar e representar o conhecimento. No mapa conceitual, conceitos são colocados dentro de círculos ou caixas, e ligados uns aos outros por conexão direta por linhas. **Taxonomia de Bloom revisada por Anderson e Krathwohl –** A apresentação se dá através da organização de uma tabela bidimensional os quatro principais tipos de conhecimento (conhecimento factual, conhecimento conceitual, conhecimento processual e conhecimento metacognitivo) e as seis categorias cognitivas (lembrar, compreender, aplicar , analisar , avaliar e criar).
Descrição resumida da EEM	O Professor fornece aos estudantes uma matriz contendo as principais dimensões do conhecimento e as categorias cognitivas da taxonomia revisada por Anderson e Krathwohl. Esta matriz já possui informações específicas do conteúdo que vão orientar seu preenchimento durante a execução da tarefa. Uma pergunta específica é feita para que os estudantes respondam enquanto preenchem a matriz e formulam o MC. E tarefa é executada em grupo e o professor atua na mediação do processo.

Quadro 54 (início): Ficha de extração de significantes – EEM CMS

Resultados	Os resultados são apresentados pelos autores utilizando o exemplo de um mapa elaborado por um “professor estudante” que utilizou a matriz SCM. Observou-se que a hierarquia está claramente estabelecida, os conceitos principais são identificados, os elementos essenciais para responder à questão em foco estão presentes no mapa com terminologia adequada e conectores apropriados são usados. Foi observado que o conceito de “Respiração celular” está presente no mapa mesmo não sendo necessário para responder a pergunta em foco. Isso indicou uma aprendizagem mais integrada e complexa.
Conclusões dos autores	Tornar explícitos os níveis taxonômicos dos esforços cognitivos implementados durante a organização do conhecimento em um mapa conceitual pode constituir uma ferramenta metacognitiva útil para concentrar a atenção e os esforços dos professores e alunos no sentido de alcançar habilidades de pensamento de ordem superior e aprendizagem significativa
Limitações operacionais	A princípio o planejamento das aulas irá exigir preparo e obtenção de conhecimento dos professores quanto a organização de mapas conceituais hierarquicamente estruturados e sobre as dimensões do conhecimento e as categorias cognitivas propostas pela Taxonomia revisada de Bloom.

Quadro 54 (final): Ficha de extração de significantes – EEM CMS

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Mapa conceitual com autorregulação. **RSL I – 6b** **Autores**: Claudia Leopold & Detlev Leutner **Filiação dos autores**: C. Leopold - Institute for Psychology in Education, Muenster University, Fliednerstr. 21, 48149 Muenster, Germany; D. Leutner - Duisburg-Essen University, Essen, Germany **Ano:** 2015 **Local de Publicação**: Alemanha **Data de extração**: 08/2021	
Fenômeno de interesse	Melhorar a compreensão do texto científico através da autorregulação durante a formulação de mapas conceituais.
Objetivo do estudo	Examinar o efeito do treinamento da autorregulação metacognitiva em uma estratégia de mapa conceitual na compreensão de texto científico. As variáveis analisadas foram o conhecimento da estratégia, a aplicação da estratégia, a qualidade do mapa e a compreensão do texto.
População de estudo	Alunos do 10º ano de escolas secundárias.
Metodologia (se houver)	O estudo compara três grupos: I. grupo controle; II. grupo que recebe orientação sobre a formulação de mapas conceituais; III. grupo que recebe orientações sobre a formulação de mapas e orientações sobre como fazê-lo com autorregulação.
Teoria: [X] Aplicada [X] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [X] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Mapas conceituais, Autorregulação e Estratégias metacognitivas de auto-observação, auto-avaliação e de reação.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Mapas conceituais –** O mapeamento de conhecimento ou conceito é uma estratégia de aprendizado que suporta a organização hierárquica e a representação explícita de informações de texto. Corresponde a uma exibição gráfica que representa ideias chave que são conectadas por links identificados. **Autorregulação –** Os modelos de aprendizagem autorregulada propõem que os estudantes controlem seu processo de aprendizagem aplicando estratégias cognitivas, metacognitivas e motivacionais-emocionais. Neste artigo os pesquisadores consideram a possibilidade dos estudantes controlarem seu processamento cognitivo aplicando estratégias metacognitivas como o planejamento, monitoramento e regulação da própria aprendizagem. **Estratégias metacognitivas –** Segundo os autores os estudantes são orientados para melhorar a qualidade da formulação de mapas conceituais. Assim considera que os alunos podem ser ensinados (a) a auto observar e auto avaliar se incluíram apenas os conceitos realmente importantes, (b) reagir e ajustar sua estratégia, reconsiderando quais conceitos são importantes, e (c) para retirar do mapa conceitos sem importância. (Bandura)

Quadro 55 (início): Ficha de extração de significantes – EEM Mapa conceitual e autorregulação

Descrição resumida da EEM	- Inicialmente os estudantes recebem um exemplo de mapa conceitual de um estudante fictício que se prepara para um exame de biologia que percebe ter dificuldades com o material de aprendizagem. A partir daí resolve aplicar a estratégia de formulação de mapa conceitual para ajudar a esclarecer as relações entre os conceitos científicos. - Os estudantes então recebem um mapa conceitual com a descrição de cada passo utilizado na sua elaboração. Na sequência os estudantes são orientados para elaborarem passo a passo seus mapas conceituais de modo a praticarem tal estratégia. - Após a prática de elaboração dos mapas conceituais, os estudantes recebem um exemplo de autorregulação aplicada à elaboração de mapas conceituais. Nesta atividade são estimulados a auto observar, auto avaliar e reagir de modo a ajustar o processamento da estratégia.
Resultados	- Os resultados do teste de conhecimento da estratégia mostraram que ambos os grupos que foram orientados adquiriram conhecimento sobre a estratégia de mapeamento. No entanto, o grupo mapeamento mais regulação adquiriu maior conhecimento sobre como monitorar e controlar o uso de sua estratégia do que o grupo somente mapeamento fez. - Quanto à compreensão do conteúdo do texto científico, resultados apontaram que os alunos que receberam orientação combinada de mapeamento e regulação compreenderam melhor o texto do que os alunos que receberam somente orientação para mapeamento ou alunos do grupo controle, enquanto o grupo somente mapeamento e o grupo controle não diferiram entre si. - As comparações confirmaram que os dois grupos orientados para elaboração de mapas conceituais apontaram maior organização da informação textual do que o grupo controle, ou seja, os estudantes que receberam orientação sobre formulação dos mapas aplicaram a estratégia de mapeamento enquanto estudaram o texto. No entanto o grupo que recebeu orientação para formulação de mapas mais orientação para uso de autorregulação incluíram menos links irrelevantes em seus mapas. - Em suma, os resultados indicam que as orientações sobre formulação de mapas mais orientações sobre autorregulação podem melhorar a qualidade do mapa, reduzindo o número de links irrelevantes entre as ideias principais.
Conclusões dos autores	Os resultados e os efeitos sobre o desempenho da compreensão sugerem que o grupo de mapeamento mais regulação se envolveu em um processamento mais reflexivo ao criar seus mapas, o que pode ter levado a reduzir o número de links irrelevantes resultando em maior qualidade na aplicação da estratégia de elaboração de mapas conceituais.
Limitações operacionais	

Quadro 55 (final): Ficha de extração de significantes – EEM Mapa conceitual e autorregulação

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Mapa conceitual **RSL II – 7** **Autores**: Weichao Chen[1]; Carla Allen[2] **Filiação dos autores**: 1 - School of Medicine, University of Virginia, Charlottesville, VA, USA; 2 - School of Health Professions, University of Missouri, Columbia, MO, USA **Ano:** 2017 **Local de Publicação**: USA **Data de extração**: 08/2021	
Fenômeno de interesse	Aprimorar a compreensão e avaliação conceitual dos alunos da área de saúde de sua aprendizagem e também para promover seu desenvolvimento metacognitivo, integrando o mapeamento de conceitos em um curso de física radiográfica.
Objetivo do estudo	Integrar mapeamento conceitual em curso de física radiológica para desenvolver no aluno o domínio das relações conceituais que sustentam a prática profissional e habilidades metacognitivas necessárias para a prática reflexiva e o aprendizado ao longo da vida. Além de aprimorar nos educadores o desafio de avaliar a compreensão do aluno e promover seu desenvolvimento metacognitivo.
População de estudo	Estudantes de graduação da área de saúde em disciplina de física radiológica.
Metodologia (se houver)	
Teoria: [X] Aplicada [X] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [X] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Mapa conceitual, aprendizagem significativa e suporte para metacognição
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Mapa conceitual – Não há muitas entradas sobre a abordagem teórica doa mapas conceituais, no entanto cotamos aqui uma: "**O mapeamento não apenas melhora a avaliação tradicional de aprendizagem, mas também torna possível a avaliação formativa para correção, aprimoramento e fortalecimento do processo de aprendizagem dos alunos pelo instrutores." Apesar de poucas entradas, os autores fazem referência a Novak e Cañas (2010) **Aprendizagem significativa -** Introduzimos a teoria de aprendizagem relevante (significativa?) para o mapeamento para facilitar a assimilação dos alunos da autoavaliação baseada em mapeamento em seu processo de aprendizagem (Novak; Cañas, 2010) **Metacognição -** Há poucas entradas sobre metacognição e as poucas que tem citam apenas uma referência: "Assessment As Learning: Using Classroom Assessment To Maximize Student Learning." De Lorna M. Earl (2013). Exemplo de entrada – "Os educadores de saúde também têm o desafio de avaliar a compreensão do aluno e promover seu desenvolvimento metacognitivo", "os alunos foram convidados a abraçar a autoavaliação baseada em mapeamento como uma estratégia metacognitiva para apoiar sua aprendizagem." e "A estrutura adicional do desenvolvimento metacognitivo dos alunos continua necessária para perceber todos os benefícios da experiência de mapeamento." Apesar de não citar autores da metacognição, o suporte metacognitivo trás questões que características do monitoramento metacognitivo de Flavell (1979).

Quadro 56 (início): Ficha de extração de significantes – EEM Mapa conceitual

Descrição resumida da EEM	Inicialmente as estudantes recebem orientações sobre como proceder para criar e utilizar mapas conceituais. Também recebem orientação sobre o uso do Softwere CmapTools. Logo os estudantes recebem uma pergunta ou um problema prático relevante para o módulo e são convidados a identificar os conceitos mais relevantes e desenhar um mapa (individualmente) Posteriormente os estudantes trabalham em tríades e se envolvem em uma crítica (orientada pela tarefa) sobre os mapas de seus colegas de equipe. No final de cada exercício de mapeamento, os alunos são convidados a refletir sobre suas estratégias de aprendizagem. Ex: Os alunos são solicitados a avaliar a si próprios e à classe em geral com base em suas habilidades de estudo e explicar suas avaliações. Finalmente os alunos são orientados a refletir especificamente sobre a atividade de mapeamento deste módulo. As orientações são feitas utilizando suportes metacognitivos.
Resultados	O mapeamento facilitou a avaliação dos alunos sobre sua compreensão, fornecendo uma maneira alternativa de pensar sobre os materiais do curso e estimulando a articulação de relações conceituais que eles poderiam não ter reconhecido de outra forma. A maioria dos alunos observou crescimento depois de praticar mais e receber nosso apoio: “percebem que nem todo conceito tem efeito sobre o tópico escolhido para o mapa” e observaram no próximo exercício que eles foram capazes de tornar seu mapa “mais conciso para a pergunta feita.” Refletiram mais tarde que eram capazes de aumentar as interconexões entre seus conceitos e usar palavras de ligação mais específicas e descritivas. Perceberam a necessidade de ajustar seus hábitos de estudo, incluindo o início do mapeamento no início de um módulo e a criação de uma parte do mapa após cada aula para melhor auxiliar no gerenciamento do tempo e no aprendizado. Os alunos também expressaram o desejo de aprender com os colegas após o mapeamento individual. A aprendizagem ocorreu com frequência enquanto os alunos elaboravam ideias mapeadas para colegas e faziam comparações entre os mapas de pares e os seus próprios. Ambos os processos estimularam a autoavaliação e levaram ao aprimoramento do mapa, incluindo a aquisição de ideias válidas, a correção de conceitos errôneos, a especificação mais precisa de relacionamentos e a adoção de novas categorias para organizar as ideias.
Conclusões dos autores	No geral, o mapa conceitual foi adotado com sucesso e auxiliou os instrutores a administrar a avaliação de conhecimento conceitual dos alunos e para a melhoria da instrução do conceito. Mapear alunos ainda mais engajados na autoavaliação como meio de aprimorar seu aprendizado. Para que o processo de mapeamento se torne menos exigente cognitivamente e para que os alunos reconheçam a contribuição do mapeamento para a retenção de conhecimento em longo prazo, o mapeamento precisa ser integrado por períodos de tempo mais longos. Apresentar o mapeamento como uma etapa preparatória para a conclusão de outras tarefas complexas orientadas a aplicativos também pode promover a adoção contínua.
Limitações operacionais	

Quadro 56 (final): Ficha de extração de significantes – EEM Mapa conceitual

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: MORE (modelo-observação-reflexão-explicação) **RSL I - 9** **Autores**: Lori Carillo, Chris Lee & Dawn Rickey **Filiação dos autores**: **Ano:** 2012 **Local de Publicação**: **Data de extração**: 08/2021	
Fenômeno de interesse	Aprimoramento do ensino de ciências através de orientação sobre como pensar durante processo de investigação através da ferramenta MORE.
Objetivo do estudo	Ajudar os alunos do ensino médio a aprenderem a pensar mais como cientistas à medida que investigam a química. Inclui suporte para descoberta guiada, promoção da metacognição (Rickey e Stacy 2000) e exploração de conceitos por meio de investigação científica autêntica.
População de estudo	Alunos do Ensino Médio
Metodologia (se houver)	
Teoria: [ ] Aplicada [ ] testada [X]criada [ ]discutida Teoria: [ ] única [X] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Conceito de modelo, Aprendizagem significativa, metacognição
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Conceito de modelo –** A palavra modelo deve ser apresentada junto com sua definição (a compreensão dos alunos a partir de perspectivas de nível macroscópico e molecular) nas primeiras vezes em que for usada. **Metacognição** – Suporte para descoberta guiada, promoção da metacognição ou *pensamento sobre o próprio pensamento* (Rickey e Stacy 2000) **Aprendizagem significativa –** Antes da experimentação, os alunos são solicitados a descrever sua compreensão atual do sistema a ser investigado. **Obs.:** Os constructos e parte dos seus aportes teóricos foram pouco ou não foram referenciados. A aprendizagem significativa é presumida dos textos e não é referenciada.

Quadro 57 (início): Ficha de extração de significantes – EEM MORE

Descrição resumida da EEM	- Os estudantes são apresentados para o fenômeno, uma pergunta é feita para orientar a tarefa. **Modelo -** Antes da experimentação, os alunos são solicitados a descrever sua compreensão atual do sistema a ser investigado. (Ausubel?) **Observar -** Depois que os alunos concluem seus modelos iniciais, eles carregam experimentos para investigar o assunto. Observações são cuidadosamente registradas. **Refletir -** Os alunos são incentivados a refletir durante e depois da experimentação. Questões específicas para reflexão são incorporadas ao guia do laboratório para auxiliar neste processo. **Explique -** Os alunos discutem suas observações e reflexões em pequenos grupos. (Vygotsky? Bandura?) Em seguida, eles são solicitados a refinar seus modelos pessoais. Para seus modelos refinados, os alunos são solicitados a explicar como suas ideias atuais diferem de seus modelos iniciais e a discutir como suas observações apoiam suas ideias iniciais ou os levam a revisar seus modelos.(Flavell?)
Resultados	É esperado que o MORE leve os alunos a se conscientizarem de suas ideias pessoais e os obriga a analisar e revisar essas ideias à luz de evidências experimentais. A pesquisa se apresenta nas fases iniciais e os resultados são apenas parciais.
Conclusões dos autores	Os professores participantes observam que a estrutura MORE leva os alunos a refletir sobre seu pensamento atual sobre sistemas químicos, ajudando-os a aprender como aprender. (Flavell? Efklides?)
Limitações operacionais	

Quadro 57(final): Ficha de extração de significantes – EEM MORE

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: V de Gowin **RSL I - 13** **Autores**: Carla Machado[1] e Carlos Gomes[2] **Filiação dos autores**: [1]- Escola básica 3/ Secundária Antero de Quental, Ponta Delgada [2]- Departamento de Ciências da Educação, Universidade dos Açores **Ano:** 2001 **Local de Publicação**: Portugal **Data de extração**: 08/2021	
Fenômeno de interesse	Atenuação das dificuldades em articular os aspectos conceituais e os aspectos metodológicos que estudantes apresentam durante experimentos em aulas práticas de ciências (p. 472-473). Ao mesmo tempo permitir que o aluno reflita sobre o próprio pensamento ao inter-relacionar o que está fazendo (experimento) com a teoria (p. 478).
Objetivo do estudo	Apresentar o "V de Gowin" na sala de aula como estratégia que pode substituir os tradicionais relatórios, feitos pelos alunos nos trabalhos experimentais, de modo que possa ser utilizado por professores e alunos na preparação e/ou na interpretação dos próprios trabalhos experimentais. (p. 472)
População de estudo	Estudantes do 8º ano (p.472).
Metodologia (se houver)	Relato de experiência com apresentação qualitativa dos resultados.
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	V de Gowin, Aprendizagem significativa e metacognição.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**V de Gowin –** A estrutura do "V" sugere como os domínios conceptual e metodológico se interligam e como a construção do conhecimento está dependente da relação harmônica entre eles.(p.x) **Aprendizagem significativa –** O aluno parte para uma atividade de exploração em que estuda e explicita convenientemente teorias, princípios, leis e conceitos relevantes, em que observa e registra fatos, em que transforma estes em resultados, em que atribui significado a estes resultados com base nas concepções de que dispõe. [...] vai se proporcionando o conflito cognitivo entre as concepções idiossincrásicas de cada estudante. (p. 475) **Metacognição –** A utilização do "V de Gowin" poderá ser uma boa estratégia metacognitiva, permitindo que o aluno inter-relacione o que vai fazendo (prática) com a teoria, ao mesmo tempo que reflete sobre o seu próprio pensamento (Flavell, Tarricone). Quando os alunos aplicam as capacidades de comprovar, organizar coerentemente a informação, prever ou formular hipóteses e inferências e obter conclusões (pensamento de ordem superior – Piaget), estão a aplicar estratégias cognitivas e metacognitivas.(p. 478)

Quadro 58 (início): Ficha de extração de significantes – EEM V de Gowin

Descrição resumida da EEM	"A teoria deve preceder sempre o trabalho prático", ou seja, antes da realização da investigação experimental, os estudantes precisam de preparação teórica do(s) conceito(s). Desta forma espera-se que o estudante pense e utilize conhecimentos relevantes para essa investigação (p. 474). Apresentação da estrutura e parâmetros do "V de Gowin" no quadro Novak e Gowin, 1986, p. 19), sua explicação e construção parte de um exemplo simples (Libâneo, 2013, p.169), já conhecido dos alunos (p. 472). Apesar de não estar explícito no procedimento, com base nas conclusões dos autores (p.477), presume-se que a tarefa seja executada em grupo, os estudantes realizam os experimentos, discutem e constroem o "V de Gowin" (Vygotsky e Bandura). As discussões ocorrem intra-grupos e posteriormente e inter-grupos. Nestas discussões os estudantes fazem as alterações de acordo com a participação crítica dos colegas. Repetir aplicações para aprimorar a estratégia.
Resultados	
Conclusões dos autores	- A utilização do "V de Gowin" pode substituir com vantagens os tradicionais relatórios, permitindo um ensino mais centrado no aluno, nas suas necessidades e interesses, apoiando-se nas suas experiências e conhecimentos, gostos e expectativas. - A ferramenta permite encarar o erro como etapa natural do conhecimento científico a partir da qual é possível iniciar nova estratégia de aprendizagem. - Favorece o trabalho em grupo e fomenta a discussão intra e inter-grupal, permite o desenvolvimento de capacidades escrita e oral. - A utilização do V de Gowin pode ser uma estratégia metacognitiva, permitindo que o aluno inter-relacione o que vai fazendo (prática) com a teoria, ao mesmo tempo em que reflete sobre o seu próprio pensamento.

Quadro 58 (final): Ficha de extração de significantes – EEM V de Gowin

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: AEM Código do Estudo: RSL I - 14 **Autores**: Cleci Werner da Rosa[1]; José de Pinho Alves Filho[2] **Filiação dos autores**: 1 Universidade de Passo Fundo (UPF), Departamento de Física, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. 2 - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica **Ano:** 2014 **Local de Publicação**: São Paulo - Brasil **Data de apreciação**: 08/2021	
Fenômeno de interesse	Possibilidade de se inserirem momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais de Física no Ensino Médio (p. 61)
Objetivo do estudo	O objetivo consiste em proporcionar que os estudantes recorram a essa forma de pensamento durante tais atividades. Partindo-se de estudos anteriores, este busca discutir a viabilidade da aplicação, em sala de aula, dessas atividades (p. 61).
População de estudo	Estudantes com idades entre 14 e 16 anos do 1º ano do ensino médio de escola pública.
Metodologia (se houver)	Em termos metodológicos, a pesquisa recorre à coleta de dados quantitativa, com análise qualitativa, utilizando, como instrumento, uma ficha de observação, elaborada com base nos elementos metacognitivos tidos como atributos de investigação (p. 61).
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [X] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Metacognição, Conhecimento do conhecimento e Controle executivo autorregulador.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Metacognição –** O conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somados ao controle e à orquestração desses mecanismos (p. 63) **Conhecimento do conhecimento** – Nesta categoria, encontram-se os dados referentes ao processo de tomada de consciência dos estudantes sobre o que sabem com relação aos seus conhecimentos, mais especificamente, sobre os elementos metacognitivos pessoa, tarefa e estratégia (p. 69). **Controle executivo autorregulador -** Nesta categoria, encontram-se os dados referentes ao processo de gestão da atividade experimental e ao modo como os estudantes conduziram o processo; mais especificamente, refere-se aos elementos metacognitivos planificação, monitoração e avaliação (p. 73)

Quadro 59 (início): Ficha de extração de significantes – EEM AEM

Descrição resumida da EEM	A primeira etapa da AEMc contempla: momentos pré-teoria, os objetivos, a descrição do material/equipamentos, a formulação de hipóteses e o resgate dos conhecimentos (Ausubel? Novak? Moreira?) teóricos necessários à atividade. Ao final dessa etapa, inclui-se o primeiro questionamento metacognitivo, referindo-se aos elementos metacognitivos pessoa, tarefa, estratégia e planificação, como forma de proporcionar momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo nos estudantes (p. 64). A etapa seguinte, denominada "experimental", relaciona-se à execução da tarefa, vinculando-se ao elemento metacognitivo monitoração. A execução de uma atividade experimental significa operar o planejado, testar hipóteses, tendo claro o objetivo almejado, e, normalmente, significa, também, manusear equipamentos (p. 64). [...] habitualmente, as atividades experimentais são realizadas em grupos (Vygotsky? Bandura?) de trabalho. Como última etapa, a proposta didática desenvolvida destaca o pós-experimental, como fechamento da atividade (conclusão). [...]ganha status de discussão dos resultados obtidos, representando um momento de construção do conhecimento. Para isso, propõe-se a previsão de ações, de modo a levar o estudante a fomentar seus resultados, interpretando-os, confrontando-os e discutindo-os (p. 64). Para operacionalizar a proposta [...], estudo anterior inferiu a necessidade da elaboração de roteiros-guias (p. 65). [...] um modelo propositivo de atividades experimentais de orientação metacognitiva, denominadas de Atividades Experimentais Metacognitivas (AEMc) (p. 63). Obs.: É importante ressaltar que apesar dos roteiros guia e outros detalhes da aplicação da estratégia não estarem presentes neste artigo, os autores destacaram a referência onde os procedimentos e os roteiros podem ser encontrados. E importante, a referência está disponível!
Resultados	De maneira geral, [...] é possível inferir que o modelo de AEMc é pertinente à possibilidade de que os estudantes evoquem o pensamento metacognitivo durante a realização dessas atividades.
Conclusões dos autores	O fator motivação parece ter sido o responsável por aproximar ou afastar o estudante no desenvolvimento da atividade experimental e, por conseguinte, da possibilidade de evocar o pensamento metacognitivo.[...] Portanto, a motivação precisa ser considerada na evocação do pensamento metacognitivo, e, ainda, no caso das atividades experimentais, é preciso avaliar que estas, por si só, não são motivadoras para todos os estudantes. A formulação de hipóteses assumiu papel relevante no modelo de AEMc, pois possibilitou que os estudantes recuperassem, em sua estrutura cognitiva, conhecimentos e experiências passadas (Ausubel? Flavell? Novak), característicos do pensamento metacognitivo.(p. 78) Enquanto no modelo tradicional o procedimento aparece como algo estanque, com passos bem definidos, no novo modelo ele dialoga com os estudantes, buscando levá-los à identificação do porquê de proceder de uma ou de outra maneira. A avaliação atuou como retomada de conhecimentos, mostrando a importância de se verificar o que fora realizado, identificando e averiguando as escolhas feitas e as razões dessas escolhas. Foi o momento da tomada de consciência sobre os mecanismos utilizados e as modalidades de pensamento que possibilitou a elaboração do conhecimento, conduzindo a que sejam transferidos a novas situações de aprendizagem.

Quadro 59 (final): Ficha de extração de significantes – EEM AEM

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Fóruns de discussão Código do Estudo: RSL II - 1 **Autores**: Louise Ainscough; Richard Leung; Kay Colthorpe **Filiação dos autores**: School of Biomedical Science, Faculty of Medicine, The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia **Ano de publicação:** 2020 **Local de Publicação**: Austrália **Data de extração**: 08/2021	
Fenômeno de interesse	Descrever e avaliar o uso de fóruns de discussão entre pares em pequenos grupos como uma via para compartilhar estratégias de aprendizagem entre os estudantes (p. 1) de modo que possam ser utilizados para ajudar estudantes universitários a obter novas estratégias de aprendizagem de seus colegas (p. 5).
Objetivo do estudo	O objetivo do presente estudo foi usar fóruns de discussão em pequenos grupos integrados em um curso de anatomia e fisiologia para encorajar alunos do primeiro ano de graduação a compartilhar estratégias de aprendizagem uns com os outros. Foi hipotetizado que a intervenção do fórum introduziria os alunos a novas estratégias de aprendizagem, o que aumentaria seu repertório de estratégias disponíveis ao estudar para os exames e, portanto, melhoraria o desempenho nos exames.
População de estudo	Estudantes universitários do primeiro ano em curso de anatomia e fisiologia.
Metodologia (se houver)	Dividida em: (p. 2-3) *Participantes, estrutura do curso e avaliação;* *Identificação e codificação de estratégias de aprendizagem do estudante;* *Identificação de alunos que adotaram novas estratégias de aprendizagem;* *Desempenho acadêmico de adotantes e não adotantes;* *Percepções dos alunos sobre o fórum de discussão do grupo;* *Análise estatística;* *Comitê de ética.*
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Aprendizagem autorregulada, Estratégias de aprendizagem, Meta-aprendizagem.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Aprendizagem autorregulada** - A aprendizagem autorregulada abrange os pensamentos, comportamentos e sentimentos que os alunos empregam para atingir uma meta de aprendizagem. O modelo de Zimmerman (35) inclui fases de premeditação, desempenho e autorreflexão. A *premeditação* envolve planejamento, definição de metas e crenças motivacionais que precedem uma tarefa de aprendizagem. *Desempenho* inclui as ações e estratégias empregadas durante a tarefa de aprendizagem. Finalmente, a *autorreflexão* envolve avaliação de desempenho e reflexão sobre melhorias para tarefas futuras. **Estratégias de aprendizagem -** Estudantes universitários de alto desempenho usam mais estratégias de aprendizagem do que estudantes de baixo desempenho; portanto, é importante que os alunos tenham uma compreensão ampla das estratégias de aprendizagem à sua disposição (p. 1). Os alunos com um amplo conhecimento de estratégias de aprendizagem têm um amplo repertório para escolher quando se deparam com diferentes tarefas de aprendizagem ou quando estudam diferentes disciplinas (p. 2).

Quadro 60:

Descrição resumida da EEM	O curso apresenta aos alunos a estrutura e função dos sistemas tegumentar, nervoso, cardiovascular, respiratório, renal e reprodutivo (p. 2). Três aulas teóricas de 1 hora por semana e quatro aulas práticas de 3 horas distribuídas ao longo do semestre (p. 2). A avaliação incluiu um exame do meio do semestre (20%) e do final do semestre (50%), um trabalho de mapa conceitual (18%) e quatro tarefas de meta-aprendizagem (p. 2). Cada tarefa de meta aprendizagem valia 3% cada e consistia em seis questões abertas destinadas a encorajar os alunos a pensar sobre a eficácia de suas estratégias de aprendizagem, seus objetivos e motivações, e sua compreensão atual do material do curso (p. 2). Os alunos compartilharam respostas a perguntas específicas de meta-aprendizagem em um fórum de discussão em grupo (p. 2). Os alunos se auto-selecionam em “grupos de meta-aprendizagem” de três a sete alunos. *Identificar e codificar estratégias de aprendizagem do aluno* - Como parte de sua **primeira tarefa de meta-aprendizagem**, os alunos foram solicitados a postar suas respostas às seguintes perguntas em seu fórum de discussão em grupo: 1. Existem várias estratégias que os alunos usam para ajudar na aprendizagem, por exemplo, os alunos podem mudar o local onde estudam (afastando-se das distrações) ou passar o tempo revisando regularmente as anotações das aulas. Que estratégias de aprendizagem você usou no passado? Anote todas as estratégias que você pode imaginar que já usou. 2. Em qual dessas estratégias você mais confia e por que acha que é a mais eficaz para você? *Identificar alunos que adotaram novas estratégias de aprendizagem* - Durante a **segunda tarefa de meta-aprendizagem**, os alunos foram orientados a ir para o quadro de discussão do grupo da tarefa anterior, ler as respostas de seus colegas e, em seguida, responder à seguinte pergunta: Quais das estratégias postadas pelos membros do seu grupo (se houver) são novos para você e vale a pena tentar, antes do exame do meio do semestre? Por que você acha que essas estratégias podem ser úteis? Durante a **tarefa de meta-aprendizagem final**, os alunos foram questionados sobre as seguintes questões: 1. Liste todas as estratégias de aprendizagem que você usou pela primeira vez neste semestre ou que modificou neste semestre. 2. Se você usou estratégias novas ou modificadas neste semestre, onde aprendeu sobre essas estratégias?

Quadro 60 (Continuação):

Resultados	91% dos alunos identificaram pelo menos uma nova estratégia. 76% desses alunos implementaram uma estratégia que era nova para eles ou modificou uma estratégia existente durante o semestre. Não houve mudança no desempenho acadêmico entre os semestres para ambos os grupos (adotantes e não adotantes) Quando solicitados a identificar onde aprenderam sobre estratégias que eram novas para eles, as fontes mais comumente relatadas foram os colegas, a autodescoberta e o fórum de discussão em grupo. 83% dos estudantes indicaram que o fórum de discussão foi útil. Os 17% restantes dos alunos não acharam o fórum de discussão útil. (p.4)
Conclusões dos autores	Embora a maioria dos alunos do presente estudo tenha adotado estratégias que eram novas para eles, seu desempenho nos exames não melhorou ao longo do semestre. Esses resultados sugerem que identificar novas estratégias é apenas o primeiro passo na jornada de aprendizagem. Os alunos precisam julgar se uma estratégia tem probabilidade de ser eficaz ou não, e julgamentos de valor em relação à eficácia podem nem sempre ser precisos (1). Portanto, as intervenções de aprendizagem autorregulada devem expandir o diálogo sobre as estratégias de aprendizagem, dando aos alunos a oportunidade de discutir os tipos de estratégias de aprendizagem disponíveis, a eficácia de cada estratégia de aprendizagem e seu valor em diferentes estágios do ciclo de aprendizagem (p. 7).

Quadro 60 (final): Ficha de extração de significantes – EEM Fóruns de discussão

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Argumentação Código do Estudo: RSL II - 8 **Título**: Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica **Autores**: Sylvia De Chiarol[1]; Kátia Aparecida da Silva Aquino[2] **Filiação dos autores**: 1; 2 - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. **Ano de publicação:** 2017 **Local de Publicação**: São Paulo **Data de extração**: 09/2021	
Fenômeno de interesse	Propor uma ferramenta analítica que ajude a compreender melhor o potencial metacognitivo da argumentação como caminho para um enfoque CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino de química (p. 413).
Objetivo do estudo	Os relatos escritos dos alunos, posteriores às situações de argumentação geradas pela questão, foram analisados com o objetivo de se perceber indícios de movimentos metacognitivos dos alunos na construção de conhecimentos sobre a questão sociocientífica levantada (p.414).
População de estudo	Estudantes de química do terceiro ano do ensino médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco
Metodologia (se houver)	Estudo de natureza qualitativa analisou textos escritos pelos estudantes, apoiado nas formas de regulações discursivas apontadas na literatura que são mobilizadas a partir de modalizações e de interrupções no discurso. As diferentes formas de interrupção discursiva foram relacionadas com os movimentos metacognitivos em estudos anteriores (p. 417).
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [X] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Metacognição, argumentação, Ciência Tecnologia e Sociedade.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Argumentação -** A argumentação no ensino das ciências tem sido amplamente estudada nos últimos anos a partir de diferentes perspectivas como por exemplo abordagens: (1) mais focadas em compreender a estrutura dos argumentos construídos; (2) direcionadas ao desenvolvimento de habilidades argumentativas; (3) interessadas em entender o papel da argumentação na construção de um ambiente de reflexividade em sala de aula, entre outras. **Metacognição -** A própria organização discursiva da argumentação que lhe confere um caráter inerentemente metacognitivo. [...] a argumentação se caracteriza pela construção, justificação, negociação e, ainda, pela possível modificação de pontos de vista. [...] Defende-se ainda que esse deslocamento do pensamento a um metapensamento pode acontecer a partir de três diferentes movimentos metacognitivos: mantenedor, elaborador ou reconstrutor do pensamento (p. 415) **Ciência Tecnologia e Sociedade –** Espera-se que o aluno consiga, cada vez mais, relacionar o conhecimento científico e tecnológico com as situações do seu dia a dia na sociedade, estabelecendo vínculos com sua própria vida e a de sua comunidade e, consequentemente, construindo maior sentido aos conteúdos estudados. Estudos apontam na direção que amplia essa discussão, de possibilitar a recuperação ou mesmo a construção de espaços críticos na escola e além de seus muros e de, portanto, possibilitar aos nossos jovens o desenvolvimento de uma postura questionadora e crítica diante do desenvolvimento científico e tecnológico (p. 414)**.**

Quadro 61: Ficha de extração de significantes – EEM Argumentação

Descrição resumida da EEM	A atividade completa envolve quatro escritas intercaladas por três debates. 1. Os estudantes são orientados a responder individualmente por escrito a questão: ““Radioatividade: vida ou morte?”; 2. Debate; 3. Segunda resposta escrita, agora à questão: “Qual sua opinião sobre o tema ‘Radioatividade: vida ou morte’ neste momento e como chegou a ela?”. Obs.: 1, 2 e 3 ocorrem na mesma aula. 4. Em casa, leitura de textos e outras fontes de pesquisa; 5. Aula seguinte, segundo debate; 6. Terceira resposta escrita à mesma pergunta; 7. Um mês de aula. Aulas teóricas, preparação de atividade de debate estruturado; 8. Debate estruturado; 9. Quarta resposta escrita à mesma pergunta. (Bandura e Vygotsky, cognição social, linguagem, ZDP) (Piaget, pensamento de ordem superior e operações formais)
Resultados	De forma geral, a análise [...] aponta para um intenso movimento metacognitivo na construção de seus posicionamentos ao longo de toda a atividade. Movimentos dos três tipos – mantenedor, elaborador e reconstrutor – foram encontrados em seus textos escritos analisados, assim como nos depoimentos sobre como estavam chegando aos seus posicionamentos naquele momento.
Conclusões dos autores	Esse tipo específico de discurso, a argumentação, por sua organização discursiva peculiar, pode, de fato, se constituir em uma interessante alternativa para fazer emergir formas de pensamento sofisticadas como as que definem um pensamento crítico e reflexivo. Se um funcionamento metacognitivo oportunizado pela utilização da argumentação na sala de aula se constituiu em um caminho fértil para a construção de conhecimentos e de indivíduos críticos, reflexivos e implicados com a construção do real, então atividades de caráter argumentativo, enquanto prática pedagógica, podem e devem fazer parte do planejamento de aulas dos professores (p. 424).

Quadro 61: Ficha de extração de significantes – EEM Argumentação

Extração de significantes	
Código do Estudo: RSL II - 19 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: SRI-GI - self-regulatory instruction based on guided inquiry **Título**: Implementation of self-regulatory instruction to promote students' achievement and learning strategies in the high school chemistry classroom *Implementação de instrução auto-reguladora para promover o desempenho e a aprendizagem dos alunos estratégias na sala de aula de química do ensino médio* **Autores**: Cansel Kadioglu-Akbulut e Esen Uzuntiryaki-Kondakci **Filiação dos autores**: **Ano:** 2020 **Local de Publicação**: Turquia **Data de extração**: 09/2021	
Fenômeno de interesse	Análise da eficácia da instrução autorreguladora com base em investigação orientada (SRI-GI) sobre o uso de estratégias de aprendizagem e realizações na aula de química pelos estudantes do 11º ano, em comparação com instrução de química tradicionalmente projetada.
Objetivo do estudo	Investigar o efeito do SRI-GI no uso de estratégias de aprendizagem pelos estudantes e seu desempenho nos tópicos Equilíbrio de Solubilidade e Ácidos e Bases. Investigar como o uso de estratégias de autorregulação muda ao longo do estudo.
População de estudo	Estudantes o 11º ano (ensino médio) de escola na Turquia.
Metodologia (se houver)	Estudo foi desenhado com base na investigação de métodos mistos e resultados comparados de fontes qualitativas e quantitativas. Instrumentos - Os dados quantitativos foram coletados usando o teste de desempenho de química - *Chemistry Achievement Test* (CAT) e Escala de estratégias cognitivas e metacognitivas - *Cognitive and Meta cognitive Strategies Scale* (CMSS). Os instrumentos foram administrados como pré-testes e como pós-testes (p. 7). E para análise utilizou-se análise multivariada mista de variância - *mixed multivariate analysis of variance* (MANOVA). Como abordagem qualitativa foi empregado o método de estudo de caso para explorar como os estudantes empregaram os processos de autorregulação enquanto aprende conceitos de química (p. 8). Dois casos foram explorados: prática de autorregulação no grupo experimental e prática de autorregulação no grupo controle. Quatro alunos foram selecionados de cada classe como instâncias representativas de seus a casos (p.8). Para análise de aprendizagem autorregulada foi utilizado Manual para o uso do Questionário de Estratégias Motivadas para Aprendizagem - *Manuel for the use of Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) que foi triangulado com protocolo de pensamento em voz alta.
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Ciclos de aprendizagem autorregulada, Processos de investigação orientada (guiada)

Quadro 62: Ficha de extração de significantes – EEM SRI-GI

Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Ciclos de aprendizagem autorregulada** - SRL é composta por três dimensões principais: Motivação, uso da estratégia e metacognição. Zimmerman (2000) explica os processos de SRL em três fases cíclicas: premeditação, desempenho e autorreflexão. A fase de premeditação inclui os processos que os alunos usam para se preparar para o aprendizado. [...] Em seguida, na fase de desempenho, os alunos empregam as estratégias para atingir seus objetivos, considerando as demandas da tarefa e as facilidades no ambiente de aprendizagem; eles fazem as alterações necessárias, se necessário. Finalmente, na fase de autorreflexão, que ocorre após um período de estudo, o aluno julga a eficácia de seu processo de aprendizagem e define novos objetivos para a aprendizagem posterior (p. 5). **Processos de investigação orientada (guiada) -** Na investigação guiada [...] O professor apresenta a questão da pesquisa aos estudantes, e estes projetam o experimento, coletam dados relevantes e os interpretam. [...], no presente estudo a investigação orientada refere-se a um termo geral que define as funções do professor e alunos, ou seja, quem toma as decisões durante o processo de investigação.
Descrição resumida da EEM	Enquanto trabalhavam no laboratório, os alunos acompanharam três processos aprendizagem autorregulada (SRL) por meio de diários. Durante as tarefas de laboratório, os alunos trabalharam em grupos de quatro componentes: um supervisor, dois técnicos e um repórter. Os diários são projetados de acordo com as três fases da aprendizagem autorregulada de Zimmerman (Premeditação, desempenho e autorreflexão). Para começar, cada jornal incluiu uma seção introdutória na qual o conhecimento prévio dos alunos foi solicitado e novos conceitos essenciais para realizar a tarefa relacionada foram introduzidos. Em seguida, o propósito dessa tarefa foi declarado explicitamente e os equipamentos e produtos químicos que os alunos poderiam usar foram listados. Posteriormente foi dado tempo aos alunos para planejar o que fariam, anotar suas previsões e preparar uma tabela para relatar os dados coletados. Na fase de execução, os técnicos reuniram os materiais necessários e prepararam o cenário. Enquanto isso, o repórter anotou suas observações. Depois de completar a tarefa, na fase de autorreflexão, os estudantes fizeram inferências entre os colegas do grupo. Após conclusão dos trabalhos de cada grupo, uma discussão com toda a classe foi conduzida para compartilhar as experiências de diferentes grupos.
Resultados	As análises de protocolos [...] revelaram que os alunos do grupo experimental usaram estratégias metacognitivas com mais frequência. Estas foram associadas com aprendizagem autorregulada e, por sua vez, conseguiram dar mais respostas corretas e / ou forneceram mais explicações científicas completas - em comparação com os alunos do grupo de controle (p. 4).
Conclusões dos autores	Embora o SRI-GI no presente estudo revelou alguns ganhos em termos de processos de aprendizagem autorregulada (SRL), os alunos podem requerer mais prática para se tornarem aprendizes independentes.

Quadro 62: Ficha de extração de significantes – EEM SRI-GI

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: DBS Código do Estudo: RSL II - 46 **Título**: Effectiveness of Design-Based Science on Students' Learning in Electrical Energy and Metacognitive Self-Regulation *Eficácia da Ciência Baseada em Projeto na Aprendizagem dos Alunos em Energia Elétrica e Autorregulação Metacognitiva* **Autores**: Yasemin Tas[1].; Gökhan Aksoy[2].; Ekrem Cengiz[3]. **Filiação dos autores**: 1.Kazim Karabekir Faculdade de Educação, Departamento de Matemática e Educação Científica, Universidade ataturk, 25249, Erzurum, Turquia; 2. Universidade de İnönü, Malatya, Turquia; 3. Ministério da Educação, Erzurum, Turquia **Ano:** 2018 **Local de Publicação**: Taiwan **Data de extração**: 09/2021	
Fenômeno de interesse	O efeito da instrução da ciência baseada em projeto - *design-based science* (DBS) sobre aprendizagem dos alunos em energia elétrica e uso de estratégia metacognitiva dos alunos em Ciências (p.1).
Objetivo do estudo	Investigar a interação, comparar pontuações e se há mudanças significativas entre grupo de tratamento (DBS) e controle (CODI) nos períodos pré e pós tratamento na aprendizagem em energia elétrica e uso de estratégias metacognitivas. Investigar o que os estudantes pensam sobre suas experiências com a instrução DBS (p. 3-4).
População de estudo	Estudantes da sétima série matriculados em escolas públicas no centro de Erzurum, uma cidade na parte oriental da Turquia (p. 4).
Metodologia (se houver)	Projeto de pesquisa quase experimental para investigar os efeitos do DBS na aprendizagem dos alunos e no uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas (p. 4). A fim de avaliar o aprendizado dos estudantes em energia elétrica durante a unidade, foi desenvolvido um teste de aproveitamento (p. 6). O uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas foi testado utilizando a escala de Estratégia Motivada para Questões de Aprendizagem - *Motivated Strategy for Learning Questionaire* (MSLQ) revisada, contendo três subescalas, que são planejamento, monitoramento e regulação.
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Ciência baseada e projeto - *design-based Science* (DBS); Metacognição.
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Ciência baseada e projeto -** (DBS) é um programa científico baseado em investigação em que o projeto é o veículo para a aprendizagem de ciências. Na solução de problema do projeto, os alunos se envolvem na investigação científica que os ajuda a aprender novos conhecimentos científicos e encontrar oportunidades para aplicar este novo conhecimento (p. 2). **Autorregulação Metacognitiva –** Metacognição **I**nclui habilidades que permitem aos alunos compreender e monitorar seus processos cognitivos. "A metacognição é geralmente classificada em dois componentes: conhecimento da cognição e regulação da cognição" (Brown, 1987; Schraw & Moshman, 1995) (p. 3).

Quadro 63: Ficha de extração de significantes – EEM DBS

Descrição resumida da EEM	- Apresentação de vídeo sobre grandes projetos de engenharia; - Formação de grupos homogêneos com estudantes de baixo, médio e alto desempenho; - Fornecimento da planilha “Guia de projeto de engenharia”; - Aplicação dos estudos em dois módulos, cada um apresentando cinco etapas: i. encontrar o problema; ii. Pesquisar possíveis soluções; iii. escolher melhor solução; iv. construir um protótipo; v. testar e apresentar o protótipo;
Resultados	Os grupos, os estudantes melhoraram seu aprendizado em energia elétrica do pré ao pós-tratamento; no entanto, os níveis de melhoria foram muito maiores no grupo DBS do para DBS mostrou melhora estatisticamente significativa em todas as estratégias de aprendizagem metacognitivas. Por outro lado, os estudantes que foram expostos ao COSI mostraram nenhuma mudança em qualquer uma das estratégias de aprendizagem metacognitivas desde o pré-tratamento até o pós-tratamento.
Conclusões dos autores	Em conclusão, afirmamos que à medida que os alunos fazem investigações, constroem protótipos, avaliam os projetos de seus colegas e testam os protótipos durante a instrução DBS, eles se tornam mais conscientes de seu pensamento e aprimoram suas estratégias de autorregulação metacognitiva. Além disso, o envolvimento do aluno em investigações e processos de design promove o aprendizado de ciências; a fim de resolver o grande desafio do design, os alunos pesquisam novos e desconhecidos conhecimento científico e usar esse conhecimento em seus projetos (p. 17).

Quadro 63: Ficha de extração de significantes – EEM DBS

Extração de significantes	
Estratégia de Ensino Metacognitiva: Triangulação Código do Estudo: RSL II - 49 **Título:** 'Triangulation:' An expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet' representations for chemistry learning *'Triangulação:' Uma expressão para estimular a reflexão metacognitiva sobre o uso do 'trigêmeo' de representações para aprendizagem de química* **Autores**: Gregory P. Thomas **Filiação dos autores**: Universidade de Alberta, Canadá **Ano:** 2017 **Local de Publicação**: Canadá **Data de extração**: 09/2021	
Fenômeno de interesse	Mudança na pedagogia do professor centrada no uso de uma expressão, 'triangulação' para ensinar explicitamente o modelo 'trigêmeo' de representações da química e seu uso em sala de aula para estimular a reflexão metacognitiva dos alunos (p. 10).
Objetivo do estudo	Usar a expressão 'triangulação' e atividades centradas nessa expressão com alunos para eliciar experiências metacognitivas para estimular sua reflexão metacognitiva sobre o uso de representações para o aprendizado de química (p. 10).
População de estudo	Alunos da classe de química do 11º ano em que este estudo foi realizado tinham entre 16 e 17 anos. Em uma escola pública de ensino médio no Canadá
Metodologia (se houver)	Tanto os métodos qualitativos quanto os quantitativos foram empregados durante o período da pesquisa; As fontes de dados: observações de sala de aula e notas de campo, entrevistas com estudantes, gravação de ações em sala de aula por uma câmera de vídeo (traseira) e um microfone de rádio com o professor e as respostas dos alunos. Escala de orientação metacognitiva do ambiente de aprendizagem - *Metacognitive Orientation Learning Environment Scale - Science* (MOLES-S). Escala de Conectividade Construtivista do Inventário de Autoeficácia, Metacognição e Aprendizagem - *Self-Efficacy, Metacognition and Learning Inventory - Science* (SEMLI-S)
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [X] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	O trio de química; Triangulação; metacognição.

Quadro 64 (inicio): Ficha de extração de significantes – EEM Triangulação

Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**O trio da química** - O raciocínio químico e o desenvolvimento da compreensão devem ser caracterizados pela consideração consciente do fenômeno químico nos níveis *macroscópico*, *molecular* / *submicroscópico* e *simbólico* (Gabel, 1998 ; Bucate Mocerino, 2009 ; Gilbert e Treagust, 2009 ; Taber, 2013) (p. 2) Um volume substancial de literatura foi desenvolvido nos últimos vinte anos que considera a importância dos três níveis de representação, o 'trigêmeo' da química, para o ensino e a aprendizagem da química. [...] quando os professores usam os três níveis de representação, a compreensão conceitual da química dos alunos é aprimorada e seu aprendizado melhora (p. 2). Este trabalho investiga o uso que um professor faz da expressão 'triangulação' para eliciar experiências metacognitivas em alunos para estimular sua reflexão metacognitiva sobre a natureza e o uso de representações macroscópicas, moleculares / submicroscópicas e simbólicas para o aprendizado de química (p. 3). Es testudo investiga o uso que um professor faz da expressão 'triangulação' para eliciar experiências metacognitivas em alunos para estimular sua reflexão metacognitiva sobre a natureza e o uso de representações macroscópicas, moleculares / submicroscópicas e simbólicas para o aprendizado de química (p. 4). **Triangulação -** É o processo mental consciente de tentar relacionar e conectar todos os três tipos de representação relativos às espécies e fenômenos químicos, de modo que desenvolvamos uma compreensão da química. (p. 22). **Metacognição –** aplicação consciente das representações da química requer atenção à metacognição dos alunos, ou seja, seu conhecimento, controle e consciência de seus processos de pensamento e aprendizagem (Flavell, 1976; White, 1998; Thomas, 2012) O conhecimento metacognitivo pode ser categorizado como declarativo, procedimental ou condicional. (p. 4)**.** As experiências metacognitivas são os sentimentos de familiaridade, dificuldade, confiança na aprendizagem e satisfação dos alunos que estão presentes e desencadeados por situações de aprendizagem (Efklides, 2006) (p. 4). [...] quando um professor elicia experiências metacognitivas em alunos para estimular sua reflexão metacognitiva sobre a natureza e o uso de representações macroscópicas, moleculares / submicroscópicas e simbólicas para aprender química, então o professor pode ter como alvo conhecimento epistêmico de meta-nível (EMK) e o conhecimento sobre estratégias e tarefas (EMSK) (Barsilai e Zohar (2016) dos alunos (p. 5).

Quadro 64 (continuação): Ficha de extração de significantes – EEM Triangulação

Descrição resumida da EEM	A triangulação é o processo mental consciente de tentar relacionar e conectar todos os três tipos de representação relativos às espécies e fenômenos químicos, de modo que desenvolvamos uma compreensão da química (p.22); A frequente utilização do termo triangulação foi o elemento chave para a mudança de orientação metacognitiva em sala de aula (p. 22); Inicialmente o professor apresenta o trio de representações em química, destacando o significado de cada vértice (p. 24); Utilização de um exemplo simples, (sobre solubilidade) para o preenchimento das caixas dos vértices (p. 25); Aplicação da triangulação com orientação de todos os passos para conceito de equilíbrio de fase (conceito central) em um lado da folha e equilíbrio de solubilidade (conceito central) no verso da folha. Orientação sobre como buscar e preencher as caixas (Descrições empíricas, teóricas e comunicativas) (p. 26); Posteriormente, sugestão para a socialização e explicação dos triângulos para a classe como meio de avaliação formativa (p. 26).
Resultados	A sub- escala MOLES-S apontou que as demandas metacognitivas em sala de aula eram modestas antes da intervenção pedagógica (p. 20). A explicação e uso contínuo do termo triangulação seria o elemento-chave na mudança da orientação metacognitiva dos estudantes (p.22). Através da MOLES-S os estudantes em geral relataram um aumento estatisticamente significativo na orientação metacognitiva do ambiente de sala de aula (p. 28). [...] alunos relataram ter procurado conectar ideias e conceitos mais após a intervenção do que antes dela, uma indicação de uma mudança promulgada em seu conhecimento procedimental metacognitivo (p. 29).
Conclusões dos autores	[...] ensino explícito da natureza da química e como ela pode ser aprendida e o potencial indutor de conflito metacognitivo podem desencadear a reflexão metacognitiva. Este estudo sugere que pode haver valor em ser aberto e explícito também com os alunos sobre a natureza da química, para que eles possam começar a construir metacognição adaptativa, incluindo conceitos viáveis de química e processos de aprendizagem de química. [...] Os estudantes neste estudo foram capazes de compreender a explicação do professor sobre a natureza da química e como ela poderia ser aprendida (p. 41).

Quadro 64 (final): Ficha de extração de significantes – EEM Triangulação

Extração de significantes	
Código do Estudo: RSL II - 52 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: (MFM) Modelagem com Ferramentas Metacognitivas **Título**: Modeling Strategies Enhanced by Metacognitive Tools in High School Physics to Support Student Conceptual Trajectories and Understanding of Electricity *Estratégias de modelagem aprimoradas por ferramentas metacognitivas em física do ensino médio para apoiar as trajetórias conceituais dos alunos e a compreensão da eletricidade* **Autores**: [1]Wade-Jaimes, Katherine; [2]Demir, Kadir; [3]Qureshi, Azhar **Filiação dos autores**: [1]Instructional Curriculum and Leadership, University of Memphis, Memphis, TN, USA; [2]Middle and Secondary Education, Georgia State University, Atlanta, GA, USA; [3]University of Education, Lahore, Pakistan **Ano:** 2018 **Local de Publicação**: **Data de extração**: 09/2021	
Fenômeno de interesse	O uso e o ensino explícito de ferramentas metacognitivas, como questionamento interativo e reflexão individual, aumentam a capacidade dos alunos de usar e dar sentido aos modelos (p. 1).
Objetivo do estudo	O objetivo deste estudo de caso exploratório foi examinar como a inclusão explícita de ferramentas metacognitivas na instrução de modelagem impactou a compreensão conceitual dos alunos da eletricidade atual (p. x).
População de estudo	Meninas afro-americanas na 12ª série (com idades entre 16 e 18) de uma escola de ensino médio só para meninas, situado em um grande distrito escolar urbano no sudeste dos Estados Unidos.
Metodologia (se houver)	Oferta de curso introdutório de física tradicional. O professor instrutor é o próprio pesquisador. As instruções ocorreram em 5 sessões de 84 minutos. A coleta de dados incluiu observações em sala de aula (pelos três autores), gravações de áudio das atividades de ensino e aprendizagem, artefatos (reflexões individuais escritas, pôsteres elaborados em grupos) produzidos pelos estudantes. As fontes de dados foram examinadas e discutidas entre os três pesquisadores e organizadas nas seguintes categorias: *Provas do modelo físico, evidência de simulação, evidência do modelo matemático, conexão entre modelos.* As reflexões individuais foram codificadas, primeiro pela resposta dos alunos à investigação inicial e, em seguida, pelas evidências e raciocínios apresentados pelo aluno para apoiar sua decisão. Cartazes de grupo foram analisados de forma semelhante, procurando especificamente por mudanças na concordância e raciocínio dos grupos com a adição de cada nova atividade de modelagem.
Teoria: [X] Aplicada [ ] testada [ ]criada [X]discutida Teoria: [ ] única [X] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Modelagem, Metacognição, Mudança conceitual.

Quadro 65 (início): Ficha de extração de significantes – EEM MFM

Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Modelo e modelagem** – "representações sistematicamente construídas de sistemas físicos, usados para descrever, representar e explicar os mecanismos subjacentes aos fenômenos físicos" (Louca; Zacharia; Michael; Constantinou, 2011, p. 174) (p. 3). Os autores destacaram os *modelos mentais* (p. 3)*, modelos utilizados em atividades de aprendizagem* (p. 3-4)*, instrução baseada em modelagem* (p. 4-5)*,modelos construídos por alunos* (p. 5)*, modelagem e metacognição* (p. 5-6) *e modelagem e eletricidade* (p. 6). **Metacognição -** Quando os modelos são apresentados sem habilidades metacognitivas importantes, os alunos lutam para conectar os modelos a um fenômeno do mundo real.[...] Koch (2001) descreveu a metacognição como "uma técnica que testa a realidade verificando, monitorando, coordenando e controlando tentativas deliberadas de executar atividades de aprendizagem" (p. 766). [...] envolve dois estágios: primeiro, uma consciência de certas habilidades ou estratégias e recursos para realizar certas tarefas de forma eficaz; segundo, a capacidade de usar mecanismos de autorregulação para garantir a conclusão bem-sucedida de determinada tarefa (Burley; Brown; Saunder, 1985). [...] Isso requer que os professores forneçam instruções explícitas sobre estratégias metacognitivas para os alunos usarem (p. 5-6). **Mudança conceitual -** Mudança conceitual é uma mudança nas crenças ou como Taber (2001) definiu, " implica uma mudança no perfil epistemológico do aluno, e o trabalho do educador de ciências passa a ser o de facilitar essa mudança" (pp. 732-733). [...] Uma das teorias comuns de mudança conceitual Posner et al. (1982) da teoria da mudança conceitual, que começa com eventos discrepantes que contradizem as concepções existentes dos alunos para desencadear um desequilíbrio (Piaget, 1977) [...]Outra pesquisa também estendeu os modelos tradicionais de mudança conceitual para explorar a natureza dos equívocos dos alunos, o que conta como mudança conceitual e por que algumas formas de mudança conceitual são difíceis de alcançar (Chi; Roscoe, 2002) [...]; apenas uma mudança de uma crença ou modelo falso para uma crença ou modelo correto indica uma mudança conceitual verdadeira(p. 7).

Quadro 65 (continuação): Ficha de extração de significantes – EEM MFM

Descrição resumida da EEM	Engajamento em uma sequência de atividades de aprendizagem baseadas em modelos durante este ciclo de aprendizagem, intercaladas com discussões em grupo e com toda a classe, reflexões individuais e construção de pôster em grupo. Na primeira atividade, receberam a investigação inicial, que incluía uma sondagem a partir de uma discussão fictícia a respeito de um circuito elétrico. Posteriormente construíram um circuito físico simples. [...] os estudantes foram capazes de manipular o circuito reorganizando, adicionando ou subtraindo os componentes e observando o resultado. [...] se envolveram [...] duas vezes: uma com o circuito inicial e novamente com ferramentas adicionais para manipular o circuito. O professor usou a discussão em classe e perguntas de sondagem (projetadas para aprimorar a metacognição dos alunos e promover a mudança conceitual) para aumentar o status desses conceitos (p. 11). As perguntas de sondagem que foram projetadas para apoiar a inteligibilidade de um conceito geralmente começavam com: "O que você viu...?" ou “Você pode dar um exemplo de…?” Perguntas de sondagem que foram projetadas para apoiar a plausibilidade de um conceito geralmente começavam: “Como você pode usar isso para explicar…?” ou "Isso está de acordo com o que você viu quando...?" Perguntas de sondagem que foram projetadas para apoiar a fecundidade de um conceito geralmente começavam: “O que você prevê que acontecerá quando você…?” Em seguida, os estudantes foram apresentados a uma analogia comparando um circuito a um sistema de água. Posteriormente os alunos foram apresentados a uma simulação no qual são construídos circuitos e promovidas alterações nas condições de tensão e corrente elétrica. Durante este processo, o professor também introduz questões investigativas Detalhes da descrição no anexo VI.
Resultados	[...] as trajetórias conceituais dos alunos se desenvolveram pelo uso de ferramentas metacognitivas (p. 16). Os dados das reflexões dos alunos após a discussão em grupo e a construção do pôster fornecem evidências de que as respostas dos alunos à pergunta de investigação inicial mudaram, mas não necessariamente em direção à resposta cientificamente correta (p.19). Após a construção da exploração inicial de física notou-se, nas reflexões individuais, uma mudança em direção à resposta cientificamente correta (p. 20). As evidências mostraram que os alunos usaram as informações da analogia para compreender os conceitos mais abstratos do circuito. [...] e foram capazes de incorporar novos conceitos em seus modelos mentais com o apoio da analogia (p. 21). Após a exploração física, a discussão em sala de aula e o uso da analogia, os dados de todos os alunos mostraram que a maioria dos alunos agora concordava com Hans (resposta cientificamente aceita) em suas reflexões individuais. De 45 alunos, 39 agora selecionaram Hans em suas reflexões individuais. Após a simulação, o mesmo número de alunos concordou com Hans como anteriormente. No entanto, agora os alunos demonstraram raciocínio adequado, o que indicava uma melhor compreensão conceitual (p.22).

Quadro 65 (continuação): Ficha de extração de significantes – EEM MFM

Conclusões dos autores	O compartilhamento e a negociação do conhecimento científico são influenciados pelas personalidades dos alunos (p. 23). A exploração física do fenômeno permite que os alunos testem ideias (p. 24). Ferramentas adicionais são úteis para conceitos abstratos (p. 24) A interação do professor e do aluno é a chave para facilitar o uso de ferramentas metacognitivas para melhorar a compreensão conceitual (p. 25). Tornar os conceitos frutíferos depende de evidências de várias fontes (p. 25).

Quadro 65 (final): Ficha de extração de significantes – EEM MFM

Extração de significantes	
Código do Estudo: RSL II - 54 **Estratégia de Ensino Metacognitiva**: Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva **Título:** Effects of 7E Instructional Model with Metacognitive Scaffolding on Students' Conceptual Understanding in Biology *Efeitos do Modelo Instrucional 7E com Suporte Metacognitivo na Compreensão Conceitual de estudantes em Biologia* **Autores**: Wodaj, Habtamu; Belay, Solomon **Filiação dos autores**: Universidade de Addis Ababa - Etiópia **Ano:** 2021 **Local de Publicação**: **Data de extração**: 09/2021	
Fenômeno de interesse	Investigar como o modelo instrucional 7E com estratégias metacognitivas ajuda os alunos na compreensão conceitual de conceitos de biologia e minimização de equívocos no contexto da escola secundária etíope (p. 29).
Objetivo do estudo	O principal objetivo deste estudo foi explorar o efeito do modelo instrucional 7E com estrutura metacognitiva na compreensão conceitual dos estudantes do 9º ano, de acordo com o gênero, sobre conceitos e equívocos da biologia humana (p. 26)
População de estudo	O estudo foi conduzido em Addis Ababa, Etiópia, com alunos do nono ano. Quatro escolas foram selecionadas usando amostragem intencional com base nas instalações escolares, qualificações e experiência dos professores e eficácia da escola para a intervenção.
Metodologia (se houver)	O método de pesquisa foi quantitativo e o desenho de pesquisa foi quase experimental com pré-teste - tratamento - pós-teste (p. 26). Conduzido em quatro escolas selecionadas propositalmente e quatro classes e professores (um de cada escola) (p. 26). Esses grupos foram instruídos com o modelo instrucional 7E sozinho; modelo instrucional 7E com estrutura metacognitiva; abordagem convencional com estrutura metacognitiva e abordagem convencional, respectivamente, para ensinar biologia humana por 10 semanas (p. 26). Coleta de dados através de teste de compreensão conceitual da biologia humana - human biology conceptual understanding test (HBCUT) Para a análise dos dados, foi utilizado o software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS). Após testar o teste paramétrico de premissas, foi utilizada a análise de variância - *analysis of variance* (ANOVA) (p. 31).
Teoria: [ ] Aplicada [ ] testada [ ]criada [ ]discutida Teoria: [ ] única [ ] múltipla	
Aportes teóricos e constructos	Metacognição, Aprendizagem significativa e equívocos, modelo instrucional 7E

Quadro 66 (início): Ficha de extração de significantes – EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva

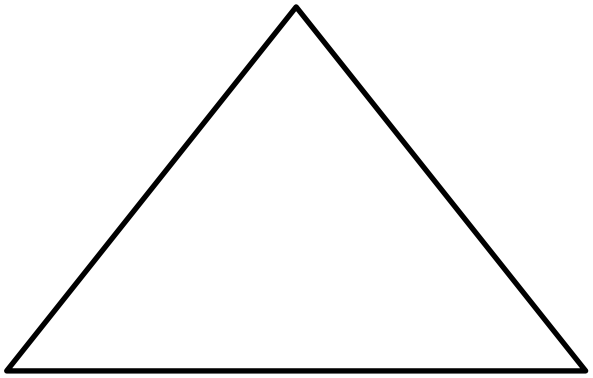
Descrição dos aportes teóricos e constructos no contexto da EEM	**Metacognição** é o conhecimento de uma pessoa sobre processos e produtos cognitivos, e o monitoramento e regulação ativa desse processo cognitivo (Flavell, 1979). Em outras palavras, metacognição foi definida como a capacidade de monitorar, avaliar / avaliar e fazer planos para a compreensão da aprendizagem (Okoro & Chukwudi, 2011) (p. 27). Para que a **aprendizagem significativa** ocorra, os alunos precisam vincular novos conhecimentos a conceitos relevantes previamente percebidos; caso contrário, ocorre a aprendizagem mecânica (Ausubel, 1968). Os **equívocos** são um obstáculo para a aprendizagem significativa é resistente a mudanças, especialmente por meio de estratégias de ensino tradicionais. Os equívocos permanecem mesmo após o ensino formal de ciências (Guzzetti, 2000; Stavy, 1991; Wandersee et al., 1994) (p.27). O **modelo instrucional 7E** [...] possui 7 fases: Elicitação, Engajamento, Exploração, Explicação, Elaboração, Avaliação e Extensão. Entre os diferentes métodos centrados no aluno e estratégias metacognitivas, os modelos instrucionais 7E são úteis para extrair o conhecimento prévio e equívocos dos alunos e para ensinar para entendimentos conceituais (Bybee et al., 2006; Eisenkraft, 2003) e planejamento, monitoramento e avaliação de estratégias metacognitivas (p. 27).
Descrição resumida da EEM	
Resultados	Os resultados da ANOVA mostraram que o modelo instrucional 7E suportado com estratégias metacognitivas teve um efeito significativamente superior sobre os outros métodos instrucionais para melhorar a compreensão conceitual dos alunos e minimizar equívocos (p. 26)
Conclusões dos autores	Quando os alunos são apoiados com estratégias metacognitivas de planejamento, monitoramento e avaliação, eles se beneficiaram muito com o Modelo instrucional 7E na compreensão de conceitos e na minimização de equívocos. [...]o Modelo Instrucional 7E com Estratégia Metacognitiva ajudou os alunos a compreenderem os conceitos de forma mais eficaz do que os outros métodos de ensino, a porcentagem de conceitos errôneos dos estudantes também foi reduzido nesse grupo. [...] O gênero não tem nenhum efeito significativo na aprendizagem dos alunos (p. 39).

Quadro 66 (final): Ficha de extração de significantes – EEM Modelo instrucional 7E com orientação metacognitiva

Anexo IV - Triangulação da química

Representações macroscópicas / empíricas
(Experimentos e experiências, dados qualitativos e quantitativos, observações)

[Perguntas orientadoras: “O que posso observar?” “Quais dados posso coletar?]



Representações teóricas moleculares / atômicas / submicroscópicas (por exemplo, elétrons, átomos, moléculas)

[Perguntas de orientação: "O que está acontecendo com os átomos, moléculas e elétrons na matéria que estou estudando ou pensando?" “Como posso visualizar os eventos em nível molecular / atômico?” “Como posso entender o que não consigo ver?”

Representações simbólicas / comunicativas (por exemplo, modelos de bola e bastão, fórmula estrutural, modelos de computador, equações químicas)

[Perguntas de orientação: "Como posso me comunicar com outras pessoas sobre o que observo e sobre os dados que coleto?" Como posso me comunicar com as pessoas sobre os eventos que ocorrem em nível molecular / atômico que não consigo ver?”

Planilha heurística desenvolvida para sala de aula (THOMAS, 2017, p. 22)

TRIANGULAÇÃO é o processo mental consciente de tentar relacionar e conectar todos os três tipos de representação referentes às espécies e fenômenos químicos, para que possamos desenvolver uma compreensão da química. Podemos começar a pensar sobre como relacionamos e conectamos o que sabemos sobre qualquer fenômeno químico, mudança, reação, substância, sistema ou evento usando esses três tipos de representação. Quando fazemos isso, podemos começar a pensar sobre como desenvolvemos nossa compreensão da química (THOMAS, 2017, p. 22).

Anexo V – A sequência e o propósito das atividades desenvolvidas na estratégia (MFM) Modelagem com Ferramentas Metacognitivas

Título da atividade	Propósito	Dados coletados / ferramentas metacognitivas
Sonda (consulte o Apêndice)	Atrair a compreensão atual dos alunos sobre eletricidade	• Os alunos escolheram um aluno na sonda para concordar e explicar sua escolha • Os alunos são atribuídos a grupos com alunos que escolheram diferentes respostas para promover a discussão e o debate • Os grupos discutem suas seleções e registram os pensamentos do grupo em um pôster
Pôster inicial		• Os grupos criam uma representação visual de seus pensamentos iniciais.
Modelo físico inicial	Teste as previsões iniciais dos alunos sobre o circuito; alunos coletam observações concretas	• Os alunos replicam o sistema mostrado na sonda para testar a previsão inicial • Os grupos registram suas observações em seus pôsteres • O professor conduz a discussão da classe
Atualização de pôster	Obter compreensão do grupo sobre eletricidade	• Os grupos adicionam novas informações aos seus pôsteres e avaliam as informações anteriores.
Reflexão 1a / 1b	Extraia o conhecimento atual dos alunos sobre eletricidade	• Os alunos completam a reflexão escrita individualmente para indicar se a discussão em grupo ou modelo físico mudou seu pensamento
Segundo modelo físico	Os alunos continuam testando as previsões iniciais ...	• Com base na discussão da classe, os grupos usam fios, lâmpadas e baterias adicionais para explorar as variações do modelo físico • Os grupos registram suas observações em seus pôsteres • O professor conduz a discussão da classe
Atualização de pôster	Obter compreensão do grupo sobre eletricidade	• Os grupos adicionam novas informações aos seus pôsteres e avaliam as informações anteriores
Reflexão 2	Atrair a compreensão atual dos alunos sobre eletricidade	• Os alunos completam a reflexão escrita individualmente para indicar se a discussão em classe ou o segundo modelo físico mudou seu pensamento
Analogia	Fornece um sistema concreto para visualizar o conceito abstrato da direção do fluxo atual	• O professor apresenta a analogia de um sistema de água para fornecer um exemplo concreto de fluxo de corrente (como um segue para a simulação), bem como para introduzir vocabulário relevante (corrente, tensão, resistência)
Simulação	Visualize o fluxo de elétrons dentro do circuito e como o fluxo muda quando o circuito muda	• Os alunos constroem circuitos usando a simulação e observam o que acontece quando eles mudam a corrente e a tensão no circuito • Os grupos registram suas observações em seus pôsteres • O professor conduz a discussão da classe

Tabela 3: Sequência e o propósito das atividades desenvolvidas na estratégia (MFM) Modelagem com Ferramentas Metacognitivas Fonte: (WADE-JAIMES; DEMIR; QURESHI, 2018)

Atualização de pôster	Obter compreensão do grupo sobre eletricidade	• Os grupos adicionam novas informações aos seus pôsteres e avaliam as informações anteriores
Reflexão 3	Atrair a compreensão atual dos alunos sobre eletricidade	• Reflexão escrita individual dos alunos para indicar se a analogia e / ou simulação mudou seu pensamento
Modelo matemático	Derive a relação matemática entre corrente, tensão e resistência	• Os alunos usam os dados coletados durante a simulação para criar um gráfico de tensão vs. Corrente. • O professor conduz uma discussão sobre a interpretação do gráfico para derivar a lei de Ohm.
Reflexão final	Atrair a compreensão atual dos alunos sobre eletricidade	• Reflexão escrita completa individual dos alunos, descrevendo como seu pensamento mudou desde a investigação.

Tabela 3: Sequência e o propósito das atividades desenvolvidas na estratégia (MFM) Modelagem com Ferramentas Metacognitivas Fonte: (WADE-JAIMES; DEMIR; QURESHI, 2018)

Anexo VI - Proposta de aplicação de conteúdo sobre Bioenergética sob a perspectiva da EMPNOS

Proposta de abordagem da Bioenergética utilizando comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência

Neste tópico apresentamos a proposta de instrução de conteúdos científicos sobre Bioenergética utilizando resumos introdutórios, experimentos simples e comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência (Peters e Kitsantas, 2010).

A metodologia utilizada nesta esta instrução inclui itens propostos por Libâneo (2013) como preparação, introdução dos assuntos, desenvolvimento, estudo ativo, sistematização e aplicação e tarefa de casa, envolvendo momentos de trabalho em grupo e momentos de trabalho individual.

O plano foi produzido conforme a proposta do autor cujos objetivos específicos incluem a aprendizagem de conteúdos científicos introdutórios sobre pH, Respiração aeróbica e Fotossíntese, ao mesmo tempo em que são estimulados ao uso de ferramentas da metacognição e aprenderem sobre um dos aspectos da natureza da ciência proposto por Mc Comas (2005) na qual as evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência.

O período proposto para a tarefa é de três aulas. Nas duas primeiras, são desenvolvidos os conteúdos, experimentos em grupo e a utilização de comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência. Na terceira aula, que ocorre em outro dia, realiza-se a retomada do assunto. Neste momento são discutidos entre os grupos os relatórios finalizados durante a tarefa de casa.

Durante o processo são realizadas avaliações informais e avaliações formais (Libâneo, 2013) em diferentes momentos. Antes do início de cada conteúdo científico, realiza-se uma avaliação prévia com bases na aprendizagem significativa de Ausubel, com o objetivo de obter informações sobre experiências anteriores que os alunos possuem a respeito do tema. Na sequência, ao longo do processo, são propostas avaliações formativas. Estas permitem aos aprendizes reconhecer progressos, inconsistências e equívocos de modo que possam se orientar sobre os procedimentos adequados para a reorganização de suas atitudes nos empreendimentos de

aprendizagem. Estas avaliações também permitem a solução dos problemas que possam surgir durante o desenvolvimento das tarefas. (Hoffman, 1994; Andriola & Araújo 2018;; Santos Vieira & Lima, 2019)

A instrução está estruturalmente organizada de modo que sejam trabalhados conceitos introdutórios de quatro teorias das ciências da natureza sendo; I. Noções de acidez, alcalinidade e indicadores de pH; II. Introdução à Respiração celular aeróbica; III. Influência do CO_2 sobre o pH da água e IV. Introdução à Fotossíntese.

Para apoiar empiricamente as ideias científicas sobre as teorias, são propostos três experimentos para: I. Verificar a acidez ou alcalinidade de produtos caseiros; II. Verificar a presença de CO_2 através da mudança de pH da água **e** III. Verificar alterações no pH da água em função da luz que incide sobre uma planta aquática.

Ao longo do desenvolvimento da instrução, são fornecidos aos aprendizes, listas de verificação contendo comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência, divididos em quatro fases do desenvolvimento da autorregulação : I; Observação; II Emulação; III. Autocontrole e IV. Autorregulação. (Zimmerman, 2000)

O desenvolvimento da proposta está descrito nos tópicos a seguir.

Teoria 1

Ácidos, bases e soluções.

Quando dissolvidas em água, algumas substâncias, como o ácido clorídrico (HCl) liberam íons H^+ (prótons), estas substâncias são chamadas de **ácidos**. Outras, como o Hidróxido de sódio (NaOH), liberam íon OH^- (hidroxila) ou aceitam prótons de ácidos; são chamadas de **bases** ou **álcalis**.

Dependendo das substâncias presentes em uma solução, esta pode apresentar acidez ou alcalinidade, isto é, concentração variável de prótons H^+, ou íons hidroxila OH^- dissolvidos. A presença de um ácido, por exemplo, aumenta a concentração de H^+; a presença de uma base aumenta a concentração de OH^-.

Existe uma escala que mede esta variação, chamada de escala de pH (potencial de hidrogênios iônicos), que vai de 0 a 14. O pH 7 indica que a solução é neutra, ou seja,

a concentração de H+ é igual a de OH-. Qualquer valor de pH abaixo de 7 indica solução ácida e qualquer valor de pH acima de 7 indica solução básica. A figura 22 representa a escala de pH.

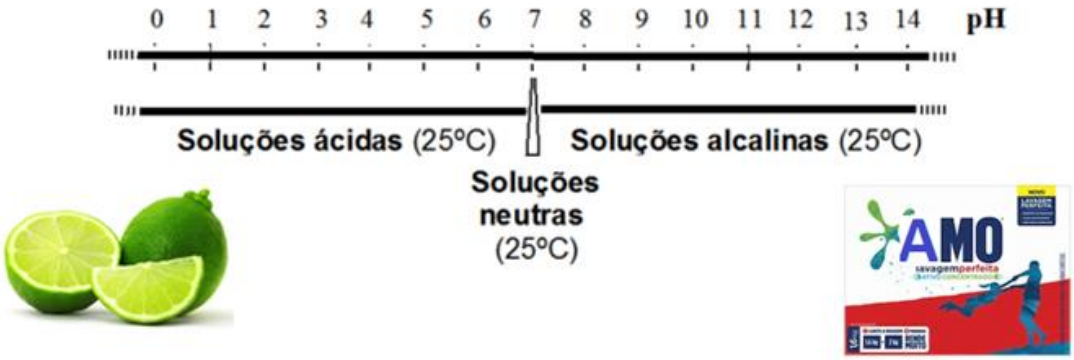


Figura 22: : Escala de pH – Adaptado de https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/images/thumb/a/a7/PH_figura.PNG/550px-PH_figura.PNG

Indicadores ácido-base.

São substâncias naturais ou sintéticas que apresentam a propriedade de mudarem de cor em função do pH, ou seja, os indicadores apresentam uma cor quando estão em meio ácido e outra cor quando estão em meio básico.

Existem diversos tipos de indicadores utilizados para a verificação de acidez ou alcalinidade de soluções. A tabela 4 apresenta alguns indicadores ácido-base e suas algumas de suas propriedades:

Indicador	Cor em pH abaixo da viragem	Intervalo aproximado de pH de mudança de cor	Cor em pH acima da viragem
Violeta-de-metila	Amarelo	0,0-1,6	Azul-púrpura
Azul-de-bromofenol	Amarelo	3,0-4,6	Violeta
Alaranjado-de-metila	Vermelho	3,1-4,4	Amarelo
Azul-de-bromotimol	Amarelo	6,0-7,6	Azul
Vermelho-de-metila	Vermelho	4,4-6,2	Amarelo
Vermelho-de-fenol	Amarelo	6,6-8,2	Vermelho
Fenolftaleína	Incolor	8,2-10,0	Rosa-carmim
Timolftaleína	Incolor	9,4-10,6	Azul
Amarelo-de-alizarina R	Amarelo	10,1-12,0	Vermelho
Carmim-de-indigo	Azul	11,4-13,0	Amarelo

Tabela 4: Indicadores ácido-base. Adaptado de https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/indicadores-acido-base.htm

Tomaremos como exemplo o Indicador Vermelho de fenol. Este indicador varia suas cores em uma faixa de pH entre 6,6 (ácido) e 8,2 (base). Em soluções ácidas a coloração se apresenta amarela e amarelada, em soluções neutras ou próximas de neutras assumem coloração alaranjada e em soluções básicas assumem coloração arroxeada. A figura 23 apresenta estas propriedades.



Figura 23: : Faixa de pH do Vermelho de fenol.

Experimento 1

Verificação da acidez ou alcalinidade de produtos caseiros de produtos caseiros

Materiais: - Cinco copos transparentes;

- Uma garrafinha (+ ou – 500 ml) de água;
- Solução indicadora de pH – Vermelho – Fenol;
- Proveta de 25 ml;
- Sabão em pó (+ ou – 2g);
- Limpador multiuso (+ ou – 2g);
- Água (+ ou – 2g);
- Limão (+ ou – 2g);
- Vinagre (+ ou – 2g);

Obs.: O vermelho de fenol pode ser encontrado em lojas de produtos para piscina.

Procedimento:

- Adicionar 20 ml (um dedo) de água em cada frasco (copo);
- Inserir o equivalente a 2g de cada um dos produtos, em cada frasco com água, respectivamente: Sabão em pó, limpador multiuso, água pura, limão e vinagre.
- Inserir sete gotas da solução indicadora de pH vermelho-fenol em cada frasco.
- Anotar com detalhes as observações sobre os procedimentos e os resultados.

A figura 24 apresenta os resultados do experimento:

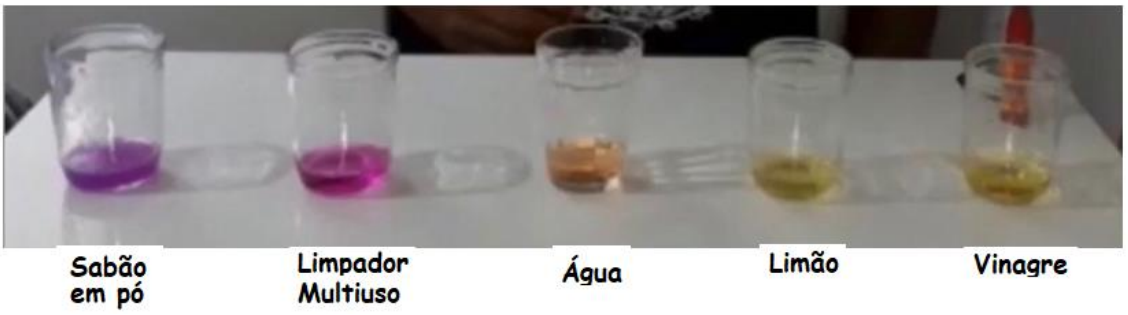


Figura 24: Resultado do experimento 1 com as cores tomadas pela solução de cada produto na presença do indicador de pH vermelho de fenol. Observa-se a coloração rosada nos produtos de pH básico, coloração alaranjada na água (pH neutro) e coloração amarelada nos produtos de pH ácido.

Como entram os comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência nesta etapa da aula? Utiliza-se a fase de **observação** (Zimmerman, 2000), deste módulo da EMPNOS. Neste momento os aprendizes realizam os procedimentos seguindo as

orientações do professor, ou seja, eles executam as etapas do experimento seguindo o modelo do professor que também executa o experimento. Antes de passar para a próxima etapa, o professor fornece aos aprendizes uma ficha (quadro 68) contendo as descrições sobre os procedimentos e os resultados obtidos de modo que possam observar como o investigador procederia na produção do relatório do experimento.

Tópico: Bioenergética – Respiração e Fotossíntese **Aspectos da Natureza da ciência: Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência** **Questão: Como a respiração e a fotossíntese podem influenciar no pH da água?**	
Fase 1 Observação	*Exemplo: Explicando as coisas em detalhes para que outras pessoas possam entender minha exploração. Com o objetivo de verificar o pH (acidez ou alcalinidade) de produtos caseiros, enfileiramos 5 copos. Em cada copo foi adicionado o equivalente a 20 ml (um dedo) de água de torneira. Em seguida foram inseridos cerca de 2g dos produtos em cada copo, respectivamente: Sabão em pó, limpador multiuso, água, vinagre e limão. Então em cada copo foram adicionadas 7 gotas de solução indicadora de pH vermelho de fenol. Como resultado, cada mistura contendo água, produto e vermelho de fenol assumiu cores, respectivamente: sabão – roxo escuro, limpador multiuso – roxo claro, água – alaranjado, limão – amarelo, vinagre – amarelo.*

Quadro 67: Fase de observação do experimento 1

Teoria 2

Respiração celular aeróbia – introdução

Uma das maneiras mais eficientes de retirar a energia contida nas ligações químicas de uma substância é provocar a reação de suas moléculas com o oxigênio. Isso acontece quando queimamos a gasolina ou a madeira. Neste processo denominado combustão, as ligações das moléculas do combustível são rompidas e átomos de carbono e hidrogênio estabelecem novas ligações com o oxigênio. Assim ocorre a liberação de energia na forma de luz e calor e formação de novas moléculas como água (H_2O) e gás carbônico (CO_2).

A respiração celular aeróbia corresponde a um processo relativamente semelhante, no entanto a liberação de energia é bem menos violenta do que a combustão. Desta forma, evita-se a destruição da célula.

A respiração celular aeróbia é um processo energético necessário à sobrevivência dos seres vivos aeróbios (animais e vegetais por exemplo). A principal molécula utilizada como fonte de energia pelas células é a glicose. A quebra de suas cadeias carbônicas durante a respiração celular aeróbia é feita de forma gradativa e a energia é liberada em pequenas porções que serão posteriormente utilizadas pelas células. O processo respiratório ocorre primordialmente no interior das mitocôndrias, organelas celulares presentes em células eucarióticas.

O processo de respiração celular aeróbia pode ser representado pela seguinte equação:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energia}$$

Essa equação “resume” o processo respiratório no qual reagem moléculas de glicose e oxigênio, sendo produzidas moléculas de gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) com liberação de energia.

Teoria 3

Em um ambiente aquático, o gás carbônico reage com a água, formando ácido carbônico. Este ácido acaba sofrendo ionização dando origem a íons H^+ e HCO_3^-. Quanto maior a concentração de gás carbônico na água, maior será a formação de ácido carbônico, mais ácido tende a ficar o meio. Observe a reação a seguir:

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

Experimento 2

Verificação da presença de CO2 através da mudança de pH da água

Materiais:

- Dois copos (frascos) transparentes;
- Água (200ml)
- Uma proveta de 25 ml;

- Indicador de pH vermelho-fenol;
- Um canudo.

Procedimento:

- Adicionar 20 ml (um dedo) de água em cada frasco;
- Adicionar dez gotas de vermelho-fenol em cada frasco com água;
- Utilizar o canudo para soprar durante dez segundos o conteúdo (água + indicador de Ph) de um dos frascos.
- Anotar com detalhes as observações sobre os procedimentos e os resultados.

A figura 25 apresenta os resultados do experimento 2.

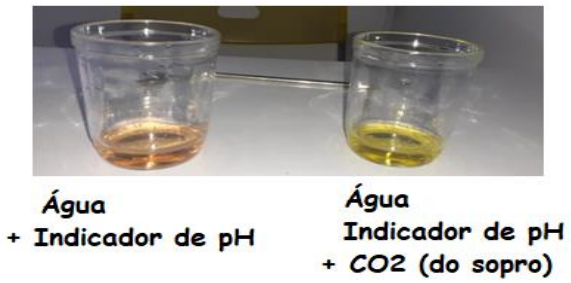


Figura 25: Resultado do experimento com as cores tomadas pela água na presença do indicador de pH vermelho de fenol. Observa-se coloração alaranjada na água pura (Ph neutro) e coloração amarelada (pH ácido) na água com CO2 da respiração obtido pelo sopro.

Como os comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência podem ser utilizados para as teorias 2 e 3 e o experimento 2?

Nesta etapa da aula, os alunos procedem de acordo com a fase de **Emulação** (Zimmerman, 2000), conforme descrito no tópico XXX. Ou seja, os alunos executam o experimento conforme orientação recebida (experimento 2) e produzem o relatório dos procedimentos, observações e resultados, orientados pela ficha apresentada no quadro 69:

Tópico: Bioenergética – Respiração e Fotossíntese **Aspectos da Natureza da ciência: Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência** **Questão: Como a respiração e a fotossíntese podem influenciar no pH da água?**	
Fase 1 Observação	Anote no caderno suas observações sobre o experimento:
Fase 2 Emulação	( ) Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto. ( ) Minhas observações são feitas de medidas com as quais outras pessoas podem concordar. Por exemplo, em vez de dizer "é grande", eu digo "O carro azul tem 20 cm de comprimento" ( ) Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório. ( ) Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências. ( ) Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões. ( ) Minhas observações não são julgamentos sobre o que vejo, ouço ou sinto.

Quadro 68: Fase de observação e emulação referente ao experimento 2

Teoria 4

Fotossíntese – Introdução

Vimos no tópico anterior que a respiração celular aeróbia é um processo extremamente necessário à sobrevivência das células de seres aeróbios, e que a principal fonte de energia utilizada é a glicose. No entanto as plantas não obtêm suas moléculas de glicose e outras moléculas orgânicas através da alimentação, como fazem os animais. Diferentemente, as plantas produzem suas moléculas de glicose e outras moléculas orgânicas através da fotossíntese.

A fotossíntese é um processo realizado pelas plantas, algas clorofiladas e algumas bactérias no qual a luz é utilizada como fonte de energia. Nos seres eucariontes, como algas e plantas, a fotossíntese ocorre numa organela conhecida como cloroplasto. De forma resumida podemos dizer que a energia luminosa é utilizada para a conversão de água e gás carbônico em de moléculas orgânicas, como a glicose por exemplo. Durante esse processo ocorre também a formação e liberação de oxigênio molecular (O_2).

O processo pode ser resumido a partir da seguinte equação:

$$6CO_2 + 12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

.

Dos compostos orgânicos elaborados pela fotossíntese:

a) parte é empregada na constituição e organização do próprio vegetal;

b) parte é metabolizada liberando a energia indispensável à manutenção das atividades da planta, através das reações de respiração aeróbia e fermentação;

c) parte é consumida como alimento pelos animais;

d) parte é decomposta pela ação de microorganismos;

e) parte passa a se fossilizar, podendo, no futuro, servir como combustível.

Considerando o item (b) é possível afirmar que plantas, algas e algumas bactérias realizam os dois processos energéticos, respiração celular aeróbia e fotossíntese. No entanto a velocidade da fotossíntese pode variar de acordo com a intensidade luminosa recebida pelo vegetal.

Na ausência de luz, a planta realiza apenas a respiração, consumindo oxigênio e matéria orgânica como a glicose produzida na fotossíntese. Conforme observado anteriormente, durante a respiração celular aeróbia há formação e liberação de água (H_2O) e gás carbônico (CO_2). Durante o dia, sob iluminação, a planta realiza tanto a respiração quanto a fotossíntese. A velocidade da respiração durante as 24 horas do dia não varia. Por outro lado à medida que a intensidade luminosa aumenta, ao longo do dia, a velocidade da fotossíntese também aumenta (até certo limite). Quando a velocidade da fotossíntese é igual à velocidade da respiração, a planta está em um estágio denominado **ponto de compensação fótica**. Nesta condição ela se mantém viva mas não se desenvolve pois a quantidade de alimento produzido e consumido é a mesma, assim como a produção e consumo dos gases O_2 e CO_2

Se a intensidade luminosa continuar aumentando, a velocidade da fotossíntese supera a velocidade da respiração. Nesta condição, a planta libera mais oxigênio do que consome e consome mais gás carbônico do que produz, assim passa a armazenar a matéria orgânica produzida a partir da absorção de gás carbônico e água do meio. Logo, para que a planta possa se desenvolver, é preciso que a taxa de fotossíntese seja superior à taxa de respiração por pelo menos algumas horas do dia.

A figura 26 apresenta a variação na taxa de fotossíntese em função da intensidade luminosa.

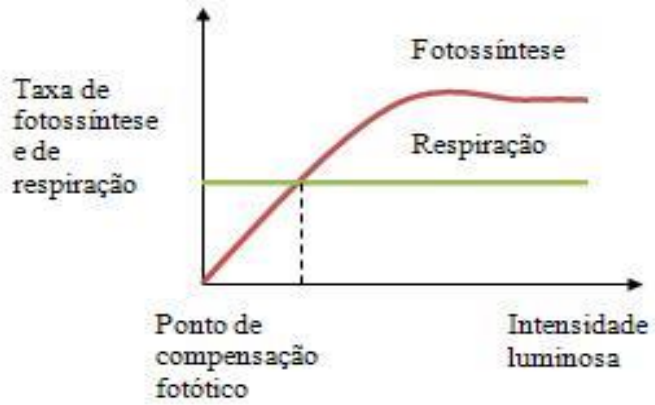


Figura 26: Ponto de compensação fótica e taxas de fotossíntese e respiração. Adaptado de http://www.colegioweb.com.br/wp-content/uploads/15069.jpg

Em um ambiente aquático as taxas de respiração e fotossíntese de plantas e algas podem influenciar no pH da água, conforme visto anteriormente. Isso ocorre porque o CO_2 dissolvido, liberado pela respiração, reage com a água formando o ácido carbônico. Este ácido acaba sofrendo ionização originando íons H^+ e HCO_3^-.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

Quanto maior for a liberação de CO2, como acontece na respiração, mais a reação ocorre para a direita, formando íons bicarbonato (HCO_3^-) e íons H+, tornando o meio ácido. Ao contrário, quanto maior for a absorção de CO_2 pela planta, como acontece na fotossíntese, mais a reação ocorre para a esquerda, assim retirando do meio os íons H+, tornando o meio menos ácido ou mais alcalino.

Experimento 3

Verificação da alteração do pH em função da luz sobre uma planta aquática

Materiais: - Oito copos (frascos) transparentes;

- Uma garrafinha (500ml) de água;
- Dois ramos (+ ou – 100g) da planta aquática Elódea;
- Indicador de pH vermelho-fenol;
- Uma cuba ou bacia opaca com altura suficiente para cobrir o copo;
- Uma toalha.
- Indicador de pH vermelho-fenol

Procedimento:

- Separar 4 copos;
- Adicionar uma porção da planta em dois copos (+ ou -) 50g em cada;
- Adicionar água aos copos com e sem plantas; (observar a figura 27)



Figura 27: Preparo para o experimento 3. Os copos com plantas representam o grupo experimental e os copos sem planta representam o grupo controle.

- Proteger da luz, dois copos. Um com planta outro sem planta;
- Expor à luz natural, dois copos. Um com planta outro sem planta (figura 28);



Figura 28: Amostras protegidas e amostras expostas à luz

- Aguardar 50 minutos;
- Após os 50 minutos, verter (+ ou -) 30ml da agua de cada copo (com e sem planta) em outros 4 copos (figura 29);



Figura 29: Amostras antes da adição do indicador de pH: 1 – água da planta não iluminada, 2 e 3 - controle (2 - água pura sem iluminação e 3 água pura iluminada), 4 – água da planta iluminada.

- Adicionar 10 gotas de indicador de pH vermelho-fenol em cada frasco (figura 30);

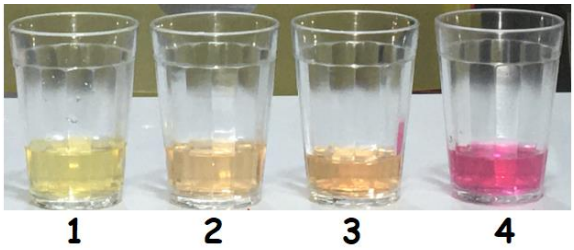


Figura 30: Amostras após a adição do indicador de pH: 1 – água da planta não iluminada, 2 e 3 - controle (2 - água pura sem iluminação e 3 água pura iluminada), 4 – água da planta iluminada.

- Anotar com detalhes as observações sobre os procedimentos e os resultados.

Como os comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência podem ser utilizados para a teoria 4 e o experimento 3?

Para estas teorias e experimento, sugerimos o avanço nas fases de desenvolvimento da autorregulação. Nesta etapa da aula, o aluno executa a fase do **autocontrole**. Assim ele realiza o experimento sob orientação do professor. No entanto a produção do relatório sobre os procedimentos e resultados do experimento deverá seguir os comandos metacognitivos, não só da fase de emulação, realizado no experimento anterior, como também da fase de autocontrole. Para isso o aluno recebe do professor a ficha representada pelo quadro 70:

Tópico: Bioenergética – Respiração e Fotossíntese **Aspectos da Natureza da ciência: Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência** **Questão: Como a respiração e a fotossíntese podem influenciar no pH da água?**	
Fase 1 Observação	Anote no caderno suas observações sobre o experimento:
Fase 2 Emulação	( ) Minhas observações descrevem o que vejo, ouço ou sinto. ( ) Minhas observações são feitas de medidas com as quais outras pessoas podem concordar. Por exemplo, em vez de dizer "é grande", eu digo "O carro azul tem 20 cm de comprimento" ( ) Minhas observações são claras para outras pessoas que não estão realizando este laboratório. ( ) Minhas observações vêm apenas dos meus cinco sentidos e não são inferências. ( ) Minhas observações podem ser usadas mais tarde para tirar conclusões. ( ) Minhas observações não são julgamentos sobre o que vejo, ouço ou sinto.
Fase 3 Autocontrole	1. Suas observações são claras para outras pessoas? Explique porque você pensa assim. 2. Verifique se há dificuldades para relacionar as observações com as teorias. O que pode ser feito para saná-las? 3. Verifique suas explicações contra suas observações. Eles fazem sentido juntos? Explique com um exemplo.

Quadro 69: Comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência para as fases de Observação, emulação e autocontrole.

Para finalizar o módulo da EMPNOS sobre o aspecto da natureza da ciência, *Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência*, concluindo com a fase de **autorregulação**, o professor fornece ao aluno a ficha contendo os comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência conforme segue no quadro 71.

Tópico: Bioenergética – Respiração e Fotossíntese **Aspectos da Natureza da ciência: Evidências empíricas são usadas para apoiar ideias na ciência** **Questão: Como a respiração e a fotossíntese podem influenciar no pH da água?**	
Fase 4 Autorregulação	• Outras pessoas podem entender sua observação fora de contexto? Como você sabe disso? • Sua observação é livre de qualquer julgamento? Explicar. • Suas observações são relevantes para o propósito da investigação? Explique como eles são. • Que grandes ideias (teoria) você usou para entender suas observações? Como você relacionou suas observações com a teoria? • Que generalizações podem ser feitas a partir de suas observações e explicações? • O seu pensamento sobre as observações e investigações se tornou mais parecido com o pensamento de um especialista? Por que você pensa assim?

Quadro 70: Comandos metacognitivos baseados na natureza da ciência para a fase de autorregulação.

Esta etapa deve ser realizada individualmente como tarefa de casa e o relatório final de cada estudante será discutido com os colegas do grupo e com a turma na próxima aula.