



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL PARA A SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE



RAUL DOS SANTOS NETO

**Uma Pesquisa Baseada em Design sobre o Facebook como espaço
de construção dialógica de conhecimento no Ensino de Física**

Área de Concentração: Ensino das Ciências e da Saúde
Linha de Pesquisa: Tecnologia Educacional nas Ciências e na Saúde
Orientadora: Dra. Miriam Struchiner

Rio de Janeiro
2020

Raul dos Santos Neto

Uma Pesquisa Baseada em Design sobre o Facebook como espaço de construção dialógica de conhecimento no Ensino de Física

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências e Saúde, Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Educação em Ciências e Saúde.

Orientadora: Dra. Miriam Struchiner

Rio de Janeiro
2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA

CIP - Catalogação na Publicação

DS237p DOS SANTOS NETO, RAUL
 Uma Pesquisa Baseada em Design sobre o Facebook
 como espaço de construção dialógica de conhecimento no
 Ensino de Física / RAUL DOS SANTOS NETO. -- Rio de
 Janeiro, 2020.
 212 f.

 Orientador: MIRIAM STRUCHINER.
 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, 2020.

 1. Pesquisa Baseada em Design. 2. Ensino de
 Física. 3. Ensino Mediado pelas TDIC. I. STRUCHINER,
 MIRIAM, 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.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - CCS
INSTITUTO NUTES DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE
Coordenação do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências e Saúde - PGECS

Doutorado "Educação em Ciências e Saúde"

ATA DA SESSÃO DA 063ª DEFESA DE TESE DE DOUTORADO EM "EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE" REALIZADA EM 26/03/2020.

Aos vinte e seis dias do mês de março do ano dois mil e vinte, reuniu-se em sessão pública remota, através de videoconferência, conforme Resolução CEPG nº 01, de 16 de março de 2020, a Banca Examinadora da tese intitulada "**UMA PESQUISA BASEADA EM DESIGN SOBRE O FACEBOOK COMO ESPAÇO DE CONSTRUÇÃO DIALÓGICA DE CONHECIMENTO NO ENSINO DE FÍSICA**" de autoria do(a) doutorando(a) **RAUL DOS SANTOS NETO** candidato(a) ao título de DOUTOR(A) EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE, turma de 2015. A Banca foi constituída pelos professores *Miriam Struchiner (Orientadora)*, *Francisco Roberto Pinto Mattos*, *Deise Miranda Vianna*, *Agnaldo da Conceição Esquincalha* e *Isabel Gomes Rodrigues Martins*, sob a presidência da primeira. Às oito horas e trinta minutos a sessão foi aberta pelo(a) Senhor(a) Presidente que deu início aos trabalhos convidando o(a) candidato(a) a fazer breve exposição sobre a tese em julgamento, concedendo-lhe, para isso, o prazo máximo de 40 minutos. Terminada a exposição, o(a) Presidente passou a palavra aos(as) participantes da Banca Examinadora, esclarecendo que cada um(a) deles(as) dispunha de até 20 minutos para a sua arguição e o(a) candidato(a) do mesmo tempo para as correspondentes respostas. A arguição foi iniciada pelo(a) Prof(a). *Francisco Roberto Pinto Mattos*, seguindo-se a este(a) o(a) Prof(a). *Deise Miranda Vianna*, o(a) Prof(a). *Agnaldo da Conceição Esquincalha*, o(a) Prof(a). *Isabel Gomes Rodrigues Martins* e o(a) Prof(a). *Miriam Struchiner*, orientador(a) da tese. O(A) doutorando(a) respondeu satisfatoriamente, tendo a Banca considerado a tese **APROVADA**. O(A) Presidente da Banca Examinadora deu por encerrada a sessão às 13 horas e 0 minutos e, para constar, foi lavrada a presente Ata que, lida e aprovada por todos os membros da Banca e pelo(a) discente, foi assinada pelo(a) Senhor(a) Presidente.

Miriam Struchiner
Prof.ª Associada - Matr. 0112453
Chefe do Lab. Tecnologias Cognitivas
NUTES / UFRJ

Treine enquanto eles dormem, Estude enquanto eles se divertem, Persista enquanto eles descansam, E então, viva o que eles sonham”. Provérbio Japonês.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, em primeiro lugar, a Deus pela vida, recursos e oportunidades. Também dedico este trabalho a minha família que me deu todo suporte para que esse momento chegasse. De forma especial, a minha esposa pelo estímulo, apoio e paciência por todas férias que não tiramos.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Miriam Struchiner, que soube me inspirar e conduzir nos difíceis caminhos da construção de uma tese e de um estágio no exterior. Muito obrigado por esta rica oportunidade, em termos profissional e pessoal.

À CAPES pela oportunidade de vivenciar a rica experiência de um estágio na Holanda pelo programa do PDSE.

À professora Susan McKenney e ao professor Tom Reeves pelas preciosas contribuições no período que estive em Enschede, Holanda, as quais me impactaram para toda vida profissional.

À toda a equipe do LTC e aos amigos com quem tive a oportunidade de conviver e aprender durante essa importante etapa de minha formação profissional.

À professora Isabel Martins e ao professor Agnaldo Esquinca que participaram da qualificação, pelas grandes contribuições com o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Ricardo, supervisor do PIBID, que me recebeu em seu espaço com tanto carinho, respeito e desejo de contribuir para a Educação

Aos licenciandos que participaram do projeto pelo PIBID por tamanha gana de aprender e trabalhar. Vocês foram uma inspiração neste trabalho.

Aos amigos da escola que acolheram o projeto. Vocês me fizeram sentir em casa.

Aos professores e professoras do CEFET Petrópolis por todo apoio e divisão de carga de trabalho neste período.

À Lúcia e ao Ricardo pela eficiência e dedicação, com quem sempre pude contar para ajudar a resolver todos os problemas.

Aos amigos que, pacientemente, suportaram minhas ausências neste período.

À minha família que também soube entender os momentos de ausência e, mesmo assim, me deu todo apoio.

À minha mãe que soube me estimular a estudar e a enfrentar todas as dificuldades que a vida apresentou, sendo ela própria um exemplo de trabalho e dedicação.

Aos meus tios do Rio de Janeiro que, desde a época da faculdade, me apoiaram e receberam em suas casas para alimentar a alma, a mente e o corpo. Em especial ao meu tio Marcos pela inspiração, apoio e muitas outras coisas. Muito obrigado!

A você Ester, minha amada, que caminhou comigo, lado-a-lado, neste período sabendo respeitar minha falta de tempo, ouvindo minhas lamúrias, viajando comigo a trabalho para incontáveis lugares (e sem reclamar...), pelas leituras de artigos e tese. Sem seu apoio, nada disso teria sido possível e suportável. Te amo!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo produzir princípios de design sobre o uso do Facebook como suporte para melhorar o diálogo de alunos do Ensino Médio sobre um tema específico da Física - a relatividade do Tempo. Para tal, a Pesquisa Baseada em Design (PBD) foi utilizada por ser um referencial multimetodológico e, ao mesmo tempo, flexível em relação às etapas da pesquisa. As justificativas para a escolha da PBD se dá, principalmente, por seu compromisso de buscar solução de problemas em contextos reais, de forma colaborativa, culminando em princípios de design sobre o uso de um artefato educacional. Foram usadas as quatro fases apontadas por Reeves (2000) para a PBD, as quais são: análise do problema educativo, desenvolvimento do artefato pedagógico, realização da intervenção pedagógica e reflexão para produzir princípios de design. Essas fases, embora não ocorram de forma linear, conferem particularidades ao processo, na medida em que são realizadas a partir de diferentes focos, atividades dos sujeitos e objetivos. O trabalho foi realizado em parceria com alunos da licenciatura em Física de uma Instituição Federal de Ensino, um professor de Física da Rede Estadual de Ensino e alunos da escola básica, todos no contexto do Programa de bolsas de iniciação à Docência (PIBID). A parceria iniciada no PIBID procurava desenvolver estratégias pedagógicas para superar as dificuldades de se ensinar Física em um mundo altamente tecnológico, mas que enfrenta problemas sérios de engajamento dos alunos, preparo dos professores e distância entre o currículo de Física e a realidade do aluno. Para coleta de dados, foram utilizadas as transcrições das gravações em áudio das reuniões do PIBID, diário de campo e as postagens dos alunos no Facebook. Durante a coleta, construção e análise dos dados, foram usadas aportes teóricos que ajudaram a compreender melhor as especificidades de cada etapa. Por exemplo, na fase de identificação do problema educativo (fase inicial da PBD) foi utilizada a Teoria da Atividade (ENGESTRÖM, 1987) para entender o trabalho coletivo, identificar os objetivos de cada grupo e como as contradições existentes em toda atividade humana, acabam por gerar novas compreensões e processos. Em outra etapa, a identificação do aprendizado dos alunos sobre o tema Tempo, utilizou outros aportes teóricos para observar o aprendizado que os alunos apresentavam, quando precisavam produzir explicações sobre fenômenos da ciência. Como resultados, dentre outros, percebeu-se que a falta de clareza e comunicação adequadas inviabiliza o artefato. Isso ocorre exatamente por ser óbvio demais, fazendo que os parceiros não dêem a devida atenção para a comunicação e clareza dos objetivos e papéis dos participantes. Também foi identificado que o Facebook não serve para todos propósitos no ensino de Física, mas pode promover habilidades e competências de comunicação em termos de saber a estrutura das explicações científicas e tipos de comunicação. Outro achado interessante é que o Facebook apresentou um potencial para dar voz aos alunos, uma vez que os mesmos alegaram que se sentiam mais ouvidos na plataforma e que o registro deixava tudo mais organizado. Por fim, embora os achados da pesquisa sejam relacionados a um contexto particular, a análise desse processo, oferece subsídios para a investigação em outras experiências. Dessa forma, este trabalho pode contribuir tanto para o Ensino de Física quanto para a metodologia da Pesquisa baseada em Design.

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa Baseada em Design; Ensino de Física; Ensino Mediado pelas TDIC.

ABSTRACT

This present work aimed to produce design principles on the use of Facebook as a support to improve the dialogue of high school students on a specific subject of Physics - the relativity of Time. For this, Design-Based Research (DBR) was used because it is a multi-methodological framework and, at the same time, flexible in relation to the research stages. The justifications for choosing DBR are mainly due to its commitment to seek to solve problems in real contexts, in a collaborative way, culminating in design principles on the use of an educational artefact. The four phases pointed out by Reeves (2000) for DBR were used, which are: analysis of the educational problem, development of the pedagogical artefact, carrying out the pedagogical intervention and reflection to produce design principles. These phases, although they do not occur in a linear way, give particularities to the process, insofar as they are carried out from different focuses, subjects' activities and objectives. The work was carried out in partnership with undergraduate students in Physics at a Federal Education Institution, a Physics teacher from the State Education Network and students from the basic school, everyone in the context of the Teaching Initiation Scholarship Program (PIBID). The partnership initiated at PIBID sought to develop pedagogical strategies to overcome the difficulties of teaching Physics in a highly technological world, but which faces serious problems of student engagement, teacher preparation and distance between the Physics curriculum and the student's reality. For data collection, transcripts of audio recordings of PIBID meetings, field diaries and students' posts on Facebook were used. During the collection, construction and analysis of the data, theoretical contributions were used that helped to better understand the specifics of each stage. For example, in the educational problem identification phase (initial phase of the PBD), Activity Theory was used (ENGESTRON, 1987) to understand the collective work, identify the objectives of each group, and how the contradictions existing in all human activity produce new understandings and processes. In another step, the identification of students' learning on the theme of Time, we used other theoretical contributions to observe the learning that students presented when they needed to produce explanations about science phenomena. As a result, among others, it was noticed that the lack of clarity and adequate communication makes the artefact unfeasible. This is precisely because it is too obvious, causing the partners not to pay due attention to the communication and clarity of the objectives and roles of the participants. It was also identified that Facebook does not serve all purposes in the teaching of Physics, but it can promote communication skills and competencies in terms of knowing the structure of scientific explanations and types of communication. Another interesting finding is that Facebook presented a potential to give students a voice since they claimed that they felt more heard on the platform than in the classroom and that the registration made everything more organized. Finally, although the research findings are related to a particular context, the analysis of this process offers subsidies for research in other experiences. In this way, this work can contribute both to the Teaching of Physics and to the methodology of Research based on Design.

Keywords: Design-Based Research; Physic Teaching; Teaching by ICT

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 3.1.1 Fases da PBD	58
Tabela 3.3.1 Dimensões de análise da apropriação da linguagem social da ciência e parâmetros avaliativos da produção textual dos alunos.	85
Tabela 3.3.2 Relações Semânticas da explicação de Newton sobre o Tempo	92
Tabela 3.3.3 Relações Semânticas do discurso de Einstein <i>apud</i> Robilotta (2001) sobre o Tempo:	93
Tabela 4.1 Tabela de sistemas de atividades dos Licenciandos	99
Tabela 4.2 Tabela de sistemas de atividades dos Alunos da EB	99
Tabela 4.3 Tabela de sistemas de atividades do Professor da EB	100
Tabela 4.4 Resumo dos principais observações sobre a identificação do problema	110
Tabela 4.5 Tabela de respostas dos alunos G-1	121
Tabela 4.6 Tabela de respostas dos alunos G-2	122
Figura 3.1.1 - Quadrante de Pasteur	50
Figura 3.2.1: Sistema de atividades ampliado por ENGESTRÖN	64
Figura 3.2.2 - Características das manifestações das contradições	73
Figura 4.2: Imagens antes de depois das conversas com a turma	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
- IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura)
- PSSC (Physical Science Study Committee)
- Funbec (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências)
- Projeto de Ensino de Física (PEF)
- Universidade de São Paulo (USP)
- Ministério da Educação e Cultura (MEC),
- Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN)
- Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME).
- Lei de Diretrizes e Bases (LDB)
- Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)
- Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)
- Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)
- Ciência, Tecnologias e Sociedade (CTS)
- Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)
- Escola Básica (EB)
- Ensino Médio (EM)
- Parâmetros Curriculares Nacional (PCN)
- Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC)
- Pesquisa Baseada em Design (PBD)
- Conselho Nacional de Educação (CNE-CP)
- Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)
- Computer supported collaborative Learning (CSCL).
- World Wide Web (WEB)
- Sites de Redes Sociais (SRS)
- Licenciando-1 (L-1), e assim sucessivamente;
- Aluno-1 (A-1) e assim sucessivamente
- Pesquisador (Pq)
- Professor de Física da escola básica (PF).
- Grupo-1 (G-1) e assim sucessivamente.

ANEXOS

ANEXO A - questionário demanda professor	161
ANEXO B - questionário alunos licenciatura	162
ANEXO C - questionário alunos E.B.	163
ANEXO D - questionário crenças de autoeficácia	164
ANEXO E - Sequência didática	165
ANEXO F - Resumo sobre o filme Interestelar	169
ANEXO G - Crenças de Autoeficácia Docente no Ensino de Física: Uma Análise sobre o Percurso de Formação Docente	172
ANEXO H - Um Panorama Sobre a Integração do Conhecimento Tecnológico na Formação de Professores de Ciências	190
ANEXO I - A Exploração De Diferentes Mídias Nas Aulas De Física Para O Ensino Médio: Uma Proposta Com O Tema Usinas Geradoras De Energia Elétrica	204

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextos e justificativas	14
1.2 Objetivos da pesquisa	19

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Contextos	22
2.1.1 Considerações sobre o ensino de Física no Brasil	22
2.1.2 TDIC no Ensino de Física	33
2.2 - Conceitos	
2.2.1- Relações entre o trabalho colaborativo, ambientes virtuais e a formação docente para o uso das TDIC.	39
2.2.2- O Uso do Facebook no Ensino	43
2.2.3- Comunidades de Aprendizagem	45

3 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

3.1 - A Pesquisa Baseada em Design	49
3.1.1- Características da PBD	49
3.1.2- Fases da PBD	56
3.2 - A Teoria da Atividade	60
3.2.1- Breve discussão sobre a TA	61
3.2.2 - Diferença entre atividade e ação	63
3.2.3- O papel das contradições na aprendizagem	69
3.2.4 - Manifestações das contradições	71
3.3- Explicações científicas em sala de aula	74
3.3.1- Apropriação e domínio	79
3.3.2- Formação de conceitos	80
3.3.3- Conceitos na ciência	82
3.3.4- Um exemplo de discurso da Ciência sobre o Tempo	89

4 - Resultados e Discussões	
4.1- Identificação dos problemas	94
4.2- Planejamento do uso do artefato	111
4.3- A intervenção	114
4.4- Análise da intervenção	124
5 Princípios de Design e Conclusões	131
Referências	143

1- Introdução

1.1- Contextos e Justificativas

Atuando como professor de Física da rede pública e privada, pude perceber o quão difícil é ensinar. Por conta disso, sempre procurei aprender mais sobre esse ofício e buscar novas abordagens de ensino. Contudo, a carga horária excessiva nem sempre permitia uma reflexão mais acurada sobre os problemas educacionais e sobre minhas práticas em sala de aula.

Uma oportunidade de pensar sobre minha prática pedagógica surgiu quando passei a atuar como supervisor de alunos na Licenciatura em Física no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Este programa foi fundamental para promover um ambiente de discussão reflexiva sobre minha atuação como professor em um espaço real. Assim, no PIBID, pude não somente me sentir revigorado no desejo de aprender mais sobre minha prática como, também, tive a oportunidade de voltar a um espaço formativo que já estava distante - a Universidade.

É importante destacar que o PIBID foi criado em 2007 pelo Governo Federal como uma das iniciativas de política de formação inicial de docentes. Esta iniciativa visava, principalmente, a valorização do magistério, a melhoria na formação docente e a aproximação entre a Universidade e a Escola Básica. Sua administração é conduzida pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Trata-se de um programa com grande amplitude, cuja previsão para 2020 é ter atendido, desde sua origem, o montante de quase 300 mil alunos da licenciatura, distribuídos em mais 850 campi de 302 instituições formadoras públicas e privadas, sendo que, em 29 dessas, há também programas para as áreas da educação escolar indígena e do campo.

Em uma das muitas atividades desenvolvidas dentro do PIBID, houve uma que me chamou a atenção em particular - A dificuldade de utilizar as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) em minhas aulas. Naquela ocasião, acreditei que trabalhando com alunos da licenciatura seria mais fácil pois achava que os licenciandos poderiam ter maior domínio que eu sobre a TDIC, por conta da

conta uma formação universitária mais atualizada sobre o uso da mesma. Porém, para minha surpresa, não foi fácil como imaginava. Este fato me fez questionar se a formação docente moderna estava levando em consideração a imersão dos alunos atuais na Sociedade da Informação (CASTELLS, 1989). Desta forma, entendi que precisava conhecer mais sobre o assunto tanto pelo fato de que vivemos na Sociedade da Informação, quanto pela pressão a qual o professor é submetido para acompanhar, e incorporar, essas mudanças dentro de sala de aula.

Por fim, alguns anos mais tarde, tive a oportunidade de ingressar como docente no Ensino Superior, exatamente na licenciatura em Física. Na ocasião, também atuei como coordenador de área no PIBID, além de ter ingressado no doutorado em Educação em Ciências. Portanto, este presente trabalho, o qual investiga a integração das TDIC no ensino de Física, tem estreitas relações com o PIBID tanto na escolha do tema da tese quanto dos atores sociais .

Mais especificamente, esta pesquisa surgiu após a procura feita por um professor da Escola Básica, que também atuava como supervisor do PIBID, o qual afirmou que tinha interesse de melhorar a participação de seus alunos nas aulas de Física pelo uso do Facebook. Ele acreditava que a proposta poderia gerar maior protagonismo dos alunos e uma melhor organização de seus materiais de estudos.

O interesse em aprofundar o conhecimento sobre o uso do Facebook no Ensino de Física também é corroborada por três motivos. O primeiro motivo é a falta de clareza sobre as possibilidades de uso das redes sociais para fins educacionais, uma vez que as mesmas não foram criadas para esta finalidade (BLONDER, 2015). Por exemplo, quando observamos a literatura sobre essas possibilidades de utilização do Facebook como ambiente de aprendizagem, os estudos apresentam contrastes de opinião. Uns são contrários ao uso, alegando que os alunos podem ser afetados negativamente em seus estudos acadêmicos, fazendo com que invistam menos tempo no trabalho acadêmico (KIRSCHNER E KARPINSKI, 2010; JUNCO, 2012). Por outro lado, outro estudo o considera válido (PRESCOTT et al., 2013) para a aprendizagem em nível universitário, uma vez que os alunos observados relataram que o Facebook facilitou sua integração social na vida universitária e os ajudou a se comunicar com seus pares (uso informal do Facebook). Já, MADGE et al (2009) estudaram universitários do Reino Unido,

concluindo que o Facebook é uma importante ferramenta na integração social dos estudantes na universidade.

A segunda motivação reside na dificuldade de ensinar e aprender Física. A literatura aponta que isso ocorre porque o ensino de Física no país tem variados problemas, tais como: inadequada formação de professores; não faz relação adequada entre teoria e prática experimental; tem dependência excessiva do livro didático; dá ênfase ao método expositivo; tem reduzido número de aulas; além de um currículo desatualizado e descontextualizado (MOREIRA, 2018; PEDRISA, 2001; DIOGO e GOBARA, 2007; MOREIRA, 2000; GASPAR, 1995). Neste sentido, o uso do Facebook poderia ampliar o tempo de contato dos alunos com o tema estudado em sala de aula, além de dar um protagonismo maior aos alunos na construção do próprio conhecimento.

A terceira motivação está relacionada com o desafio de conseguir maior engajamento dos alunos nas aulas. Variados trabalhos abordaram este tema, buscando identificar fatores, internos e externos, que possibilitam um maior engajamento dos alunos. A justificativa é porque o engajamento estudantil é visto como um fator que facilita o aprendizado, melhora o desempenho acadêmico e cria maior interesse pela ciência (FRIEDMAN e GINSBURG, 2013; MALTESE e TAI, 2010; OSBORNE e DILLON, 2008).

Neste sentido, os Estudos Socioculturais darão um importante auxílio para a compreensão de como os contextos educacionais e as formas de socialização podem desempenhar um papel importante para dar suporte ao engajamento dos alunos e para a apropriação de conhecimento (WERTSCH, 1998; ENGSTRÖM, 2001). Pesquisadores (BROWN 2006; LEMKE 1990) apontam uma tendência para escolhas de maneiras particulares de se comportar e "falar ciência" nas salas de aula, que são privilegiadas em detrimento de outras. Neste sentido, esta pesquisa procura dar uma contribuição para a área, ao tentar entender como o Facebook pode auxiliar para criar um ambiente de colaboração, que melhore o engajamento dos alunos, tentando contextualizar parte do currículo e ampliando o tempo de discussões sobre a temática escolhida para discutir no Facebook. Foram utilizados alguns autores (WERTSCH, 2008; LEMKE, 1990; MCNEIL, 2006; BRAATEN, 2011) para auxiliar na identificação dos tipos e qualidade do aprendizado dos alunos

demonstrados nas explicações sobre o tema de Física trabalhado com a turma, e postados no Facebook.

É importante destacar que o professor da Escola Básica (EB) havia feito uma tentativa de usar o Facebook no ano letivo anterior. Porém, ele alegou que encontrou dificuldades em três pontos: 1) dar um retorno aos alunos sobre suas postagens de forma rápida; 2) promover maior interação entre os alunos; 3) avaliar o aprendizado dos alunos. Assim, a partir de reuniões no PIBID, foi escolhido, de forma colaborativa, o tema Tempo como tema gerador das discussões em sala de aula e no Facebook.

A escolha do tema Tempo se deu, principalmente, por conta de três razões: 1) Currículo; 2) Pelo entendimento do grupo que o tema poderia fomentar argumentação com assuntos próximos ao cotidiano; 3) E, porque há pouca exigência matemática para a estruturação de argumentações sobre o Tempo.

Mais especificamente, no caso do currículo, a justificativa se dá pelo fato de que tanto o PIBID, quanto a Escola Pública, são estimulados a observarem as orientações curriculares em seus planejamentos. Neste sentido, tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), quanto o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, recomendam que sejam trabalhados temas de forma a desenvolver habilidades e competências específicas. Por exemplo, o PCN+ orienta que habilidades e competências de discussão, e argumentação, sobre temas de interesse de ciência e tecnologia, bem como o entendimento, e criação, de modelos explicativos de fenômenos naturais são muito importantes para a formação do cidadão, devendo ser levados em consideração no planejamento (BRASIL, 2002; SEEDUC-RJ, 2012). Nesse contexto, o tema Tempo, além de ser parte do currículo do primeiro ano do EM (turma escolhida para a intervenção), pode auxiliar no desenvolvimento das habilidades e competências requeridas pelos documentos oficiais.

Além disso, diversos autores que têm defendido que o ensino da Ciência não deve ser resumido apenas aos conteúdos de uma determinada ciência (MARTINS, 2007; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2011; GUERRA, REIS e BRAGA, 2013). Mas, é preciso que o ensino permita o desenvolvimento de competências e habilidades referentes às características essenciais da própria ciência e da

produção do conhecimento científico, promovendo uma reflexão sobre a Natureza da Ciência (LEDERMAN, 2007; ABDEL-KHALICK, 2012; MACCOMAS e OLSON, 1998). Neste sentido, o grupo acreditou que a reflexão sobre o Tempo poderia favorecer a argumentação, e ao protagonismo dos alunos, uma vez que a história da ciência mostra que questionamentos como - Por que o tempo parece passar mais devagar quando somos crianças e mais rápido quando somos adultos? Se não tivéssemos relógios o tempo deixaria de existir? desempenharam um grande papel na construção da visão cosmológica do universo (MARTINS e ZANETIC, 2002). Principalmente, quando se avalia que o tema Tempo apresenta questões subjetivas e ligadas ao senso comum que são, aparentemente, triviais e intuitivos. Por exemplo, o senso comum define o tempo como se fosse apenas uma relação entre passado, presente e futuro, pertencente a uma ordem cronológica, possuindo uma lógica causal de um tempo que simplesmente se sucede, como se sucedem os efeitos às causas, como os antecedentes se encadeiam aos consequentes. Entretanto, uma análise mais profunda revela questões não intuitivas e complexas que modelam novas forma de ver o mundo (AMARAL, 2003; SOUZA, ZANETIC e SANTOS, 2011).

Portanto, o problema de pesquisa era entender se, e como, o Facebook poderia ser usado para promover maior engajamento dos alunos nas aulas de Física e, conseqüentemente, propiciar maior aprendizado da mesma, o que também demandava uma forma de avaliar o aprendizado do conteúdo escolhido. É importante destacar que o objeto de pesquisa não é o Facebook em si como se ele sozinho pudesse realizar algo (foco no instrumento). Mas, é observar seu uso para promover engajamento e aprendizado, ou seja, é uma avaliação conjunta dos agentes fazendo uso de uma ferramenta sociocultural para alcançar um objetivo (WERTSCH, 1998).

A partir da busca de uma solução de um problema de sala de aula, que demandava algum tipo de produto pedagógico para a solução do mesmo, e porque todos no PIBID desejavam investigar os possíveis caminhos de solução e sobre como isso poderia ser usado em outros contextos, foi entendido que o estudo se enquadra na abordagem metodológica da Pesquisa Baseada em Design (PBD). A opção pela (PBD), mais conhecida pela sigla DBR (Design-Based Research), se

justifica porque que esta pesquisa tem foco no trabalho colaborativo para: 1) a identificação de um problema em um contexto real; 2) a construção de um artefato pedagógico para a solução do mesmo e; 3) o desenvolvimento de princípios de design que possam ser replicados em outros contextos; 4) compromisso de ampliar conhecimento sobre a teoria de fundo que foi utilizada na coleta e análise de dados (WANG e HANNAFIN, 2005).

Desta forma, o objetivo geral desta PBD foi construir princípios de design para integrar o Facebook a partir de um contexto educacional específico de ensino de Física, de forma a promover trabalho colaborativo e influenciar na construção de novas formas de pensar e explicar sobre o tema Tempo

Objetivos específicos:

- Estabelecer parceria, e trabalhar de forma colaborativa, com o professor de Física da Escola Básica, com os alunos da Licenciatura em Física para aprofundar o problema educacional e suas soluções possíveis;
- Identificar e fundamentar os problemas, e potencialidades, relacionados ao uso do Facebook como espaço de diálogo na construção de conhecimento;
- Descrever quais desafios são encontrados para trabalhar em grupo naquele contexto sociocultural, com as ferramentas escolhidas para o trabalho;
- Identificar quais suportes são necessários fornecer, para o trabalho colaborativo ocorrer e para fomentar a argumentação dos alunos da E.B.
- Observar como as contradições da atividade moldam a noção sobre o objeto, regras de trabalho e divisão de tarefas.
- Identificar mudanças nas explicações científicas dos alunos sobre o tema Tempo, após as atividades e como elas se relacionam com a abordagem do tema Tempo que foi levado para sala de aula.
- Analisar o percurso do planejamento até a intervenção para construir os princípios de design com base nesse processo.

Procurando dar um panorama sobre o trabalho, será comentado, brevemente, sobre as teorias de fundo que foram utilizadas na PBD e sobre os capítulos da tese.

Foram utilizadas as lentes teóricas dos Estudos Socioculturais para melhor compreender o contexto da pesquisa e seus atores sociais. Também foram usadas as contribuições de alguns autores específicos (WERTSCH, 2008; LEMKE, 1990, McNEIL, 2006; BRAATEN, 2011) para analisar as explicações dos alunos sobre o tema escolhido pelo fato de ter sido uma solicitação do professor da EB (avaliar o aprendizado do conteúdo). A justificativa da primeira escolha se dá porque a reivindicação central da perspectiva Sociocultural é que o mundo externo ao indivíduo molda e transforma fundamentalmente o funcionamento mental. Nesta perspectiva, há um destaque para o papel das ferramentas empregadas para a realização das ações humanas, onde a realização de uma ação pode ser significativamente alterada, dependendo das ferramentas que o sujeito disponha para realizá-la num dado momento histórico, social e cultural. Desta forma, o pressuposto desta pesquisa é que a introdução de uma ferramenta como o Facebook no contexto escolar, observando as explicações dos alunos sobre o tema tempo, tem grande potencial de promover discussões, permitindo o protagonismo do aluno e, ao mesmo tempo, promovendo novas formas de pensar e discursar.

No caso das explicações elaboradas pelos alunos sobre temas científicos, as escolhas se justificam no entendimento de que a ciência tem uma linguagem específica, relacionada com as práticas e os produtos históricos da comunidade científica. Assim, o estudante precisa se apropriar do uso acordado desta linguagem para, também, desenvolver um entendimento sobre certos temas científicos e explicá-los quando forem requeridos. Portanto, nesta abordagem, aprender ciências consiste em aprender a usar uma linguagem conceitualmente especializada para ler, escrever, resolver problemas e atuar no mundo. Entretanto, é necessário ir além de jargões e termos técnicos e aprender a usar o discurso no contexto adequado e com um valor semântico correto.

Os capítulos seguintes abordam os seguintes tópicos: No capítulo 2 é apresentada uma revisão de literatura sobre o ensino de Física no Brasil, sobre as relações entre o trabalho colaborativo, ambientes virtuais e a formação docente, sobre o uso do Facebook no Ensino. No capítulo 3 é apresentada uma discussão sobre os referenciais teórico-metodológicos que serão utilizados, como o da

Pesquisa Baseada em Design (PBD), o da Teoria da Atividade (TA) e sobre as explicações científicas.

No capítulo 4, de apresentação dos Resultados, os mesmos são mostrados em conformidade com as etapas propostas por REEVES (2005) para PBD, as quais são: identificação dos problemas e contextos; construção do artefato; análise da intervenção. Por fim serão apresentadas as conclusões e os princípios de design.

2 Revisão de Literatura

Este capítulo apresenta revisões da literatura em dois aspectos - um de contexto e outro de conceitos. Por exemplo, na parte de contextos são apresentadas algumas pesquisas e apontamentos sobre o Ensino de Física mostrando o desenvolvimento do campo no Brasil. Também são mostrados trabalhos que comentam sobre o uso das TDIC na Física e, em particular, sobre o Facebook. Por fim, como trabalho colaborativo é fundamental para os propósitos deste trabalho, a parte de conceito define alguns termos usados na pesquisa, tais como trabalho colaborativo, comunidades e mediação de trabalho por tecnologias.

2.1 Contextos

2.1.1 Considerações sobre ensino de Física no Brasil

Quando pensamos sobre o ato de ensinar Física, ao longo dos séculos, podemos inferir que é, provavelmente, uma atividade tão antiga como a própria Física. No entanto, o Ensino de Física, enquanto área de pesquisa em Educação, é relativamente recente. MATTOS e GASPAR (2002) afirmam que uma possibilidade de datação de seu início é no meio do século XIX, quando apareceram os primeiros livros didáticos de Física, ainda que possa ser questionado se esses textos tinham tido alguma fundamentação teórico pedagógica consciente. Somado a isso, a normatização do ensino, em 1946, culminou no surgimento do IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura), que implantou vários projetos de ciências no país, que despertaram muitos pesquisadores para estudar sobre o ensino de Física (NARDI, 2005).

Analisando o histórico do ensino de Física no Brasil, nas últimas décadas, GASPAR (2004) lembra que houve muitas tentativas de melhorá-lo. Por exemplo, surgiram vários projetos tais como o PSSC (Physical Science Study Committee), que teve sua edição na década de 60, no Brasil, feita pela Editora Universidade de Brasília e Funbec (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências); O Projeto Harvard (Harvard Project Physics), lançado em 1975 e o

Projeto de Ensino de Física (PEF) criado pelo Instituto de Física da USP em convênio com o Ministério da Educação e Cultura (MEC), o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) e a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME). Praticamente, todos tinham a proposta de levar o aluno a aprender pela descoberta por meio de atividade experimental individual. Nestas propostas, as experiências dariam ao aluno a possibilidade de simular o papel do cientista na descoberta da ciência. A atuação dos professores de Física era a de reproduzir modelos aprendidos ao longo de sua formação ou modelos didáticos elaborados por especialistas, que não tinham contato mais próximo com a Escola Básica. Vários pesquisadores do Ensino de Física apontam que, nesse modelo de ensino, o papel do professor se manteve quase sempre inalterado, com exceções de ações pontuais e locais e que não levavam em consideração fatores culturais, sociais e históricos (MOREIRA, 1999 e 2018; CAMARGO e NARDI, 2003; GASPAR, 2004; ROSA e ROSA, 2004; ROSA, 2007; NARDI, 2005; CARVALHO, 1996).

ROSA (2012), ao comentar sobre essas tentativas de promover novas abordagens pedagógicas, afirmou que as mesmas tiveram variadas visões epistemológicas. Por exemplo, a partir da década de 1960, o modelo de ensino passa a ser centrado na participação ativa dos alunos envolvidos em experimentos e com foco na observação de fenômenos. Contudo, em sala de aula prevalecia o ensino por transmissão/recepção, reforçado pela concepção empirista/indutivista. Segundo o autor, na década seguinte surgiu uma nova visão de ensino de Ciências, com foco nas “concepções alternativas” dos alunos. Nesse modelo construtivista de ensino-aprendizagem, o aluno deveria construir o seu conhecimento pela interação com o objeto do conhecimento, com a visão de que os estudantes têm ideias alternativas e pessoais, influenciadas pelo contexto e que, em sala de aula, é necessário resgatar estes conceitos para então discutir o “novo”. Mas, de concreto, houve pouca alteração, principalmente no Brasil e, após seu apogeu, no final da década de 1970 e início de 1980, inicia o “movimento de mudança conceitual”, direcionando pesquisas nacionais para estudos de conflito cognitivo. Os professores deveriam criar situações de conflito em sala de aula, para que os alunos insatisfeitos buscassem a mudança conceitual, ou seja, a substituição dos conhecimentos.

Entretanto, “novamente em sala de aula pouca coisa se efetivou, continuando o ensino de Ciências baseado na transmissão/recepção” (ROSA, 2012, p.11).

Assim, todas as propostas de alteração do modelo de ensino desenvolvido, desde o século XIX, não passam de indicativos de investigações, pouco contribuindo para a qualificação do ensino da Física. Os documentos oficiais foram igualmente recheados pelas novas propostas pedagógicas, mas de efetivo nada pode ser observado (BARCELLOS; 2013; SALEN, 2012).

No final do século XX, a estrutura e o funcionamento do ensino nacional passaram por uma grande reforma com a nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB) - Lei 9.394/96 de 20/12/1996. Esta lei sofreu influências das teorias em evidência na ocasião, como as interacionistas e as sociointeracionistas de Piaget e Vygotsky, respectivamente. Entretanto, a inovação da Lei se encontra na estrutura e na organização do sistema de ensino e não, tão aprofundadamente, em seus aspectos epistemológicos (ROSA, 2012).

Este quadro permanece o mesmo até os dias atuais, onde pesquisas no Ensino de Física buscam novas perspectivas, que levem em consideração o que já foi pesquisado e o conhecimento que já foi construído pela área, inclusive sobre o que não foi produtivo. Assim, é importante destacar que os projetos mencionados, mesmo aqueles que não alcançaram os resultados esperados, trouxeram consequências tanto para a formação de professores, quanto para sua prática pedagógica (ALVES, 2000), além de inspirar uma “agenda de pesquisas” no Ensino de Física (SALEM, 2012, DALBEN et al, 2010; BARCELLOS, 2013).

Na área de Ensino de Física, algumas áreas temáticas foram criadas para organizar eventos ou para orientar autores na submissão de artigos em revistas. Neste sentido, SALEM (2012) discute que os termos linhas, enfoques, campos, áreas, focos ou categorias temáticas vêm sendo criados ou utilizados ao longo dos anos, tendo em vista identificar e analisar as principais tendências da Pesquisa em Ensino de Física. Eventos da área como o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) têm fornecido as divisões das áreas temáticas, que vêm referenciando linhas de pesquisa em Ensino de Física, ao levantar e delinear as principais tendências de pesquisa. Dentre as várias divisões

existentes, SALÉM (2012) sugere a seguinte estrutura temática para analisar a produção da Pesquisa em Ensino de Física: Processos Cognitivos de Ensino-Aprendizagem; Materiais, Métodos e Estratégias de Ensino; Seleção de Conteúdos e Organização do Conhecimento; Formação de Professores e Prática Docente; História, Filosofia e Sociologia da Ciência; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Divulgação Científica e Educação em Espaços Não-Formais; Tecnologias da Informação e Comunicação; Ciência, Educação Científica e Cultura; Educação, Política e Sociedade; Pesquisa em Ensino de Ciências / Física.

Analisando a produção da área nas últimas décadas, SALEM (2012) verificou que os trabalhos que abarcam tópicos ou conceitos Físicos compõem um conjunto relativamente grande, nos diferentes períodos analisados. Nestes trabalhos, o conhecimento aparece tal como tradicionalmente é abordado no Ensino Médio ou Superior, presentes na maior parte dos livros didáticos ou tratados nos cursos de Física (Mecânica, Calor, Ondas, Eletricidade etc). Em outros, o conhecimento é focalizado por meio de temas ou questões relacionadas ao mundo ou à própria ciência contemporânea, tais como energia, ambiente, transportes, nutrição, telefonia celular; ou ainda à própria ciência contemporânea, como são os casos de tópicos de Física moderna, cosmologia, caos e complexidade. No entanto, a autora revela que, no início dos anos 2000, começam a aparecer mais sistematicamente essas novas temáticas, particularmente associadas a questões ambientais, recursos energéticos e novas tecnologias, bem como a intensificação de trabalhos sobre a Física Moderna e sobre a Cosmologia.

Mudanças de foco no campo podem ser percebidas ao longo dos anos. Por exemplo, na década de 90, havia um marco particular na linha das pesquisas sobre os aspectos cognitivos da aprendizagem, com grande foco nas investigações sobre Concepções Espontâneas, que alcançou seu auge em meados da década de 1990, e começou, a partir de então, a declinar, dando lugar às investigações sobre Mudanças Conceituais e Modelos Mentais (SALEM, 2012). A autora ainda comenta que, no mesmo período, a linha de estudos sobre Formação de Professores começa a se estabilizar e ganhar uma identidade específica, destacando-se as investigações sobre a Prática Docente. Houve um deslocamento da ênfase das pesquisas, dos anos 90, sobre formação inicial e continuada, para uma nova preocupação em

analisar o perfil do professor e sua prática profissional, referenciados nas teorias e proposições sobre práxis e reflexão na ação.

Na década seguinte (anos 2000), houve destaque para o surgimento e o crescimento de trabalhos na linha das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), especialmente como recursos didáticos para o ensino formal. Também há um crescimento, já iniciado no final da década passada no país, de trabalhos que enfatizam o papel da linguagem na construção do conhecimento. Outro destaque nesse período é a intensificação das investigações sobre a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Básico e na formação de professores (SALEM, 2012).

Neste mesmo período, pesquisas sobre História e Filosofia da Ciência passaram a ter um enfoque mais específico, concentrando-se em abordagens que tratam de seu uso como estratégia ou aplicação didática na aprendizagem das Ciências. Neste sentido, abordagens sobre as relações entre Ciência, Tecnologias e Sociedade (CTS) passam a ser contempladas, além do surgimento de “Novas Temáticas” que abrangem questões de cidadania, dimensões sociais, ambientais e éticas do mundo contemporâneo.

Finalmente, na segunda metade dos anos 2000, as abordagens socioculturais, ou sociointeracionistas, passaram a ocupar mais atenção das pesquisas, com destaque, ainda, para a linguagem, as interações discursivas em sala de aula e a negociação de significados entre diferentes culturas. Tais abordagens marcam uma nova “agenda de pesquisa” na linha cognitiva, que se instaura nesses anos mais recentes. Nesse campo, Vygotsky, Leont’ev, Lúria, Wertsch e Engeström são os referenciais teóricos mais frequentes no domínio da relação entre pensamento e linguagem, fundamentada na “Teoria da Atividade”.

No entanto, em uma revisão de literatura sobre o Ensino de Física, com foco em trabalhos sobre o Ensino Médio, RESENDE et al. (2009) relatam que ainda é possível perceber a ênfase colocada nos aspectos cognitivos do ensino-aprendizagem de Física, deixando de fora outros aspectos envolvidos e, assim, não fazendo justiça à complexidade do processo. Por exemplo, entre os quase 100 trabalhos analisados sobre ensino-aprendizagem de Física no EM, observou-se que a produção se apoia sobre um tripé: desenvolvimento de

experimentos para o laboratório didático (maior concentração dos trabalhos), seguida de propostas de metodologias e estratégias de ensino e da elaboração de recursos didáticos. Assim, segundo os autores, a ênfase nos aspectos experimentais no ensino-aprendizagem da Física esconde concepções que deveriam ser problematizadas, como por exemplo, a visão da Física como uma ciência exclusivamente experimental, a visão empirista da ciência e da aprendizagem, na medida em que os trabalhos apostam, muitas vezes, na demonstração do fenômeno Físico como meio suficiente para a construção do conhecimento, caracterizando-o como um processo passivo.

Mais recentemente, no final dos anos 2000, começam a se esboçar estudos sobre as relações entre multiculturalismo e gênero e os processos de ensino e aprendizagem nas ciências. As pesquisas na linha das TDIC, como no período anterior, concentram parcelas relativamente expressivas, passando a contemplar, além de suas aplicações no ensino escolar presencial, o campo do Ensino a Distância (EaD), que começa a ser alvo de investigações, particularmente na formação de professores.

Por fim, é importante salientar que o campo da Pesquisa em Ensino de Física está em constante movimento e que outras variáveis mais recentes impactarão tanto na formação de professores quanto na Pesquisa em Ensino de Física no Brasil. Dentre elas, destacamos o próprio PIBID como espaço formador (ZEICHENER, 2010) e as mudanças propostas no currículo de Física como as da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Como já mencionado, o PIBID enquanto política governamental de formação inicial de docentes, se alinha a propostas que procuram o aperfeiçoamento, e valorização da carreira docente, para além das fronteiras da universidade e de forma distinta do estágio supervisionado (GATTI et al, 2014; BRAIBANTE 2012; SCHEIBE, 2010).

Os propósitos do PIBID fundamentam-se em incentivar a formação de professores para Educação, promovendo a inserção dos licenciandos no espaço escolar antes da formação, constituindo-se em um espaço híbrido de formação (ZEICHNER, 2010).

Neste sentido, alguns estudos (BERVIAN et al, 2019; FELÍCIO (2014) defendem que o PIBID tem potencial para ser considerado como um terceiro espaço de formação por possibilitar que o coordenador atue como um mediador na transição do espaço de formação (Instituição de Ensino Superior, IES) e atuação (Escola da Educação Básica), o supervisor seja um coformador dos futuros professores pela vivência no ambiente profissional ainda na graduação. A pesquisa de HERBER et al (2017) corrobora com a anterior sugerindo que o PIBID impacta na formação inicial de professores ao proporcionar a experiência de bolsistas relacionadas ao planejamento, estudo de metodologias e o conhecimento de diferentes realidades de escolas da Educação Básica.

Neste sentido, é possível afirmar que o PIBID está alinhado com a visão de NÓVOA (2009; 2012) de que o resgate da profissionalidade docente se dá por meio da formação de professores dentro do contexto de atuação num movimento de partilha entre futuros professores, professores da Educação Básica e do Ensino Superior. O autor ainda discute esse aspecto, comparando com exemplos de outras profissões (medicina, engenharia e arquitetura), apontando que a colegialidade, a partilha e as culturas colaborativas não se impõem por via administrativa ou por decisão superior, mas pela forma como construíram parcerias entre o mundo profissional e o mundo universitário (NÓVOA, 2012). O autor propõe uma nova compreensão do “bom professor” por meio de cinco disposições para caracterizar o trabalho docente: o conhecimento, a cultura profissional, o tato pedagógico, o trabalho em equipe e o compromisso social.

Sobre os momentos relacionados às disposições - cultura profissional e tato pedagógico, NÓVOA (2009) identifica cinco posições necessárias no processo formativo: as práticas, a profissão, a pessoa, a partilha e o público. Essas posições apresentadas por NÓVOA (2009) também podem ser observadas no último edital da CAPES para o PIBID em 2020, o qual destaca cinco princípios da iniciação à docência nos seguintes tópicos: I - o desenvolvimento de atividades em níveis crescentes de complexidade em direção à autonomia do aluno em formação; II - valorização do trabalho coletivo e interdisciplinar; III - intencionalidade pedagógica clara para o processo de ensino-aprendizagem dos objetos de conhecimento da Base Nacional Comum Curricular; IV - estímulo à inovação, à ética profissional, à

criatividade, à inventividade e à interação dos pares; e V - aperfeiçoamento das habilidades de leitura, de escrita e de fala do licenciando.

No que diz respeito às características de uma iniciação à docência, o edital do PIBID (2020) recomenda que sejam observadas ações com diversificados olhares, dentre os quais destacamos: estudos sobre o contexto educacional; sobre o desenvolvimento de ações nos diferentes espaços escolares a partir do diálogo e da articulação dos membros do programa, e destes com a comunidade escolar; o cotejamento da análise de casos didático-pedagógicos com a prática e a experiência dos professores das escolas de educação básica, em articulação com seus saberes sobre a escola e sobre a mediação didática dos conteúdos; o desenvolvimento, testagem, execução e avaliação de estratégias didático - pedagógicas e instrumentos educacionais, incluindo o uso de tecnologias educacionais e diferentes recursos didáticos. Pode-se alegar que essas dimensões corroboram para a visão do PIBID como terceiro espaço de formação, além de estarem alinhadas aos objetivos desta tese.

Em relação à BNCC e suas implicações para o ensino da Física, é necessário situar que a BNCC se insere contexto amplo das políticas públicas educacionais, bem como nas discussões sobre a definição do que se deve ensinar na educação básica. Conseqüentemente, ao abordarmos essa questão, há de se considerar perspectivas das políticas públicas da educação e dos estudos do currículo, bem como tendências identificadas a partir de pesquisas destas áreas. Nesse sentido, autores têm destacado a grande diversidade de perspectivas e acepções de noções sobre currículo (LOPES e MACEDO, 2011; SILVA, 2005).

Em relação ao currículo, é importante lembrar que as escolhas feitas para a BNCC estão relacionadas com visões sobre ensino-aprendizagem (LOPES e MACEDO, 2011). Por exemplo, na última versão da BNCC, os processos e práticas de investigação receberam um destaque especial pela perspectiva de que a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio. Segundo o próprio documento da BNCC (BRASIL, 2017), ao aproximar os estudantes de procedimentos e instrumentos de investigação estes se colocam como protagonistas do próprio processo de aprendizado. Assim, a BNCC valoriza procedimentos tais como: identificar problemas, formular questões, identificar

informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2017).

Ainda segundo a BNCC (BRASIL, 2017), a abordagem investigativa deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental.

Neste sentido, as análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação. Propõe-se que os estudantes do Ensino Médio ampliem tais procedimentos, introduzidos no Ensino Fundamental, explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema.

Outro aspecto que deve ser valorizado diz respeito às formas de comunicação da ciência. Neste sentido, são reconhecidas as diversas formas de usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, como fundamentais para a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Portanto, aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão. Para tal, a visão da BNCC para o Ensino Médio conduz ao pensamento de que este letramento científico deve promover a compreensão e a apropriação desse modo de “se expressar” próprio das Ciências da Natureza pelos estudantes (BRASIL, 2017). Isso significa, por exemplo, garantir: o uso pertinente da terminologia científica de processos e conceitos; ou, ainda, o envolvimento em processos de leitura, comunicação e divulgação do conhecimento científico, fazendo uso de imagens, gráficos, vídeos, notícias, com aplicação ampla das tecnologias da informação e comunicação. Tudo isto é fundamental para que os estudantes possam entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico, além de

lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.

Essa perspectiva está presente nas competências específicas e habilidades da área por meio do incentivo à leitura e análise de materiais de divulgação científica, à comunicação de resultados de pesquisas, à participação e promoção de debates, entre outros. Pretende-se, também, que os estudantes aprendam a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, para diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e implementar propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis (BRASIL, 2017).

Entretanto, algumas críticas e análises importantes precisam ser feitas sobre a BNCC. Por exemplo, é necessário refletir não apenas sobre “o que” está na BNCC, mas também sobre “por que este conhecimento e não outro” (SILVA, 2005). É fundamental nos voltarmos para quais foram os interesses e disputas envolvidos e quais perspectivas foram privilegiadas no documento. Nesta mesma direção de nos aproximarmos do processo de elaboração da BNCC em sua complexidade, entendemos as políticas públicas enquanto trajetória, processo inserido em múltiplos contextos de influência, formulação e produção da política, além dos contextos das práticas dos agentes envolvidos nessa produção e dos seus efeitos (LESSARD; CARPENTIER, 2016).

Um dos problemas que a literatura aponta, é que ocorre uma dispersão de disciplinas, além de não haver uma discussão mais aprofundada sobre os objetivos na formação desejada para os jovens nessa faixa etária, a partir da qual fosse possível definir uma estrutura curricular adequada (FRANCO e MUNFORD, 2018; MACEDO, 2015; MOZENA e OSTERMANN, 2016).

Neste sentido, FRANCO e MUNFORT (2018) apontam que as transformações observáveis nas três versões da BNCC podem comprometer a educação em ciências. Por exemplo, segundo os autores, a versão atual gira em torno aspectos conceituais e não favorece a articulação entre outros domínios do conhecimento científico escolar, como a contextualização social e histórica, as

práticas investigativas e a linguagem das ciências, ainda que estas dimensões sejam mencionadas como importantes. A relevância deste debate se deve também quando consideramos os propósitos desta tese de observar como os contextos afetam as ações dos participantes e a linguagem da ciência pode ser trabalhada em sala de aula, e como ambas podem ser articuladas no planejamento.

Neste sentido, a observação curricular sobre o “domínio das linguagens específicas das Ciências da Natureza” destaca a relevância de se compreender as influências dos processos sociais sobre como o conhecimento científico é comunicado, representado e discutido. Por isso, o tema será melhor discutido no capítulo III desta tese.

Por fim, a noção de linguagem deve ser levada em consideração no planejamento de currículos de ciências porque, ao se reconhecer a influência de questões de subjetividade e poder, reconhece-se a centralidade do contexto da prática para o currículo e seus sujeitos (professores e alunos). A visibilidade da linguagem em um currículo de ciências cria possibilidades para discutir o papel do discurso no ensino nos vários contextos de construção do currículo, além de desafiar noções de estabilidade em torno do conteúdo, fomentando uma dimensão de movimento, interação, negociação, disputa e construção social.

2.1.2 - TDIC no Ensino de Física

Um outro importante fator que passou a ser considerado no Ensino de Física é que estamos na sociedade da informação, onde a crescente circulação de informação e conhecimento vem acarretando mudanças irreversíveis. Neste contexto, o papel tradicional do professor transmissor de informação, protagonista central das trocas entre seus alunos e guardião do currículo, entrou em crise em um mundo interconectado (COLL, 2010; COX, 2009). Assim, não podemos desprezar dentre todas as tecnologias criadas pelos seres humanos, aquelas relacionadas com a capacidade de representar e transmitir informação, ou seja, as TDIC. Estas se revestem de uma especial importância por afetarem praticamente todos os âmbitos de atividade das pessoas, desde as formas e práticas de organização social até o modo de compreender o mundo, de organizar essa compreensão e de transmiti-la para outras pessoas (COLL, 2010). Desta forma, é importante avaliar como os indivíduos trabalham em colaboração para a realização de uma atividade mediada pelas TDIC.

No Ensino de Física, são reconhecidos os méritos que as TDIC nos fornecem dentro da sala de aula, em relação à troca de informações, à obtenção de novos dados e à possibilidade de simulação de variados problemas (VIANA e ARAÚJO, 2004). Contudo, também são conhecidas várias dificuldades que os professores têm para selecionar os tópicos e estratégias de acordo com a nova realidade tecnológica dos alunos (MISHRA, 2006; COLL, 2010), corroborando para a manutenção do ensino tradicional, onde o papel do aluno é de mero observador e o protagonismo é do professor ou, em muitos casos, do livro didático (ROSA E ROSA, 2005; MORAES, 2011).

Também é importante discernir que uma aula tradicional, utilizando recursos tecnológicos, continua sendo tradicional. Desta forma, não adianta colocar um livro num formato digital e achar que isso é modernizar uma aula de Física. Por outro lado, modernizar uma aula não significa, também, inovar o tempo todo, mas que é necessário ficar atentos às mudanças que estão ocorrendo fora do contexto da escola e aos papéis dos agentes no processo educacional. Isso fica mais claro na fala de SANTAELLA (2003) que, ao comentar sobre o acesso à informação e às

novas formas de conexão, mobilidade e ubiquidade propiciadas pelas TDIC, destaca a necessidade de pensar novas formas de educar e de aprender, sem desprezar (ou eliminar) tecnologias anteriores. A autora observa que, ao contrário de levar as tecnologias anteriores ao desaparecimento, a mídia emergente vai se espremendo entre as outras e, gradativamente, encontra seus direitos de existência ao provocar uma refuncionalização nos papéis desempenhados pelas anteriores (SANTAELLA, 2013).

Em relação aos processos educativos em todos os seus aspectos (pedagógico e didático, curricular, de formação docente e discente e político), o maior desafio da educação, hoje, é o da criação de estratégias de integração dos quatro tipos de leitores, quais sejam o contemplativo, o movente, o imersivo e o ubíquo, ou seja, estratégias de complementação e não de substituição de um leitor pelo outro (SANTAELLA, 2013). Em relação aos tipos de leitores, a autora explica:

“O leitor contemplativo é o leitor meditativo da idade pré-industrial, da era do livro impresso e da imagem expositiva, fixa. Esse leitor nasceu no Renascimento e perdurou até meados do século XIX. O segundo tipo de leitor, o movente, é filho da revolução industrial e do aparecimento dos grandes centros urbanos: o homem na multidão, que foi lindamente retratado pelo escritor norte-americano Edgar Allan Poe no seu conto com o mesmo título. É, portanto, o leitor do mundo em movimento, dinâmico, das misturas de sinais e linguagens de que as metrópoles são feitas. Esse leitor nasceu também com a explosão do jornal e com o universo reprodutivo da fotografia, cinema, e manteve suas características básicas quando se deu o advento da revolução eletrônica, era do apogeu da televisão. O terceiro tipo de leitor, o imersivo, é aquele que brotou nos novos espaços das redes computadorizadas de informação e comunicação”. ((SANTAELLA, 2013, p.1).

Por fim, surge o leitor ubíquo que é fruto da mobilidade física do cidadão cosmopolita, que também recebeu o acréscimo da mobilidade virtual das redes. Antes dos equipamentos móveis, nossa conexão às redes dependia de uma interface fixa, os computadores de mesa. Enquanto as redes digitais, por sua própria natureza, são sempre móveis, a entrada nas redes implicava que o usuário

estivesse parado à frente do ponto fixo do computador. Agora, ao carregar consigo um dispositivo móvel, a mobilidade se torna dupla: mobilidade informacional e mobilidade física do usuário. Ambas mobilidades entrelaçaram-se, interconectaram-se e tornaram-se mais agudas pelas ações de uma sobre a outra.

A popularização gigantesca das redes sociais do ciberespaço não seria possível sem as facilidades que os equipamentos móveis trouxeram para se ter acesso a elas, a qualquer tempo e lugar. É justamente nesses espaços da hiper mobilidade que emergiu o leitor ubíquo, trazendo com ele um perfil cognitivo inédito que nasce do cruzamento e mistura das características do leitor movente com o leitor imersivo.

Entretanto, ainda que a grande oferta de informação potencialize a aprendizagem, é necessária orientação, sem a qual serão observados efeitos negativos que atingem particularmente aprendizes ainda imaturos. Assim, localizar conteúdos nas redes está se tornando cada vez mais um trabalho refinado e necessário. Entretanto, localizar não prescinde da capacidade seletiva, avaliativa e de utilização efetiva dos conteúdos. Sem o suporte da formação que a educação formal pode fornecer, torna-se difícil avaliar rapidamente o resultado de uma busca, “incluindo a confiabilidade, a autoria e a aceitação geral da fonte” (WARSCHAUER, 2006, p. 157).

Neste sentido, olhando para a educação formal e para as políticas que orientam a formação do professor no Brasil para as novas tecnologias, estas se pronunciam sobre esta necessidade formativa integradora das TDIC. Por exemplo, o Conselho Nacional de Educação (CNE-CP) recomenda, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (2002), que os cursos de licenciatura se pautem por um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos, dentre os quais destacamos: o aprimoramento em práticas investigativas; o uso de TDIC e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores e o desenvolvimento de hábitos de colaboração e de trabalho em equipe. Enquanto o quinto artigo, no inciso VI, do parecer da CNE-CP 2015 fala claramente quanto ao uso competente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) professores(as) e estudantes.

Entretanto, alguns trabalhos (BARROQUEIRO, 2012; CAMARGO, 2003) destacam que, na formação de professores de Física, prevalece uma maior influência dos professores das disciplinas específicas da Física do que aquelas deixadas pelos docentes das disciplinas pedagógicas. Nesta visão, os alunos podem “aprender” a ministrar suas aulas utilizando-se de diversas metodologias, mas, ao executá-las, utilizam-se de formas de ensino tradicionais, aquelas às quais estiveram mais expostos ao longo de sua formação. Desta forma, pouca atenção é dada ao uso das TDIC e ao preparo para o trabalho colaborativo.

De uma forma geral, parece que a tendência é de se considerar um bom professor aquele que domina o conteúdo. MENEZES (1998) aponta que o ensino da Física, em todos os níveis, é excessivamente centrado no instrumental teórico, em detrimento da reflexão sobre o universo natural e prático. Por sua vez, para BORGES (2006), ainda que haja a necessidade de melhorar a qualidade da formação do professor de Física, há certa “resistência” feita pelos responsáveis pela formação de professores.

Alguns trabalhos que pesquisaram sobre as grades curriculares nos cursos de Licenciatura em Física (HOHENFELD, 2008; BARROQUEIRO, 2012; VANIEL, HECKLER E ARAÚJO, 2011; MIQUELIN, BEZERRA e FILHO, 2010) mostram que o foco está em uma visão instrumental das TDIC. Esses trabalhos também identificaram os principais desafios para essa formação são: saber proporcionar diferentes momentos de inserção das TDIC durante a formação inicial de professores; saber relacionar teoria e prática; saber incorporar na formação, pesquisas sobre o uso das TDIC no Ensino de Física.

Em sua pesquisa, CORTELA e NARDI (2005) mostram que a maioria dos docentes está descontente com a formação oferecida aos seus alunos da licenciatura e se diz disposta a fazer mudanças. No entanto, não se julgam preparados pedagogicamente para ministrar suas aulas, utilizando-se de vários recursos didáticos e/ou fazendo uso de outros modelos de ensino, diferentes do tradicional.

Há ainda outras pesquisas, com variados enfoques, sobre a relação das TDIC com o Ensino. Por exemplo, BUENO (1999) estudou a formação de educadores com base nos preceitos da Educação Tecnológica; ABREU (2006) que

buscou verificar a percepção, os sentimentos e as ações de um conjunto de professores referentes à temática; SANTOS E RADTKE (2005) que debatem o tema da inclusão digital em face das limitações dos cursos de capacitação, que não levam em consideração os contextos socioculturais dos docentes, focando apenas na instrumentação digital; BRITO (2006) aponta que os processos de inclusão digital devem estar relacionados com a compreensão do que é tecnologia, rompendo com a visão de senso comum que identifica tecnologia com os equipamentos (máquinas, computadores, celulares etc). Em especial, no caso do trabalho de BRITO (2006), destaca-se sua preocupação de estabelecer a noção de tecnologia em sua relação direta com diversos contextos, apresentando categorias de análise sobre o tema. Tal classificação compreende cinco grandes grupos que são, conforme BRITO (2006): tecnologias físicas (relacionadas com os equipamentos), tecnologias organizadoras (forma de como nos relacionamos com o mundo), tecnologias simbólicas (relacionadas com a forma de comunicação entre as pessoas), tecnologias educacionais (relacionadas com aquilo que se utiliza no processo de ensino-aprendizagem) e tecnologias sociais (relacionadas à solução de demandas sociais concretas). ARAUJO E VEIT (2004) destacam a predominância de estudos sobre Mecânica relacionando o Ensino de Física e as TDIC com foco em simulações e animações

As justificativas para as pesquisas sobre TDIC relacionadas com o Ensino de Física destacam dificuldades encontradas no ensino das disciplinas, tais como falta de laboratório didático, carga horária reduzida, excesso de Matemática, demasiados conteúdos de Mecânica, professores formados em outras áreas, excesso de atividades burocráticas, entre outras. As TDIC são apresentadas como solucionadoras dos problemas enfrentados no ensino. Contudo, muitas pesquisas sobre o processo de ensino-aprendizagem compartilham uma visão instrumentalista, no sentido de fornecer métodos para melhorar o Ensino de Física (MARTINS, 2011; REZENDE et al., 2009).

MARTINS (2011) relata em sua revisão bibliográfica sobre o uso das TDIC no Ensino de Física que, dos trinta e dois artigos analisados, dezesseis fazem alguma discussão sobre teorias da aprendizagem, onde há grande interesse na teoria da aprendizagem significativa (oito artigos). O autor ainda comenta que boa parte dos

estudos apresenta diálogos entre diferentes teorias de aprendizagem em suas pesquisas. Entretanto, poucos são os que se aprofundam em discussões que visam compreender a presença das TDIC no ensino e nenhum tratou especificamente de relações socioculturais no uso das TDIC e nem do uso de redes sociais para o Ensino de Física, que são consideradas questões importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

No caso do uso específico dos recursos de TDIC, MARTINS (2011) identificou que os principais trabalhos focaram na aquisição e análise de dados experimentais com computador (por exemplo, MEDEIROS e MEDEIROS, 2002 e ARAÚJO, VEIT e MOREIRA, 2004). A entrada de dados era bastante variada, aparecendo, por exemplo, uso da câmera de vídeo, filmadora digital, entrada de microfone da placa de som do computador e sensor de posição. Em relação ao tratamento dos dados adquiridos, a maioria dos trabalhos faz uso de planilhas eletrônicas, porém, alguns utilizam softwares específicos, dependendo do tipo de experimento.

Em relação a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), a preocupação dos trabalhos era fundamentar o uso deste recurso como uma forma de motivar e de possibilitar uma maior interação no processo de ensino-aprendizagem com foco na Educação à Distância e na capacitação de professores em Física (MARTINS, 2011). Contudo, acredita-se que o uso de ambientes virtuais possa contribuir de outras formas para o aprendizado da Física, principalmente pelas possibilidades de aprendizado pelo trabalho colaborativo.

2.2 Conceitos

2.2.1- Relações entre o trabalho colaborativo, ambientes virtuais e a formação docente para o uso das TDICs.

Segundo ROGOFF (2003), o desenvolvimento do sujeito é uma transformação por meio do processo de troca entre organismo e ambiente físico e social. Neste aspecto, as tecnologias desempenham um papel essencial na definição dos processos. Assim, o desenvolvimento é decorrente de uma participação mutável nas atividades socioculturais da própria comunidade, a qual também está em constante mudança.

Ao analisar as potencialidades das TDIC no desenvolvimento humano, COLL (2010) lembra que, nas sociedades tradicionais, as relações sociais estavam circunscritas ao espaço e tempo imediatos. A socialização e a apropriação dos significados da própria cultura ocorriam a partir da relação entre esses sistemas. No entanto, a proliferação atual das TDIC está pavimentando novas estruturas sociais e formas de organização nas quais os limites espaço-temporais são ampliados, onde o Facebook é um bom exemplo disso.

SANTAELLA (2013), ao comentar sobre a mobilidade física do indivíduo na contemporaneidade, destaca o surgimento da mobilidade virtual das redes. Assim, o indivíduo tem duas mobilidades que se entrelaçam e se interconectam. A facilidade, e sucesso, junto aos usuários das redes sociais virtuais só foram possíveis graças às facilidades espaço-temporais que os equipamentos móveis trouxeram para se ter acesso a elas. A autora ainda afirma que é justamente nesses espaços de hipermobilidade que emergiu o leitor ubíquo (ou onipresente), trazendo com ele um perfil cognitivo inédito que nasceu do cruzamento e mistura das características do leitor movente com o leitor imersivo. Exemplificando isso, destacamos a fala de SANTAELLA (2013):

Enquanto as redes digitais, por sua própria natureza, são sempre móveis, a entrada nas redes implicava que o usuário estivesse parado à frente do ponto fixo do computador. Agora, ao carregar consigo um dispositivo móvel, a mobilidade se torna dupla:

mobilidade informacional e mobilidade física do usuário.
(SANTAELLA, 2013, P.3)

As comunidades virtuais compartilham as mesmas características das físicas, como a de gerar sociabilidade e redes de relações humanas. Contudo, COLL (2010) aponta uma diferença, quando comenta que as comunidades virtuais são compostas por pessoas com base em interesses individuais e afinidades pessoais. Logo, são mais utilitárias que as comunidades físicas. Assim, se faz necessário observar como comunidades trabalham em colaboração e como as interações nas comunidades são afetadas em ambientes virtuais.

Trabalho colaborativo em sala de aula apresenta, pelo menos, três aspectos: o trabalho presencial em sala de aula (ambiente físico); trabalho mediado por TDIC (ambiente virtual), como ocorre em muitos cursos de educação à distância; o trabalho misto, onde as atividades presenciais podem ser amplificadas pelas interações em outros ambientes. O presente trabalho busca este tipo de relação colaborativa, com foco na perspectiva do paradigma da interação de DILLENBOURG et al (1996). Para os autores, existem três paradigmas na evolução das pesquisas empíricas sobre interação entre alunos em contextos presenciais: o paradigma do efeito, o paradigma das condições e o paradigma da interação.

ONRUBIA et al (2010), ao discutirem esses paradigmas, explicam que houve uma mudança de foco nas pesquisas que buscavam a compreensão do papel da interação entre alunos como mediadora da aprendizagem. Essas abordagens partem da interação presencial, sem auxílio das TDIC, para a aprendizagem colaborativa apoiada por computador, cujo termo originário no inglês é *Computer supported collaborative Learning* (CSCL).

Os autores supracitados, alegam que nas décadas de 1970 e 1980 o *paradigma de efeito* tentou confirmar a suposição de que determinadas formas de organização social da sala de aula sempre melhoram os rendimentos. Contudo, ainda que a maior parte dos estudos apontassem uma melhoria, isso não acontecia em todos os casos e nem de maneira automática. Assim, houve o surgimento do *paradigma das condições*, no qual os estudos passaram a concentrar-se em identificar as características das situações cooperativas que poderiam ser

associadas a um melhor rendimento. Eles buscaram identificar as variáveis que influenciam este processo, com foco na composição do grupo (tamanho, gênero, idade, heterogeneidade etc), características das tarefas (ou do conteúdo) e atuação do professor. Entretanto, essas variáveis, fatores e condições não têm efeitos simples na aprendizagem dos alunos, dada a complexidade das interações. Então, o foco das pesquisas foi deslocado para o *paradigma das interações*. Neste paradigma de pesquisa, a preocupação geral é desenvolver maneiras de aumentar a probabilidade de ocorrerem tipos de interação entre os alunos com maior potencial do ponto de vista de construção conjunta de significados. Este trabalho se insere neste contexto, onde o Facebook pode se constituir como uma ferramenta de amplificação das interações entre alunos e dos alunos com o professor.

Em relação às interações, ONRUBIA et al (2010) sinalizam que a forma pela qual as interações podem ocorrer envolve: aumento de conflitos cognitivos; fomento de explicações elaboradas pelo trabalho colaborativo para fenômenos estudados em sala; pelo apoio à criatividade, manutenção e progresso da compreensão mútua; pela promoção de tomada de decisões conjuntas sobre as alternativas e pontos de vista; pela promoção da coordenação de papéis e a organização do trabalho.

Os dois principais tipos de pesquisa sobre a interação entre alunos em ambientes virtuais focam nas características das mensagens, ou nas contribuições que os estudantes realizam quando conversam ou discutem em fóruns de caráter colaborativo. Uma importante contribuição para o primeiro tipo foi dada por HENRI (1992), quando propôs a existência de cinco dimensões como critérios de análise de conteúdo nas interações em ambientes virtuais, os quais são: dimensão participativa (número de intervenções); dimensão interativa (referências mútuas); dimensão cognitiva (nível e tipo de processamento da informação); dimensão metacognitiva (habilidades para refletir sobre o próprio ato ou conhecimento) e dimensão social (contribuições não diretamente relacionadas com a tarefa). Por outro lado, GUNAWARDENA et al (1997) propõem um modelo com foco nas interações sociais, onde os processos de construção colaborativa, apoiados por computador, apresentam cinco fases: Compartilhar e comparar as informações; Descobrir e explorar as inconsistências entre ideias e conceitos; Negociar significados ou construir conhecimento conjuntamente; Provar e modificar a síntese; Aplicar o novo

conhecimento. GARRISON E ANDERSON (2005) dão destaque para a importância do senso de pertencimento ao grupo como elemento-chave para a aprendizagem e trabalho colaborativo. Baseado em respeito, confiança e ajuda mútua é importante estimular uma comunicação afetiva, aberta e coesiva.

Neste processo colaborativo de construção de conhecimento mediado pelo computador, o papel do professor é duplo (ONRUBIA et al, 2010). Em alguns momentos ele desempenha o papel de um intelectual, quando se torna um facilitador que contribui com conhecimento especializado, quando centra a discussão nos pontos críticos, ao fazer perguntas e dar respostas às contribuições dos participantes ou quando dá coerência à discussão e sintetiza os pontos principais. Em outros momentos é o papel técnico que se destaca, quando ele precisa de habilidades suficientes para dominar as ferramentas tecnológicas, o que não exclui o pedido de auxílio de terceiros, e encaminhar solução de problemas técnicos apresentados pelos estudantes. Em ambas situações, os problemas devem ser encarados como oportunidades para desmistificar o papel do professor como detentor de pleno conhecimento. Nestes casos, um problema pode ser uma porta para um trabalho ainda mais colaborativo com os alunos e um caminho de autonomia de aprendizado para os alunos (ONRUBIA et al, 2010).

Entretanto, isso envolve um esforço extra no trabalho docente, pois é necessário estruturar antecipadamente o processo de colaboração. Assim, é necessário um olhar cuidadoso para a formação de professores, no sentido de fomentar uma formação mais voltada para processos interativos em sala de aula e para o auxílio que as TDIC podem oferecer neste contexto interativo, em vez de centrar o foco apenas no conteúdo, ainda que este seja importante.

Por fim, de forma análoga à discussão que fizemos sobre o PIBID como um terceiro espaço de formação docente, pode-se alegar que o Facebook é um terceiro espaço de aprendizagem porque, neste trabalho, ele não é uma comunidade de aprendizado virtual nem presencial, mas pode ser visto como um terceiro espaço diferente, e que complementa atividades presenciais de forma colaborativa. Ou seja, existe uma singularidade de cada pessoa, ator ou contexto como “híbrido” (BHABHA, 1994; KOSTOGRIZ, 2002; GUTIÉRREZ, 1999 E 2008; MOJE et al., 2004). Neste sentido, PANE (2007) alegou em seu trabalho que a mistura entre

instruções presenciais e online pode promover uma "zona de transformação" que é gerada quando professores e alunos socializam juntos através da linguagem, integrando o conhecimento cotidiano e acadêmico. Por fim, GUTIÉRREZ et al (1999) alegam o Terceiro Espaço também pode ser percebido como um espaço transformador, no qual a linguagem dos alunos, as formas culturais e as formas de relacionamento podem transformar o espaço oficial da escola, permitindo que os participantes se tornem mais central para a sua aprendizagem.

A seguir, discutiremos sobre o uso do Facebook no ensino e as implicações para a formação de professores, preparando-os para essa dimensão colaborativa e mediada por computadores, a qual é requerida na sociedade da informação.

2.2.2 O Uso do Facebook no Ensino

A Internet não parou de evoluir ao longo dos anos até se tornar uma complexa rede de compartilhamento e recebimento de dados. Neste sentido, a World Wide Web (WEB) retrata o conceito da teia de aranha, em que uma rede mundial de computadores está conectada pela Internet, iniciada de forma pública no início dos anos 1990. Contudo, as pessoas mudam. E, ao passo que o comportamento dos usuários mudava (e ainda muda), o ambiente online também sofre alterações, tornando a "web" cada vez mais dinâmica e complexa.

Segundo MUCHERONI (2014), na WEB 1.0, o consumidor usava a Internet apenas como fonte de consulta, para encontrar dados que tinham sido colocados ali pelas empresas. Já, na WEB 2.0, os consumidores já conseguem também realizar posts em blogs e trocar mensagens em algumas redes sociais, enquanto na Web 3.0 é uma internet onde teremos toda informação de forma organizada para que não somente os humanos possam entender, mas principalmente as máquinas, assim elas podem nos ajudar respondendo pesquisas e perguntas com uma solução concreta, personalizada e ideal. É uma internet cada vez mais próxima da inteligência artificial. É um uso ainda mais inteligente do conhecimento e conteúdo já disponibilizado online, com sites e aplicações mais inteligentes, experiência

personalizada e publicidade baseada nas pesquisas e no comportamento de cada indivíduo.

É no contexto da WEB 2.0 que os Sites de Redes Sociais (SRS) estão inseridos. Eles foram introduzidos em grande escala apenas na última década, com o surgimento de uma nova geração de SRS, como Orkut, MySpace, Friendster, LinkedIn, Blog, Facebook e outros. Milhares de pessoas são influenciadas por essa dinâmica e estão alimentando esses ambientes de convívio virtual.

Nas redes sociais, é muito comum a formação de comunidades virtuais que, segundo CASTELLS (1999), são definidas como uma rede eletrônica de comunicação interativa autodefinida, organizada em torno de um interesse ou finalidades compartilhadas, “embora algumas vezes a própria comunicação se transforme no objetivo” (CASTELLS, 1999, p.28).

As principais características dos SRS são: tecnologias avançadas, grande interesse popular, opção para adicionar novos amigos com quase nenhum limite, e sua pronta disponibilidade. Constatou-se que os alunos passam muito tempo online, especialmente com redes sociais (SUBRAHMANYAM et al., 2008), e que as mesmas ganharam popularidade crescente, por proporcionar uma maneira única para as pessoas se comunicarem de forma rápida e eficiente (PEMPEK et al., 2009). Além disso, por meio dessas redes, uma pessoa tem a oportunidade de interagir socialmente e comunicar (FORKOSH-BARUCH E HERSHKOVITZ, 2012) e pode servir como plataforma para conhecimento e informação, apoiando a aprendizagem e o desenvolvimento.

O relatório do Facebook (2017) aponta que ela é a rede social mais usada no mundo, tendo tido, somente no ano de 2017, 2,1 bilhões de usuários ativos por mês. Contudo, sua utilização acadêmica ainda tem sido limitada, ficando restrita, principalmente, para fins administrativos, por exemplo, para compartilhar cronogramas e tarefas de classe, e não para fins pedagógicos (HEW, 2011).

O relatório do Facebook apresentado em 2020 comenta que o Brasil é o país que mais cresce em números de usuários da Rede Social Facebook, saltando de 8,8 milhões de usuários em 2010 para 127 milhões em 2020. No mundo, o site conta atualmente com 2,2 bilhões de usuários ativos por mês.

Além disso, o Facebook tornou-se um espaço de descoberta, informação, encontros e reencontros. Um lugar onde as pessoas se conectam com amigos e familiares, compartilham momentos e buscam por conteúdos de seus interesses. O Relatório nos permite visualizar o grande potencial que o Facebook tem de massificar os relacionamentos, podendo se tornar uma ferramenta de comunicação e ensino entre professores e alunos. Mas, para tanto, há necessidade de pesquisar como os docentes e potenciais alunos percebem o Facebook como um canal de ensino e aprendizagem.

As pesquisas sobre o tema no Brasil também vêm observando o uso das redes sociais. Por exemplo, algumas pesquisas buscaram estudar como o Facebook pode ser usado no processo de ensino e aprendizagem, apesar de ser uma ferramenta de lazer (FERNANDES; 2011; FUMIAN E RODRIGUES; 2013). O trabalho de MATOS E FERREIRA (2014) procurou fazer um mapeamento sobre o uso do Facebook em processos formativos, mostrando a necessidade do professor saber utilizar recursos pedagógicos a favor da aprendizagem e aproveitar o interesse que os alunos têm em participar dessa rede social. Por sua vez, SANTINELLO E VERSUTI (2014) refletem sobre as potencialidades do uso do Facebook para construir o conhecimento em espaços de aprendizagem, sobretudo quando pautado pela colaboração. Assim, se faz necessário conceituar comunidades de aprendizado e comunidades virtuais de aprendizado.

II.2.3- Comunidades de aprendizagem

Uma comunidade pode ser entendida como um “grupo de pessoas com características ou interesses comuns, que podem compartilhar, e desenvolver, valores, base de conhecimentos, história, objetivos, um espaço geográfico, idioma e cultura” (BARAB, 2003, p.198). Contudo, na atualidade, outras formas de comunidade têm aparecido, em grande parte por causa do desenvolvimento das TDIC. Neste contexto, essas novas comunidades não estão presas às barreiras espaço-temporais e podem ser múltiplas, diversas, distribuídas e complexas (SANTAELLA, 2010; REINGOLD, 2004).

Uma possível causa do recente interesse sobre aprendizado em comunidades pode estar relacionada à crescente aceitação de variados enfoques, pressupostos e teorias sobre a importância dos fatores socioculturais, históricos, relacionais e colaborativos nos processos de aprendizagem. Neste sentido, o “Socioconstrutivismo tem sido um nicho teórico que agrupa grande parte de enfoques importantes, tais como a aprendizagem situada e a aprendizagem colaborativa” (COLL et al, 2010, p. 268).

As comunidades de aprendizagem (CA) podem ser entendidas como aquelas que favorecem a compreensão e o desenvolvimento de um sistema comum de critérios para a avaliação de ideias, propiciando aos membros do grupo o compartilhamento de opiniões e o aprendizado em conjunto (LINN et al, 2003).

COLL et al (2010) apontam três características importantes das comunidades virtuais de aprendizagem (CVA): a escolha da aprendizagem como objetivo explícito da comunidade; o uso que elas promovem das ferramentas tecnológicas, tanto para trocar informação e comunicar-se, quanto para promover a aprendizagem; e o uso das potencialidades dos recursos para o exercício da ação educacional intencional.

Entretanto, ainda que a rede social Facebook não tenha sido criada para ser utilizada como uma comunidade virtual de aprendizagem, consideramos que ele tenha potencial para ser considerado um terceiro espaço que complementa a dimensão presencial. Por exemplo, quando olhamos alguns trabalhos sobre o Facebook na literatura (WANG et al, 2012; MEISHAR-TAL et al, 2012) encontramos relatos que apontam que o Facebook tem potencial para ser usado como sistema de aprendizado, onde alunos podem se comunicar e interagir com os colegas no seu próprio ritmo, refletindo sobre os comentários e construindo coletivamente o conhecimento. É importante comentar que a ideia de rede, e de comunidade virtual de aprendizagem, rompe com a visão tradicional de ensino centralizado professor, o qual é visto como gestor e banco de informações da aprendizagem.

Entretanto, WANG et al. (2012) apontam limitações para o uso do Facebook como comunidade virtual de aprendizagem porque, segundo os autores, o Facebook tem uma estrutura inadequada para discussões pela forma que as avaliações são realizadas no contexto educacional. Outra crítica feita pelos autores é sobre a percepção de insegurança que o ambiente do Facebook pode dar, uma

vez que a informação pessoal dos alunos é exposta ao professor e resultados acadêmicos podem ser expostos aos seus colegas.

COLL et al. (2010) destacam três aspectos importantes na implantação de um ambiente virtual de aprendizado. São eles: a necessidade de um marco teórico que guie o processo; a necessidade de conhecer a variedade de sistemas e ferramentas disponíveis, e suas principais características, para agilizar o processo; considerar, e definir adequadamente, os papéis de administrador e coordenador da comunidade e do professor facilitador.

Neste trabalho investigamos a possibilidade de utilizar a rede do Facebook para fins de aprendizagem no Ensino da Física, a exemplo do que foi feito em outras áreas como a do Ensino da Química (SCHROEDER E GREENBOWE, 2009; BLONDER, 2015, RAP, 2012), porém com uma matriz epistemológica e teórica diferente. Por exemplo, BLONDER (2015) focou nas crenças de autoeficácia docente no uso do Facebook para o aprendizado de Química, sem levar em consideração, de forma aprofundada, os aspectos socioculturais e as contradições existentes em toda atividade humana, como elementos de análise, o que será feito neste trabalho. Além disso, os objetivos desta tese envolvem exatamente estudar as potencialidades e limitações do Facebook para promover discussões sobre temas de Física que favoreçam à argumentação e produção de explicações científicas por parte dos alunos. Assim, esta é uma pesquisa original pela temática, ferramentas e arcabouço teórico utilizados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Este capítulo apresenta uma discussão sobre os aportes teóricos utilizados ao longo da pesquisa. Inicialmente, é feita uma discussão sobre os pressupostos teóricos da PBD e suas etapas. Como será melhor detalhado, a PBD utiliza variadas metodologias e teorias para construir um artefato pedagógico, que busca, solucionar um problema em cenários naturais.

É importante destacar que esta tese é uma Pesquisa Baseada em Design. Logo, o foco não está nas teorias de fundo que foram utilizadas, mas nos princípios de design que podem ser construídos com auxílio teórico. Desta forma, os capítulos a seguir apresentarão os constructos teóricos que foram sendo incorporadas no decorrer do trabalho para auxiliar e orientar nas etapas da PBD. Por exemplo, como o trabalho envolvia trabalho colaborativo entre sujeitos para elaborar respostas sobre temas da ciência, a Teoria da Atividade (TA) foi utilizada na etapa inicial da PBD para auxiliar na compreensão do contexto sociocultural da pesquisa. Para tal, a categoria contradições (ENGESTRÖM, 1987) foi utilizada para identificar e analisar os desafios vivenciados, além de observar quais foram as tomadas de decisão e os suportes necessários para o trabalho colaborativo ocorrer. Neste sentido, o capítulo 3.2 clarifica sobre a categoria contradição ao apresentar uma discussão sobre manifestações da contradição e sobre seu papel na aprendizagem. Por fim, serão apresentados os autores que foram utilizados para balizar a construção e análise dos dados sobre o aprendizado dos alunos sobre o tema Tempo. Desta forma, a parte final desta seção mostra como os autores escolhidos (WERTSCH, 1998; LEMKE, 1990) auxiliaram na observação sobre como os alunos construíam suas explicações sobre o tema, tendo em vista que esses autores foram escolhidos porque têm a mesma matriz epistemológica da Teoria da Atividade. A parte final do capítulo procura mostrar como os conceitos científicos são estruturados e como se pode observar, nas explicações dos alunos, se houve apropriação ou domínio da forma científica de se expressar.

3.1- A Pesquisa Baseada em Design (PBD)

Tendo em vista que paradigmas de pesquisa que simplesmente examinam os processos de aprendizagem como variáveis isoladas podem levar a uma compreensão incompleta (BROWN, 1992; BARAB; SQUIRE, 2004), a PBD foi “introduzida” com a expectativa de que os pesquisadores pudessem sistematicamente ajustar vários aspectos de um dado contexto, de modo que cada ajuste servisse como um tipo de experimento, permitindo que pesquisadores pudessem testar, e produzir teoria, em contexto natural (NIEVEEN, 2006). A seguir, serão apresentados alguns conceitos importantes sobre a PBD e suas fases.

3.1.1 Características da PBD

A origem da PBD tem forte relação com o uso das TDIC em pesquisas em Educação. Por exemplo, ao comentar sobre o uso de TDIC na Educação, REEVES (2006) aponta que a Tecnologia Educacional é antes, e acima de tudo, um campo do design e, como tal, o objetivo central de pesquisa da tecnologia educacional deveria ser resolver problemas de desempenho, aprendizagem e ensino e derivar princípios de design que possam instruir o desenvolvimento futuro e a implementação de decisões.

Neste sentido, McKENNEY e REEVES (2019) comentam que a PBD tem o compromisso de desenvolver percepções teóricas e soluções práticas simultaneamente, em contextos reais, em conjunto com as partes interessadas. Muitos tipos diferentes de soluções podem ser desenvolvidos e estudados por meio de pesquisa de design educacional, incluindo produtos, processos, programas ou políticas educacionais.

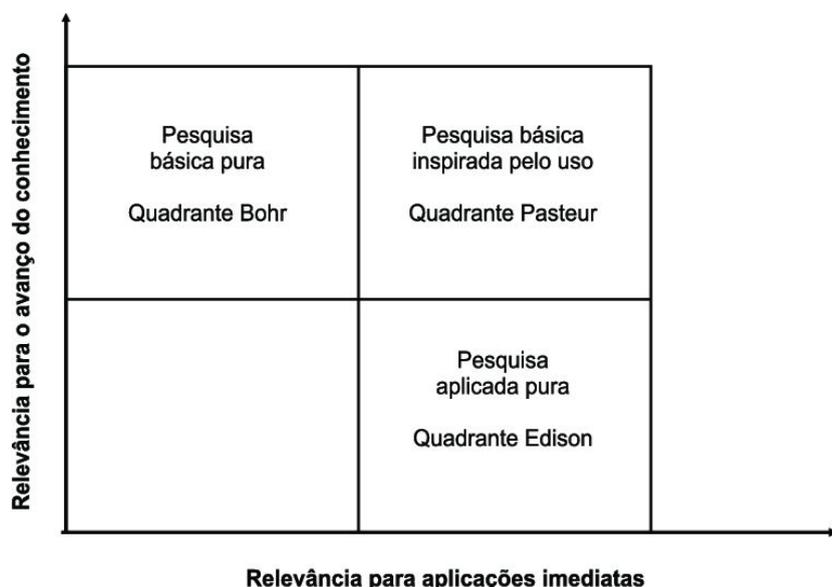
É importante destacar que a PBD tem uma característica complexa e multifacetada que permite a utilização de variados escopos teóricos e metodológicos para solucionar problemas educacionais e, por causa disso, tem sido descrita de diversificadas formas, dentre as quais destacam-se: teoricamente orientadas, intervencionistas, colaborativas, responsivamente fundamentadas e iterativas

(KELLY, 2003; REINKING & BRADLEY, 2008; VAN DEN AKKER, MCKENNEY E NIEVEEN, 2006A; WANG & HANNAFIN, 2005).

De acordo com REEVES (2000), há ao menos seis grandes tipos de objetivos de pesquisa: teóricos, preditivos, interpretativistas, pós-modernos, de design/desenvolvimento e de ação/avaliação. Os objetivos de desenvolvimento da PBD são especialmente úteis quando “o conhecimento existente não dá conta, como frequentemente acontece em casos de iniciativas de aperfeiçoamento do currículo altamente inovadoras” (MCKENNEY; NIEVEEN; VAN DEN AKKER, 2006, p. 74) ou quando os pesquisadores querem criar ambientes de aprendizagem, desenvolver teorias de aprendizagem baseadas no contexto e compreender processos de design ou aumentar a inovação na educação (DBRC, 2003).

Entretanto, STOKES (1997) comenta que há uma separação artificial entre a ciência básica e a aplicada que não é tão produtiva quanto uma pesquisa que integrasse ambas. O autor aponta que é necessário pensar se determinados pesquisadores estão buscando um entendimento teórico fundamental ou se estão preocupados principalmente com aplicações práticas da pesquisa. A Figura III.1.1 mostra uma visão matricial da pesquisa científica proposta pelo autor para enquadrar objetivos diferentes de pesquisa.

Figura 3.1.1 - Quadrante de Pasteur



Fonte: Adaptado de STOKES (1997)

Para dar exemplos sobre a matriz de tipos de pesquisa, STOKES (1997) enquadrou a pesquisa conduzida pelo Físico Niels Bohr como típica da pesquisa básica pura, porque ele buscava conhecimentos básicos sobre a estrutura do átomo, ou seja, seu trabalho não estava preocupado com a aplicação prática desse conhecimento. Em contraste, a pesquisa conduzida por Thomas Edison pode ser enquadrada como pesquisa aplicada pura porque este procurava resolver problemas práticos criando soluções por meio de tecnologias inovadoras. Esse entendimento é observado pelo fato dele ter demonstrado pouco interesse em publicar seus resultados de pesquisa ou em contribuir para um entendimento científico mais amplo. Ligando os motivos desses dois cientistas, STOKES (1997) descreveu a pesquisa de Louis Pasteur como típica da pesquisa básica inspirada no uso. Pasteur era um químico e microbiologista francês que buscava conhecimento fundamental no contexto da solução de problemas do mundo real, como a deterioração do leite e o tratamento da raiva. O autor deixou o quadrante que representa uma pesquisa que não busca entendimento fundamental nem considera o uso prático em branco. No entanto, críticos da pesquisa educacional argumentam que muita pesquisa educacional pertence a esse quadrante estéril porque contribui pouco para o entendimento ou para o uso (REEVES, 2000).

Segundo STOKES (1997), deveria haver muito mais foco na “pesquisa básica inspirada no uso”, do tipo conduzida por Pasteur. O autor também questionou a suposição popular de que a pesquisa básica inevitavelmente leva ao desenvolvimento de novas tecnologias. Ele argumentou que os avanços tecnológicos muitas vezes permitem a condução de novos tipos de pesquisa, invertendo, assim, a direção do modelo básico para o aplicado. Por isso, REEVES (2000) aponta a PBD como ocupante do quadrante de Pasteur na matriz de STOKES (1997) porque a PBD assume a dupla meta de consideração de uso e compreensão fundamental do fenômeno.

É importante destacar que REEVES (2000) afirma que a PBD não é definida pelos métodos escolhidos, mas por seus objetivos fundamentais que são: desenvolvimento de um produto, ou processo, acompanhado da construção de

conhecimento, ou teoria, que sejam utilizáveis, e o desenvolvimento profissional. Neste sentido, McKENNEY e REEVES (2012) apud VAN DEN AKKER (1999) destaca quatro campos em que a PBD tem sido particularmente ativa nas duas últimas décadas: currículo; mídia e tecnologia; aprendizagem e instrução; e desenvolvimento de professores.

Por exemplo, as contribuições práticas para o campo do currículo incluíram o desenvolvimento de material didático, padrões de design para treinamento corporativo e reforma curricular em todo o distrito. As equipes de pesquisa em design de mídia e tecnologia fizeram contribuições práticas ao criar recursos de aprendizado ricos em tecnologia, redes profissionais com suporte de tecnologia e plataformas digitais para apoiar o ensino.

No campo da aprendizagem e da instrução, a pesquisa de design educacional fez contribuições práticas na forma de estratégias de aprendizagem específicas, sequências instrucionais e materiais de aprendizagem. Finalmente, a PBD contribuiu para a aprendizagem dos professores, e dos licenciandos, por meio de programas de desenvolvimento profissional, estratégias de indução e recursos de aprendizagem específicos do domínio. Os exemplos apresentados acima demonstram que as distinções de campo não são mutuamente exclusivas. Para ilustrar, uma rede profissional de professores apoiada por tecnologia poderia ser associada tanto ao desenvolvimento do professor quanto à mídia e tecnologia (VAN DEN AKKER, 1999; McKENNEY e REEVES, 2012).

Por sua vez, NIEVEEN (2009) comenta que a PBD tem como objetivos tanto prever quanto descrever, em uma tentativa de produzir mudança educacional sustentável ao mesmo tempo em que busca compreender a aprendizagem *in situ*. Assim, a PBD em educação busca descrever as situações de aprendizagem usando variados métodos, promovendo a criação de ambientes de aprendizagem inovadores e os avaliando-os mediante métodos preditivos de teste em várias iterações. Por isso, a PBD precisa ser entendida como sendo teoricamente orientada, intervencionista, colaborativa, responsivamente fundamentada e iterativa (McKENNEY, 2012).

Em relação a ser teoricamente orientada, McKENNEY e REEVES (2012) sinalizam sobre a existência de um diferencial da PBD em relação a outras

abordagens, onde, na PBD, a teoria é usada para enquadrar não apenas a pesquisa, mas também para moldar o projeto, objetivando uma solução para um problema real, onde é possível fazer uma avaliação prática para refinar ou refutar hipóteses e conjecturas que são incorporadas no design. O desenvolvimento da compreensão teórica sobre a questão de estudo, na PBD, portanto, evolui através da consideração não apenas dos resultados empíricos, mas também da consideração de suas implicações para dimensões específicas do projeto em questão. A PBD pode contribuir para o entendimento teórico relacionado a muitos temas, incluindo aprendizagem em áreas específicas e para a construção de princípios que orientarão outros esforços de design.

A PBD também tem um caráter intervencionista porque, em conjunto com a produção de uma nova compreensão teórica que pode servir a outros, fora do contexto imediato do estudo, a PBD se esforça para impactar positivamente a prática, trazendo a transformação através do design e uso de soluções para problemas reais.

As intervenções podem incluir produtos educacionais (por exemplo, materiais didáticos), processos (por exemplo, repertórios de ensino), programas (por exemplo, cenários de desenvolvimento profissional) ou políticas (por exemplo, protocolos para avaliação escolar).

Também entende-se a PBD como sendo intervencionista porque as equipes de pesquisa de design educacional se envolvem na atividade criativa de desenvolvimento de soluções informadas pelo conhecimento científico existente, testes empíricos e a sabedoria artesanal dos participantes do projeto. Embora o escopo possa variar (variando de um pesquisador e um professor até centenas), a intenção é - ao lado do desenvolvimento do entendimento teórico - fazer uma mudança real no contexto (McKENNEY e REEVES, 2019).

A PBD também tem um forte apelo ao trabalho colaborativo, onde os vários atores estão conectados ao problema em questão, valorizando-se os contextos de pesquisa de design. Assim, pesquisadores aprendem com os praticantes, e vice-versa, pelas adaptações de intervenções que atendam aos mesmos objetivos básicos de maneiras diferentes daquelas concebidas por seus projetistas.

A PBD é iterativa porque os insights e as intervenções da pesquisa evoluem ao longo do tempo buscando-se o desenvolvimento, teste e refinamento. Desta forma, é possível conceber vários sub-estudos ocorrendo com o uso de teorias diversificadas para o melhor entendimento do problema, ajustes no artefato e intervenção, até mesmo podendo ocorrer redefinição dos objetivos pela melhor compreensão do problema.

McKENNEY e REEVES (2012) ainda comentam que a PBD dá uma contribuição tanto teórica quanto prática, porque a compreensão sobre um problema em um dado contexto pode ser abstraído de descobertas empíricas e contribuir para um corpo de conhecimento que é útil para outras pessoas fora do ambiente de pesquisa. Assim, a PBD pode contribuir para o desenvolvimento de teorias que são usadas para descrever, explicar ou prever certos fenômenos. Além disso, a compreensão teórica desenvolvida através da PBD pode variar desde o entendimento local até o mais amplamente aplicável, embora o último tende a ser menos comum.

A necessidade de explicar as “condições locais” como um elemento integrado dos resultados da PBD foi abordada na literatura, combinando as ideias sobre como fazê-lo (McKENNEY, NIEVEEN & VAN DEN AKKER, 2006; REINKING & BRADLEY 2008; TABAK, 2004; VAN DEN AKKER, 1999). McKENNEY (2019) aponta que é interessante destacar que a generalização permite “insights” de uma situação para avançar no entendimento não apenas daquela instância específica, mas de outras instâncias semelhantes. Assim, é importante estar sensível aos fatores contextuais e trabalhar sistematicamente para permitir aos pesquisadores fazer inferências cautelosas e propor teorias para explicar suas observações.

A PBD pode ser conduzida de várias maneiras, para estudar muitos tipos diferentes de fenômenos, utilizando matrizes diferentes de pensamento. McKENNEY e REEVES (2012) comentam que as orientações básicas para a investigação apresentam diferenças que estão relacionadas com o papel da própria intervenção projetada durante a investigação empírica. Desta forma, em alguns ciclos de projeto, a intervenção serve mais como contexto de pesquisa ou como um tratamento complexo, cujo objetivo principal é fornecer um meio para estudar fenômenos específicos que estão relacionados, mas não com a intervenção em si.

McKENNEY (2006) chama a essa orientação de pesquisa de design realizada por meio de intervenções. Por outro lado, a pesquisa de design pode ser conduzida diretamente em intervenções. Esta orientação apresenta pesquisas focando explicitamente as características do projeto da intervenção e como a intervenção funciona, com quem, sob quais condições.

Na PBD conduzida através de intervenções, a investigação é focada em compreender as respostas que a intervenção gera. Desvendando a interação multifacetada entre intervenção e contexto é levado em consideração, se não um foco explícito da pesquisa. Aqui, a intervenção pode ser vista mais como um meio pelo qual uma percepção mais profunda pode ser adquirida em certos fenômenos relacionados ao ensino e aprendizagem em ambientes autênticos. Por exemplo, uma pergunta que poderia guiar a pesquisa com essa orientação poderia ser: “Quais são os efeitos das solicitações instrucionais, quando dadas individualmente e coletivamente, na compreensão dos alunos sobre a dinâmica dos fluidos?” Essa orientação está relacionada à geração e teste de teorias que não são está diretamente relacionado a intervenções de um tipo específico, embora o trabalho seja altamente contextualizado, e também é usado para informar a intervenção em questão. As contribuições teóricas que emergem desse tipo de trabalho podem estar relacionadas (entre outros): ensino (por exemplo, padrões em como os professores desenvolvem conhecimento pedagógico de conteúdo); aprendizagem (por exemplo, fatores que influenciam a motivação dos alunos); e design (por exemplo, modelos que descrevem trajetórias de design instrucional ideais e reais).

3.1.2 Fases da PBD

Diferentes autores apresentam diferentes divisões das etapas da PBD. Porém, são unânimes em afirmar que se compõe de fases. Neste trabalho, foram utilizadas as fases do processo de desenvolvimento de intervenções com o uso das TDIC apontadas por REEVES (2000): fase 1 – análise do problema educativo; fase 2 – desenvolvimento do artefato pedagógico; fase 3 – intervenção e fase 4 – análise retrospectiva para produzir princípios de design.

A fase inicial da PBD – identificação e análise do problema educativo – caracteriza-se como um processo de tomada de decisão em que os sujeitos envolvidos buscam equilibrar objetivos, necessidades ou oportunidades com desafios e limitações encontrados nos contextos pedagógicos (EDELSON, 2002). Nesta fase, busca-se o estabelecimento, e estreitamento, de parcerias entre pesquisador e colaboradores, sendo, portanto, uma fase essencialmente dialógica, já que pesquisadores e professores se envolvem em uma atividade comunicativa, buscando negociar sobre qual é a mudança desejada. Nesta fase, também são identificadas teorias de aprendizagem norteadoras para fundamentar a compreensão dos problemas e orientar a concepção, a construção e a pesquisa de intervenções pedagógicas.

McKENNEY e REEVES (2019) comentam que esta fase inicial é frequentemente revisada na PBD e a pesquisa é alimentada por perspectivas analíticas e criativas. Os pesquisadores são, na visão dos autores, uma espécie de detetives e inventores, simultaneamente, porque fazem revisão de literatura, definição de problemas, análise do contexto e de necessidades e, ao mesmo tempo, visitam o local e têm encontros profissionais. Isto, segundo os autores, promove um o trabalho em grupo de forma “amigável” e crítica (network of critical friends). Os autores ainda apontam que os principais resultados desta fase inicial são: melhor conhecimento sobre o problema, exploração de fronteiras de mudanças possíveis, endereçamento do problema e um design parcial.

Na segunda fase – construção do artefato – o design, soluções potenciais são exploradas e precisam ser checadas se são factíveis como base na análise do problema e pelas orientações teóricas. Como um número limitado de opções podem

ser identificadas, as potenciais soluções são, gradualmente, mapeadas desde um esboço de design até as especificações mais detalhadas. Isso culmina no desenvolvimento de um artefato pedagógico (fase prototípica), onde se dá início uma fase de iterações, cada qual com um microciclo de pesquisa, tendo a avaliação formativa como a atividade de pesquisa mais importante focada no aperfeiçoamento e no refino da intervenção. McKENNEY e REEVES (2019) comentam que esta fase de design e construção envolve interações sociais e uso dos achados da revisão de literatura. Assim, tarefas podem ser feitas por indivíduos. Porém, frequentemente se observa a equipe trabalhando colaborativamente para gerar, conectar e refinar o design e o trabalho.

A terceira fase da PBD – Intervenção – envolve implementação da solução desenvolvida (protótipo e/ou processo) e análise sobre os resultados alcançados. É nesta fase que o protótipo será empiricamente investigado (McKENNEY e REEVES, 2012 e 2019). A avaliação segue ciclos empíricos de três fases: planejamento (estabelecimento de foco, questões, seleção de estratégias, métodos etc); trabalho de campo (preparo de instrumentos, engajamento de participantes, coleta de dados); reflexão para fazer sentido (análise de dados, considerações sobre os resultados, relatório sobre os resultados).

A quarta fase – construção de princípios de design – é assim chamada porque trata da produção de recomendações de aprimoramento da intervenção. Segundo EDELSON (2002), o desenvolvimento de intervenções é composto por inúmeras decisões da equipe que, em geral, permanecem implícitas ao processo que, quando identificadas, oferecem oportunidades de aprendizagem sobre o processo de desenvolvimento, auxiliando os pesquisadores a tomarem decisões em contextos semelhantes.

Desta forma, um dos desafios da pesquisa consiste em tornar explícitas as decisões tomadas ao longo do processo, transformando-as em princípios e orientações para enfrentar problemas educativos (PLOMP, 2007; NIEVEEN, 2006; EDELSON, 2002). Nesse sentido, EDELSON (2002) aponta que as principais “teorias” que podem ser desenvolvidas a partir do processo de pesquisa e desenvolvimento de intervenções educacionais, especialmente, aquelas voltadas

para a construção de ambientes de aprendizagem enriquecidos por tecnologias: teorias do campo, abordagem de design e metodologia de design.

EDELSON (2002) explica que a teoria do campo é a generalização da análise do problema, podendo abordar aspectos relacionados aos alunos e como aprendem, aos professores e como ensinam e aos ambientes de aprendizagem e como influenciam o ensino e a aprendizagem. Essa teoria é de natureza descritiva e não se restringe ao design, relacionando-se com os contextos educativos em que as intervenções ocorrem. A estrutura de design oferece conhecimentos prescritivos sobre as características que a intervenção deve assumir para alcançar objetivos específicos em determinados contextos.

Por sua vez, VAN DEN AKKER (1999) considera que esses conhecimentos constituem os princípios substantivos de design. Dessa forma, na PBD, compreende-se que o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem incorpora conjecturas sobre ensino e aprendizagem que são avaliadas empiricamente no contexto de uso, acarretando o refinamento dessas conjecturas (SANDOVAL, 2004).

A tabela 3.1 apresenta um resumo das etapas da PBD segundo apresentadas por McKENNEY (2012).

Tabela 3.1.1 - Fases da PBD

FASES	AÇÕES
Fase 1: Análise do problema por investigadores, usuários e/ou demais sujeitos envolvidos em colaboração.	<ul style="list-style-type: none"> ● Estabelecer e estreitar a colaboração entre os participantes ● Reuniões de discussão sobre o problema; ● Revisão de literatura; ● Compreender o contexto ● Escolha de referenciais teóricos para orientar a pesquisa. ● Definição do problema; ● Questões de pesquisa;
Fase 2: Desenvolvimento da proposta de solução (artefato pedagógico)	<ul style="list-style-type: none"> ● Definição de processos e metodologias de trabalho; ● Desenvolvimento de artefato pedagógico
Fase 3:	<ul style="list-style-type: none"> ● Intervenção (primeiro ciclo);

Intervenção: ciclos iterativos de aplicação e refinamento do artefato.	<ul style="list-style-type: none"> ● Coleta e construção de dados; ● Análises preliminares sobre o primeiro ciclo ● Segundo ciclo após análise preliminar do primeiro ciclo. ● Outros ciclos iterativos
Fase 4: Reflexão para produzir princípios de design e melhorar a implementação da solução.	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaboração de princípios de design

Fonte: Adaptado de MCKENNEY (2019, p.83)

Nos capítulos a seguir serão apresentadas algumas discussões sobre alguns aportes teóricos que foram utilizados em diferentes etapas da PBD. A sequência escolhida está relacionada não com a importância da teoria em si, mas com o uso dessas teorias nas diferentes etapas da PBD. Logo, a apresentação poderia seguir uma estrutura diferente da que foi escolhida neste trabalho.

3.2 A Teoria da Atividade (TA)

A atividade educacional, como qualquer atividade humana, está sujeita a influências do contexto social, cultural e histórico. Assim, o entendimento sobre como o contexto afeta os sujeitos é importante e deve ser levado em consideração em todas as etapas da pesquisa, por ser um elemento-chave desse processo (DBRC, 2003; DISESSA e COBB, 2004). Assim, neste capítulo, será feita uma discussão sobre a Teoria da Atividade porque ela foi adotada na etapa de identificação do problema (etapa 1 da PBD), auxiliando na compreensão sobre quem são os sujeitos, o que os motiva, como eles agiam e, principalmente, como as contradições afetavam o trabalho colaborativo.

Nos capítulos 3.3 e 3.4 são apresentados o que estamos chamando de contradições e como elas se manifestam em um dado contexto. Entretanto, também é interessante clarificar que o uso do termo contexto neste trabalho é entendido como sendo criado dinamicamente por todos os elementos dentro da sala de aula, incluindo os estudantes e seu desenvolvimento conceitual. Portanto, "contexto" é aqui definido como uma espécie de malha constituída pelo aluno individual interagindo com as ferramentas, mais o aluno interagindo com outros sujeitos e suas ferramentas. Essa definição dinâmica de contexto é necessária se o pesquisador procura entender como a participação leva à aprendizagem.

Pode-se dar algumas justificativas para a escolha da TA nesta etapa inicial. São elas: 1) porque ela auxilia na observação da influência do coletivo sobre o aprendizado; 2) porque ela ajuda a entender como as manifestações das contradições em sistemas de atividades humanas, presentes em todos os sistemas de atividades, moldam os processos e o uso das ferramentas utilizadas pelos indivíduos. 3) porque a TA tem sido apontada como referencial para estudos sobre pesquisa e desenvolvimento de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem (GIFFORD & ENYEDY, 1999; JONASSEN, 1999; MWANZA, 2001; MWANZA & ENGSTRÖM, 2005); 4) porque as TDIC, bem como a linguagem, são ferramentas de mediação entre alunos e o processo de aprendizagem.

3.2.1- Breve discussão sobre a TA

A Teoria da Atividade é um referencial teórico ancorado na psicologia russa, iniciada nos anos 1920 e 1930 pelos teóricos Vygotsky, Luria e Leontyev (CASSANDRE; BULGAKOV; CAMARGO, 2011; ENGESTRÖM; SANNINO, 2010). Entretanto, o conceito de atividade foi introduzido pelo filósofo alemão Georg W. Friedrich Hegel, que destacou o papel da atividade produtiva e os instrumentos do trabalho no desenvolvimento do conhecimento (ENGESTRÖM, 1987; SANNINO, 2011). HEGEL (2008) propõe que a consciência humana recebe influência de fatores sociais e históricos, e que esse conhecimento é objetivado através da criação de artefatos pela humanidade. Por conta disso, este arcabouço teórico também é chamado de Estudos Socioculturais.

MARX (1976) ampliou o conceito de HEGEL (2008) ao alegar que o homem não é apenas um produto da história e da cultura, mas também um transformador da natureza e um criador. MARX(1976) enfatiza o aspecto ativo dos seres humanos, capazes de mudar o mundo propositadamente e criar coisas novas, que vão além de sua capacidade real, em vez de simplesmente adaptarem-se às mudanças no ambiente. Baseado no conceito de atividade de MARX (1976), VYGOTSKY (1978) criou a ideia da mediação cultural da ação humana, cujo conceito tornou-se central na TA.

Para VYGOTSKY (1978), o sujeito sempre se relaciona com o mundo de forma mediada por artefatos culturais, onde a linguagem é um exemplo disso. De acordo com COLE (1996), o conceito de artefato como produto da história humana oferece uma maneira de superar a dualidade entre o interno e externo, ideal e material. Entretanto, VYGOTSKY (1978) tinha como unidade de análise apenas indivíduos. Por isso, essa unidade de análise foi expandida por LEONT'EV (1981), o qual diferenciou a ação individual da atividade coletiva.

Entretanto, PEREIRA (2016) alega que alguns erros na utilização da TA no Brasil precisam ser observados e corrigidos em futuros trabalhos. O autor explica que três problemas básicos relacionados com as traduções das obras de Vygotsky ocorreram. O primeiro se deve à pobre tradução dos textos de Vygotsky e falta de correção dos mesmos. Isso ocorreu porque a tradução brasileira é baseada em uma

tradução equivocada do inglês, o que tem contribuído para diferentes interpretações da teoria (MORI, 2013). Para exemplificar sobre os erros, o próprio título da obra *Pensamento e Linguagem* deveria ter sido traduzido como *Pensamento e Fala*, ou mais precisamente, *Pensar e Falar* (PRESTES, 2012). A autora apresenta outro exemplo de erro que é uma distinção entre as palavras “Myshlenie” e “Mysl”. Em russo, Mysl significa *thought* (pensamento enquanto conteúdo das ideias), ao passo que Myshlenie significa *thinking* (pensamento enquanto ato de pensar)

O segundo problema das traduções é de ordem mais ideológica e pode ser verificado pela supressão de partes dos textos de Vygotsky durante a guerra fria, chegando a uma redução de dois terços do texto original, pela retirada de passagens essenciais por fazer referência ao marxismo (LIMA, 1990). Por fim, o terceiro problema está relacionado com a incompatibilidade entre as visões de mundo do Ocidente da atualidade com as visões de mundo da antiga União Soviética em vários pontos, uma vez que a base dos trabalhos de Vygotsky estava fundamentada nos princípios do materialismo histórico e dialético do marxismo (PEREIRA, 2014). Um exemplo disso é dado por WERTSCH (1999), que foi pioneiro na divulgação dos textos e ideias de Vygotsky no ocidente. Ao realizar um ano de pós-doutorado em Moscou, ele teve a oportunidade de trabalhar com ex-colaboradores de Vygotsky, tais como A. R. Luria e A. N. Leontiev, e relata essa incompatibilidade de visões na fala a seguir:

“...Os problemas que se consideravam relevantes eram simplesmente diferentes daqueles que eu havia enfrentado nos Estados Unidos, assim como as formas de raciocínio e as evidências que se consideravam convincentes. Toda esta forma de falar e de pensar sobre os problemas [...] era nova para mim, e eu precisei de tempo para reconhecê-la e, obviamente, para dominá-la”. (WERTSCH, 1999, p. 11).

PEREIRA (2014) também aponta que, dentre os erros mais comuns encontrados na literatura sobre o uso dos conceitos de Vygotsky no Ensino de Física, destacam-se: 1) a noção de professor como mediador do conhecimento; 2) a

noção de livro didático como parceiro mais capaz; 3) o desenvolvimento como a construção de novas estruturas cognitivas. Estas percepções estão relacionadas com a “metáfora da aquisição” de SFARD (1998), onde o conhecimento é algo externo que foi adquirido e passa para dentro da cabeça, podendo ser aplicado, transferido para outras situações e compartilhado com outros sujeitos. Isso é diferente da visão sociocultural, onde a cognição tem um caráter distribuído com ferramentas e pelas interações sociais, ou seja, existe uma “mentalidade” também fora da cabeça do sujeito, que emerge da ação do indivíduo ao articular intenções, recursos materiais e humanos disponibilizados pelo ambiente e seus próprios talentos sobre, e no mundo.

3.2.2 - Diferença entre atividade e ação

Em uma abordagem baseada na TA, os seres humanos são vistos como envolvidos em diversas atividades, diferenciadas pelo seu objeto. O pressuposto básico é que uma atividade é sempre dirigida a um objeto. A fim de estudar uma determinada atividade, primeiro é importante identificar o objeto que direciona as ações do sujeito (LEONT'EV, 1978, p. 62). Por exemplo, um grupo tem fome e deseja caçar para saciar suas necessidades. LEONT'EV (1978) comenta que, nas caçadas da antiguidade, possivelmente, um grupo ficava responsável de assustar a presa para direcioná-la para outro grupo, que estava escondido para capturar o animal. Assim, ao analisar isoladamente a ação do grupo que era responsável por assustar a presa a ação não faz sentido, ou não é eficaz, para o objetivo de matar o animal para saciar a fome. Entretanto, ao analisar a atividade como um todo, esta ação foi uma parte fundamental do trabalho para capturar a presa. Logo, a satisfação das necessidades é mediada através de um processo social de distribuição do objeto coletivo, onde as ações são regulamentadas por meio de relações que são específicas para cada forma histórica de produção.

Assim, uma distinção importante entre ação e atividade é que as ações são direcionadas a metas que estão ancoradas em um dado lugar no espaço e no tempo, enquanto o objeto de uma atividade é mais aberto e se relaciona com um motivo mais amplo. Portanto, somente o objeto da atividade coletiva, em vez dos

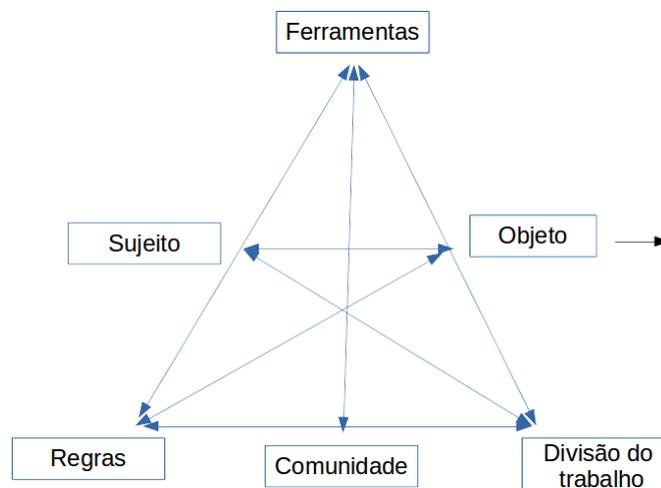
objetivos das ações, pode explicar o porquê de uma ação surgir. A separação entre objetivo de uma ação e objeto da atividade cria uma relação dialética, onde “atividades não podem ser entendidas sem ações e ações não podem ser compreendidas sem atividade” (LEONT’EV, 1978, p. 64).

O conceito de objeto da atividade é baseado em quatro princípios. O primeiro princípio refere-se ao motivo e origem de uma determinada atividade, e a razão para sua existência está relacionada a uma necessidade (não somente biológica) que existe na sociedade (LEONT’EV, 1978). Desta forma, as pessoas se envolvem em atividades coletivas para produzir objetos que satisfaçam suas necessidades e, ao mesmo tempo, contribuem para a realização e o desenvolvimento de atividades (MIETTINEN, 2005).

O segundo princípio é que o objeto é duplo, epistêmico (ideal) e objetivo (material). O objeto de uma atividade é tanto a matéria-prima a ser transformada quanto um resultado ou entidades culturais (MIETTINEN, 1998). O terceiro princípio é que o objeto está em constante mudança. Essa mudança ocorre não apenas no aspecto material do objeto, mas também no seu aspecto ideal, que inclui a conceituação de uma coisa, o conhecimento dessa coisa e os métodos para produzi-la. O quarto princípio é que o objeto só pode ser alcançado coletivamente, ou seja, ele é resultado de negociações, atribuições de sentidos e significados fornecidos pelos participantes da atividade. Portanto, o objeto pode variar conforme ocorrem mudanças nos contextos históricos, sociais e culturais.

Como na TA, o individual e o coletivo são vistos de forma dialética, onde para se compreender uma atividade coletiva é necessário levar em consideração as ações individuais, e vice-versa, além de levar em conta o objeto que está sendo socialmente estabelecido, ENGSTRÖM (1987) elabora a terceira fase da TA, onde o triângulo individual de mediação de Vygotsky (parte superior do triângulo, onde mostra a relação entre sujeito, ferramenta e objeto) é ampliado pela incorporação de mediadores sociais organizacionais, tais como regras, divisão do trabalho e comunidade (Figura-3.2.1).

Figura-3.2.1: Sistema de atividades ampliado por ENGeström



Fonte: Adaptado de Engeström (1987)

O componente "Objeto" reflete a natureza motivacional ou intencional da atividade humana que permite que os humanos controlem seu próprio comportamento. Assim, a atividade humana é direcionada à satisfação dos objetivos identificados.

Porém, é preciso lembrar que o conhecimento sobre o objeto e seus significados, é entendido, e definido, de formas diferentes por sujeitos diferentes contextos socioculturais e históricos. Desta forma, os componentes do sistema de atividade estão sendo constantemente construídos e renovados em consequência do desenvolvimento de novas contradições. Segundo ENGeström (2001), um sistema de atividade tem vozes múltiplas, ou seja, ele é formado por uma comunidade na qual os sujeitos têm múltiplos pontos de vista, tradições e interesses.

O componente "Sujeitos" do modelo retrata a natureza individual e social da atividade humana, refletida por meio de colaborações e consultas, a fim de satisfazer um objetivo compartilhado.

Como o relacionamento dos sujeitos com o objeto ou objetivo da atividade é mediado pelo uso de ferramentas, é importante esclarecer que o componente "Ferramentas" engloba o uso de ferramentas físicas e conceituais. Ferramentas

físicas são usadas para manipular ou manipular objetos, enquanto ferramentas conceituais são usadas para influenciar o comportamento de uma maneira ou de outra.

O componente "Comunidade" coloca a análise da atividade sendo investigada no contexto social e cultural do ambiente em que o sujeito opera. Essa noção reafirma a adequação da TA ao estudo das práticas humanas em uma organização. Enquanto o componente Regras destaca o fato de que, dentro de uma comunidade de atores, é provável que haja regras e regulamentos que afetem os meios pelos quais a atividade é realizada. Essas regras podem ser explícitas ou implícitas, por exemplo, normas culturais existentes em uma comunidade específica.

O componente "Divisão do Trabalho" refere-se à alocação de responsabilidades e variações nas funções de trabalho dos sujeitos à medida que realizam a atividade na comunidade.

Um comentário especial se faz necessário sobre o uso das ferramentas para não cair na armadilha de pensar que as TDIC dão conta de resolver sozinhas os problemas do processo de ensino e aprendizagem (MARTINS, 2011; RESENDE et al, 2009). Neste sentido, os estudos socioculturais auxiliam nesse aspecto de não isolacionismo porque sempre é observado o sujeito fazendo uso de uma ferramenta dentro de uma atividade social maior. Logo, não há sentido em se perguntar se a resolução de um problema de matemática, por exemplo, foi feita pelo sujeito ou pela calculadora. Quando o sujeito resolve uma situação prática, como a realização de um cálculo matemático com o auxílio de uma calculadora, a ação mediada de resolver o cálculo foi realizada pelo sujeito/calculadora. Mas, o sujeito poderia ter resolvido o mesmo cálculo sem a calculadora? Sim, mas, nesse caso, utilizaria outras ferramentas culturais, tais como: número, sintaxe matemática, linguagem etc.

WERTSCH (1998) delineou cinco características das ferramentas culturais, onde a primeira afirma que as ferramentas culturais são materiais. Embora a materialidade de itens como computadores, livros e calculadoras seja bastante evidente (já que constituem objetos físicos que podemos tocar e manipular), essa mesma propriedade resulta menos óbvia quando consideramos meios mediacionais semióticos, tais como a linguagem. A segunda formulação é a afirmação de que as ferramentas culturais restringem ao mesmo tempo em que possibilitam a ação. É

importante lembrar da existência de limitações nas ferramentas, pois a ideia geral é a de que, mesmo quando uma ferramenta cultural liberta os agentes de algumas limitações prévias, ela introduz outras novas que lhe são próprias. O uso de um simulador nas aulas de Física pode servir de exemplo disso, pois ao mesmo tempo que permite oportunidade de testar previsões, formular planos, coletar dados, dentre outras vantagens, também introduz o problema do aluno achar que a teoria sempre funciona porque o computador foi programado para isso, ou seja, a Física do mundo virtual não corresponde à Física do mundo real. Neste caso, o erro de uma experiência não é levado em consideração, pois o foco é no resultado do experimento e não no processo. Assim, o aluno pode cair na armadilha de achar que não usou adequadamente o aparelho, em vez de questionar suas hipóteses e refletir sobre a teoria, ou mesmo questionar a teoria.

A terceira formulação de WERTSCH (1998) consiste na afirmação de que novas ferramentas culturais transformam a ação mediada. Na perspectiva de WERTSCH (1998), a introdução de uma nova ferramenta cultural na ação cria uma espécie de desequilíbrio na sua organização sistemática, que provoca mudanças no agente e na ação mediada como um todo. Podemos exemplificar pelo uso da escrita e suas transformações com a introdução de novas ferramentas. A escrita, o registro, a produção e disseminação do conhecimento foram amplamente alterados pela introdução de novas ferramentas, tais como o papel, caneta e, mais recentemente, o computador. Neste contexto, pode-se afirmar que a comunicação nunca mais será a mesma após as redes sociais e a Internet (CASTELLS, 1999).

Uma quarta formulação para a aproximação sociocultural é a afirmação de que as ferramentas culturais são, com frequência, produzidas por razões outras que não a facilitação da ação. Essa afirmação contrasta com a concepção na qual os meios mediacionais surgem em respostas às necessidades dos agentes. Por exemplo, algumas técnicas e instrumentação laboratorial surgiram sem nenhuma intenção direcionada do criador, ao contrário, algumas foram resultados de erros de manipulação de experimento ou por acaso. A válvula eletrônica, tão usada nos primeiros aparelhos eletrônicos, foi resultado de um teste de uma lâmpada que não deu certo, ou seja, foi um acidente que teve o potencial não antecipado de transformar a ação mediada. Em alguns casos, as ferramentas culturais são

produzidas com a finalidade de obstruir o desempenho dos agentes. Para ilustrar esse aspecto, WERTSCH (1991, 1998) apresentou um exemplo relativo ao surgimento dos teclados para processadores de texto. De acordo com o autor, o teclado universal QWERTY, encontrado atualmente em computadores, foi projetado na década de 1960, com a finalidade de reduzir a velocidade de digitação dos datilógrafos. Essa exigência surgiu em função das antigas máquinas de escrever, que travavam as teclas quando pressionadas rapidamente. Em virtude disso, as letras foram distribuídas no teclado de modo que os datilógrafos se vissem forçados a utilizar a mão esquerda durante a maior parte do tempo, além de inserir outros inconvenientes adicionais. Apesar das razões originais para se utilizar o teclado QWERTY terem desaparecido, esse modelo é o mais utilizado atualmente. Esse exemplo mostra como as forças históricas e econômicas podem estar envolvidas no processo de padronização das ferramentas culturais utilizadas.

Por fim, a quinta característica das ferramentas numa aproximação sociocultural consiste na afirmação de que o poder e a autoridade não são atributos do indivíduo, isoladamente, mas sim da tensão irreduzível entre os agentes e as ferramentas culturais. Por exemplo, muitos povos escolhiam seus líderes pelo reconhecimento de sua habilidade ímpar com uma arma (guerreiro mais capaz).

Lembrando que a linguagem é entendida como ferramenta cultural, essa noção de autoridade contrasta com a concepção na qual a linguagem, e outros meios mediacionais, constituem instrumentos neutros de pensamento e comunicação.

Um exemplo encontrado na literatura é lembrado por PEREIRA (2015), apud HATANO E INAGAKI (1991), onde alunos de ensino fundamental dos Estados Unidos estavam respondendo ao professor uma questão sobre o experimento, conforme vemos no excerto abaixo:

“O professor suspendeu uma bola de argila em uma mola e perguntou aos alunos o que aconteceria com o sistema se ele fosse colocado dentro de um recipiente com água. Ao debater sobre o assunto, alguns alunos sustentavam que a mola deveria distender, até que lan, um aluno da quarta série, fez o seguinte pronunciamento: mesmo que ela [a bola] esteja presa, mesmo que você coloque espaço ao seu redor, ela subiria... é uma atmosfera diferente para mudar” (apud WERTSCH, 1991b, p. 137).

PEREIRA (2015) ainda comenta que o argumento de Ian não está fundado em observação ou nos processos físicos do fenômeno. Entretanto, esse discurso teve um efeito poderoso sobre o restante do grupo, já que muitos dos alunos mudaram de opinião, concordando que a mola deveria contrair. Desta forma, é importante questionar qual foi a fonte de autoridade nesse contexto. Ainda que Ian tivesse o respeito dos colegas por ser considerado bom aluno, o fato que merece destaque é que ele se apropriou de fragmentos do gênero discursivo da "ciência oficial" com a finalidade de convencer os outros alunos. Portanto, o uso da palavra "atmosfera" foi determinante nesse processo.

3.2.3 - O papel das contradições na aprendizagem

A divisão do trabalho em uma atividade cria posições diferentes para os participantes, nas quais eles e os artefatos empregados carregam consigo sua história, regras e convenções. Desta forma, existem múltiplas vozes atuando no sistema que podem ser tanto uma fonte de problemas quanto uma fonte de inovação, exigindo ações de entendimento e negociação.

Neste sentido, as múltiplas vozes geram contradições, as quais fomentam uma aprendizagem expansiva, onde os sujeitos aprendem o que ainda não existe, expandindo o objeto da atividade, criando novas ferramentas e formas de organização social do trabalho em torno desse novo objeto (ENGESTRÖM, 1987, 2001). Aprender de forma expansiva implica a concepção e a implementação de um novo conceito de atividade, que envolve a reconstrução de todos os elementos dentro de um sistema de atividade (ENGESTRÖM e SANNINO, 2010).

O termo contradição é um conceito filosófico fundamental que não deve ser equiparado a paradoxo, tensão, inconsistência, conflito, dilema ou duplo vínculo. Entretanto, estes termos podem ser considerados como manifestações da contradição (ENGESTRÖM e SANNINO, 2011). ENGESTRÖM (2011) ainda comenta que as contradições são históricas e devem ser rastreadas em seu verdadeiro desenvolvimento histórico. Portanto, focar a contradição interior requer que analisemos o sistema histórico concreto no qual a contradição toma forma e

como as contradições moldam novas formas do sujeito agir e reconceituar a própria atividade, onde as contradições são consideradas a força motriz de transformação do objeto, promovendo uma aprendizagem expansiva (ENGESTRÖM, 2001).

Para entender este processo, ENGESTRÖM (2001) propõe um modelo cíclico, no qual uma sequência de ações epistêmicas ocorrem durante o aprendizado expansivo, onde as etapas deste ciclo são: 1-Questionando; 2-Analisando; 3-Modelando uma solução; 4-Examinando; 5-Implementando; 6-Refletindo; e 7- Consolidando.

Neste ciclo, os questionamentos surgem na primeira etapa quando as contradições aparecem produzindo insatisfação pela inadequação das ferramentas, ou procedimentos, para alcançar o objeto. Isto cria um “estado de necessidade”, no qual as contradições aparecem em sua forma básica, como contradições primárias. Durante essa fase, há uma necessidade de mudança, mas ainda não há uma pressão urgente de mudança, pois é possível deixar a situação como ela está (ENGESTRÖM, 1987). A segunda fase é caracterizada pelo agravamento dos problemas já existentes na fase anterior. Distúrbios começam a ameaçar a obtenção dos resultados desejáveis.

Essa fase é chamada de vínculo duplo, onde a contradição começa a produzir desajustes e tensões entre os elementos do sistema de atividade que são chamadas contradições secundárias (ENGESTRÖM e SANNINO, 2012). O agravamento dos problemas leva à busca de soluções. Essas soluções podem, ou não, incluir um objeto expandido. Essas mudanças podem ser simplesmente ajustes nos elementos do sistema de atividade, como uma nova tecnologia ou uma nova maneira de fazer algo. Se a crise é grave o suficiente, as pessoas podem desafiar todo o sistema, inclusive o propósito de toda a atividade (o objeto). Se as pessoas desafiam e mudam o objeto da atividade, redesenhando-o de uma forma mais expansiva, o ciclo é chamado de “ciclo expansivo”. Essa fase é intitulada de “novo objeto” ou “construção de um novo motivo”. Nela, a comunidade projeta uma nova atividade na qual o objeto é mais expandido, ou seja, mais amplo, já que inclui características mais desejáveis do que o anterior.

Desta forma, a Aprendizagem Expansiva visa superar uma contradição que leva a atividade a uma situação de crise, gerando a expansão do objeto. Por sua

vez, isso exige um modo de compreender as contradições internas do sistema e de encontrar possibilidades de continuar a desenvolvê-lo.

3.2.4- Manifestações das contradições

As contradições não podem ser observadas diretamente, pois elas são históricas, emergentes e sistêmicas (ENGESTRÖM e SANNINO, 2011). Assim, as contradições só se tornam reconhecidas por meio da reconstrução verbal e da iniciativa daqueles que estão envolvidos na atividade. Quando os sujeitos se envolvem em uma experiência dialógica e histórica de compreensão da atividade, as contradições emergem, não como um constructo fechado e único, mas a partir de suas manifestações. Os autores identificaram quatro tipos de manifestações discursivas, as quais são: (1) dilemas; (2) conflitos; (3) conflitos críticos e (4) vínculo duplo.

Os “dilemas” são tradicionalmente estudados em psicologia social como meio de compreender processos de tomada de decisão, raciocínio moral, representações sociais e ideologias. Os dilemas caracterizam nosso pensamento e conduta cotidianos (ENGESTRÖM, 2011). Os dilemas são criados ideologicamente e são produtos da história. Assim, “difícilmente podem ser universais” (BILLIG et al., 1988, p. 149). Um dilema é comumente expresso na forma de expressões que denotam hesitações do tipo: a) Por um lado [...] por outro lado; b) Sim, mas [...]. Desta forma, um dilema é tipicamente reproduzido em vez de resolvido, geralmente com a ajuda de negação ou reformulação.

Os “conflitos” materializam-se, conforme explicam ENGESTRÖM e SANNINO (2011), por meio do sentimento de uma pessoa ou grupo, de que eles estão sendo afetados de forma incômoda por outra pessoa ou grupo. Nesta concepção, o conflito surge porque há interesses divergentes, produzindo desconforto entre os grupos. Além disso, conflitos assumem a forma de resistência, desacordo, discussão e crítica (ENGESTRÖM e SANNINO, 2011). No conflito verbal, os participantes se opõem às declarações, ou ações, uns dos outros, em turnos sucessivos na conversa. A resolução de conflitos normalmente acontece por meio de encontrar um compromisso ou submeter-se à autoridade ou à maioria.

"Conflitos críticos" são situações em que as pessoas enfrentam dúvidas internas que as paralisam diante de motivos contraditórios insolúveis apenas pelo sujeito. Na interação social, os conflitos críticos normalmente envolvem sentimentos de violação ou culpa, muitas vezes silenciados (SANNINO, 2008), envolvendo relatos pessoais, emocional e moralmente carregados, com estrutura narrativa e freqüentemente empregando metáforas fortes (ENGESTRÖN, 2011). A resolução de conflitos críticos assume a forma de encontrar um novo senso pessoal e negociar um novo significado para a situação inicial. Essa resolução geralmente toma a forma de libertação ou emancipação pessoal.

"Vínculos duplos" são processos nos quais os atores enfrentam, repetidamente, alternativas prementes e igualmente inaceitáveis em seu sistema de atividades, que são, aparentemente, sem saída. Tais processos repetitivos tendem a se agravar, a ponto de atingir crises com consequências imprevisíveis e "explosivas". No discurso, os vínculos duplos são tipicamente expressos primeiro por meio de perguntas retóricas, indicando um beco sem saída, uma necessidade premente de fazer algo e, ao mesmo tempo, uma impossibilidade percebida de ação. Essa impossibilidade é comumente expressa com a ajuda de perguntas retóricas desesperadas do tipo "O que podemos fazer?" Um vínculo duplo é tipicamente uma situação que não pode ser resolvida apenas por um indivíduo. Assim, uma elaboração discursiva de um vínculo duplo envolve tipicamente uma tentativa de transição do indivíduo "eu" para o "nós" coletivo, como "devemos", "precisamos", carregado com um senso de urgência. A resolução de um vínculo duplo requer ações práticas transformadoras e coletivas que vão além das palavras, mas geralmente são acompanhadas de expressões como "vamos fazer isso", "vamos conseguir".

Como os atores deste trabalho são representantes de diferentes grupos (licenciandos, professor da escola básica e alunos do Ensino Médio), era esperado que surgissem contradições, e que as manifestações das contradições da atividade poderiam revelar um ciclo da aprendizagem expansiva (ENGESTRÖN, 1987). A tabela abaixo vai auxiliar na identificação das manifestações das contradições.

Tabela 3.2.2 - Características das manifestações das contradições

Manifestação	Características	“Pistas” linguísticas
Vínculo duplo	Enfrentando alternativas prementes e igualmente inaceitáveis em um sistema de atividades: Resolução: transformação prática (indo além das palavras)	"Nós", "devemos", "temos que", "vamos fazer isso".
Conflito crítico	Enfrentando motivos contraditórios na interação social, sentindo-se violado ou culpado Resolução: encontrando um novo senso pessoal e negociando um novo significado	Estrutura narrativa das narrativas pessoais, emocionais e morais, metáforas vívidas "Agora percebo que [. . .]"
Conflito	Argumentando, criticando a Resolução: encontrando um compromisso, submetendo-se à autoridade ou à maioria	"Não", "eu discordo", "isso não é verdade" "sim", "isso eu posso aceitar"
Dilema	Expressão ou troca de avaliações incompatíveis Resolução: negação, reformulação	"por um lado[. . .] por outro lado"; "sim mas" "Eu não quis dizer isso", "eu realmente quis dizer"

Fonte: Adaptado de ENGSTRÖM e SANNINO (2011)

Por fim, pode-se afirmar que a observação das contradições foi importante neste trabalho para auxiliar na compreensão de quais suportes e negociações foram necessárias para se trabalhar em grupo e como isso mudou as regras dos grupos e a divisão de trabalho.

3.3 Explicações científicas em sala de aula

Essa parte do texto esclarecer a respeito do que estamos chamando de explicações científicas e sobre critérios para identificar o aprendizado dos alunos sobre o tema Tempo.

Isso é importante porque, na perspectiva dos Estudos Socioculturais, uma argumentação ou uma explicação sobre um assunto é vista como uma modalidade de estruturar a atividade da linguagem através da qual os aspectos declarativos (locucionários) e intencionais (ilocucionários) se integram (WERTSCH, 1998; BAKHTIN, 1991). Neste sentido, aprender Física, por exemplo, não se restringe apenas a dominar definições de conceitos, mas “envolve aprender como combinar os significados dos diferentes termos de acordo com os modos aceitos de falar nas ciências” (LEMKE, 1990, p.1). Então, aprender ciência é visto como uma tarefa semelhante ao aprendizado de uma linguagem conceitualmente especializada.

No entanto, existem abordagens diferentes para estudar uma explicação científica. Por exemplo, MARTINS et al. (1999), no contexto das explicações científicas trazidas pelos professores em sala de aula, busca fornecer uma linguagem que relaciona categorias permitindo analisar, descrever, discutir e comparar situações reais. Os autores ainda apontam que parte da dificuldade na explicação de conceitos científicos advém do fato de que aprender ciências não se relaciona somente com o aprender novos conceitos, conhecimentos e informações, mas também mudar a forma de ver o mundo. Neste sentido, o ofício docente envolve tentativas de se estabelecer “nexos, continuidades, relações entre essas diferentes visões de mundo e aproximar posições que se encontram separadas por abismos conceituais” (MARTINS et al., 1999, p.1).

Estes autores são da opinião de que as dificuldades do aprendizado de ciências transcendem os problemas advindos das tentativas de apropriação da chamada "linguagem da ciência". Para eles, a construção de novas significações não é vista como exclusivamente dependente da linguagem (escrita ou falada), mas como resultado da interação entre diversos sistemas de representação (KRESS, MARTINS, OGBORN E MCGILLICUDDY, 1997).

O modelo apresentado por MARTINS et al. (1999), tem dois eixos: 1) A discussão de como explicações científicas podem ser entendidas como análogas a histórias; 2) A discussão de que explicar envolve quatro momentos: criar "diferenças", construir "entidades", transformar conhecimento e atribuir significação ao que é material.

Sobre a parte de criar diferenças, os autores lembram que, cotidianamente, as explicações aparecem porque alguém perguntou algo. Entretanto, na maior parte do tempo explicações são oferecidas em sala de aula sem que o aluno as solicite. Desta forma, o aluno é visto como quem precisa de informação ou conhecimento, que é organizado por currículos. Assim, em termos de comunicação, isso envolve criar uma "diferença" entre as partes. Essas diferenças devem ser exploradas para que seja possível resolvê-las e permitir que dois pontos de vista, inicialmente incompatíveis, sejam aproximados. Maneiras de criar diferenças envolvem promessas de futura utilidade do conhecimento em questão, exploração de fenômenos não intuitivos, expectativas não concretizadas.

No caso da construção de entidades, estes são vistos como recursos que serão utilizados no processo, mas são desconhecidos pelos alunos. MARTINS et al. (1999) exemplificam isso lembrando que não se pode falar de Lei de Ohm sem primeiro falar de corrente elétrica, voltagem, resistência etc. Os autores ainda comentam que, ao longo da escolarização, muitas entidades científicas passam de objetos de reflexão e análise a ferramentas para o pensamento, transformando-se em parte das explicações e não permanecendo como coisas a serem explicadas. Dessa forma, a construção das "entidades" é também a construção de futuras explicações.

Em relação ao conhecimento científico, este não é estático, mas sofre diversas transformações até chegar à escola, e dentro dela também é transformado. Uma maneira de se transformar conhecimento é torná-lo uma narrativa.

Por fim, atribuir significação ao que é material é levar em consideração que, ainda que as teorias científicas pretendam descrever o mundo "como ele realmente é". Entretanto, este não se mostra nada parecido com o que essas teorias nos dizem. Por exemplo, o espaço parece absoluto e a Terra parece ser imóvel. Por isso, é considerado importante fazer demonstrações que levem os estudantes a ver

as coisas como as teorias dizem que elas são. Demonstrações, portanto, ajudam a revelar como o comportamento do que é material impõe restrições acerca do que podemos ou não imaginar.

É importante salientar que o propósito dos autores era discutir dimensões ao longo das quais “é possível descrever e comparar explicações em vez de discutir e identificar diferentes tipos de explicação” (MARTINS et al, 1999, p.4). Variações de explicações podem ocorrer de professor para professor em função de sua história pessoal, sua bagagem de recursos, experiência de sala de aula, tipos de interação com professor, o tipo de conteúdo a ser ensinado matéria, entre outro.

Outra abordagem sobre características de explicação científica é trazida por MACNEIL et al (2006) que alegam que uma explicação científica precisa incorporar três elementos básicos para ser considerada completa: 1- uma conclusão sobre o tema (alegação); 2- dados que suportem a alegação (prova); 3- uma justificativa que mostre porque a evidência apóia a alegação (raciocínio).

Por sua vez, BRAATEN E WINDSCHITL (2011) apontam que as explicações científicas apresentam três categorias: 1) explicação simples (explica significado dos termos); 2) explicação como causação (relato mecanicista de fenômenos naturais); 3- explicação como justificativa (explicação e argumentação articuladas). Para exemplificar essas categorias, vamos usar três explicações possíveis, todas corretas, de um professor de Física sobre o tema Força:

- a) Força é um empurrão (explicação simples);
- b) Força é o que muda a velocidade de um corpo (causa e efeito);
- c) A força resultante foi uma ação externa sobre o corpo, pois forças internas não mudam a velocidade do corpo inteiro (explicação como justificativa).

Em WERTSCH (2008), nós vemos que as narrativas e explicações possuem uma estrutura funcional e outra organizacional. A estrutura funcional considera duas dimensões de funcionamento das narrativas: uma referencial e outra dialógica. Já na estrutura organizacional, as explicações são compreendidas como sendo constituídas de dois elementos básicos: explicações específicas e moldes explicativos esquemáticos.

Na função referencial, as explicações focam nos cenários, atores e eventos no mundo real. Já na dimensão dialógica, as explicações buscam responder outras narrativas influentes disponíveis, de forma visível ou não, sobre o mesmo tema. Logo, as respostas a um questionamento, ou uma explanação sobre um assunto, não são apenas declarações, mas falam a outras possíveis perguntas. Assim, as explicações podem evidenciar dimensões de poder e de influência. Por exemplo, quando um aluno faz uma declaração em um trabalho em grupo, ele está respondendo ao professor, mas também tenta se antecipar a possíveis novas perguntas, ou críticas, à sua explicação. Outro exemplo disso é quando os alunos aceitam a explicação do professor sobre um tema. Isso ocorre não necessariamente porque a explicação do professor é a mais adequada, mas porque existem relações de poder atribuídas ao professor e ao status da ciência (exemplo: Isso é comprovado cientificamente!). Assim, é importante observar até que ponto os alunos acreditam (ou se identificam) com a explicação que produziram e como as novas explicações se relacionam com as antigas após as interações.

Em relação aos moldes explicativos esquemáticos, WERTSCH (2002) considera que eles consistem em estruturas genéricas empregadas em diferentes explicações, incluindo entre conteúdos distintos, desde que possuam uma estrutura organizacional comum. Entretanto, isso não significa que estamos supondo a existência de uma única e rígida estrutura que permeia qualquer explicação produzida acerca de qualquer conteúdo, mas sim afirmando que podem existir alguns padrões estruturais que sejam aplicados a explicações diversas (PEREIRA, 2015).

De forma diferente dos moldes explicativos esquemáticos, as explicações específicas estão relacionadas com o que há de particular nas explicações científicas produzidas sobre determinado tema, onde a ausência dessas estruturas muitas vezes possa ser considerada como sinal de incompletude ou inadequação da explicação que esteja sendo analisada.

No caso da função organizacional das explicações, pode ser observada uma proximidade com o modelo proposto por LEMKE (1990) de identificar as peculiaridades referentes às explicações sobre um determinado assunto. Segundo este autor, além de jargões e termos técnicos, um outro elemento que ajuda a

compreender a estrutura das explicações específicas são os padrões temáticos utilizados. O autor usa esse conceito por considerar que os conteúdos de cada área técnica e científica podem ser expressos de vários modos diferentes. Dessa forma, considera que as palavras e o vocabulário podem variar, mas o padrão semântico existente entre os termos utilizados dentro do discurso científico sempre permanece o mesmo.

3.3.1- Apropriação e domínio

O termo apropriação é o processo pelo qual os indivíduos transformam seus entendimentos sobre sua responsabilidade para com as atividades coletivas ao mesmo tempo que participam das atividades (BAKHTIN, 1991; ROGOFF, 1998). Neste sentido, quando ocorre uma apropriação também ocorre uma incorporação daquela ferramenta (uma explicação, por exemplo) à sua matriz de pensamento, como se fosse sempre sua. Por outro lado, se a ferramenta for usada corretamente sem a agregação à identidade do indivíduo, isso é visto como “Domínio” da ferramenta (WERTSCH, 1999).

Essa diferença é justificada pela observação que um aluno pode até dominar o uso dos termos científicos e não acreditar nas bases epistemológicas e até semânticas do discurso. Um exemplo disso é fornecido por EL-HANI E SEPULVEDA (2010), em sua pesquisa sobre modelos científicos para a origem das espécies e crenças religiosas dos alunos, quando relatam que alguns alunos reproduziam o discurso da teoria da evolução para obter aprovação, mas não acreditavam na mesma por motivos religiosos. Neste caso, pode-se dizer que o domínio da ferramenta tem o mesmo significado que internalizar, ou seja, importou algo externo sem transformação.

WERTSCH (1998) alega que o domínio de ferramentas culturais sinaliza para um importante aspecto relativo à capacidade dos agentes, no sentido de que o desenvolvimento de certas habilidades específicas surge da experiência. Essa noção contrasta com as práticas pedagógicas tradicionais, cuja principal atividade docente é a realização de aulas expositivas. Nesta perspectiva, o professor de Física, por exemplo, poderia pensar em oferecer mais oportunidades para os alunos atuarem com essas ferramentas, seja através de debates em grupo, resolução de problemas ou atividades experimentais nos laboratórios didáticos e de informática, em vez de simplesmente expor conceitos científicos aos alunos (kit de ferramentas da ciência), e esperar que os alunos os dominem espontaneamente. A sala de aula poderia ser usada mais como "espaço de trabalho" e colaboração do que como “auditório”. Neste sentido, a observação da formação dos conceitos é importante para o planejamento das atividades educacionais.

3.3.2- A Formação de Conceitos

VYGOTSKY (2009) alega que todo conceito é uma generalização e implica a possibilidade de situá-lo em um sistema de conceitos mais amplo, o qual se relaciona com outros conceitos em variados níveis de generalidade. Essa generalização é simultaneamente uma tomada de consciência e uma sistematização de conceitos. Logo, a formação de conceitos científicos envolve uma ação consciente do sujeito, que deve dominar, e apropriar, seu conteúdo no nível de sua definição e de suas relações conceituais. Por outro lado, existem os conceitos cotidianos, ou espontâneos, que se constituem nas atividades práticas nas quais o indivíduo se envolve, na relação com o meio físico e social.

Uma diferença importante entre esses conceitos foi destacada por TRAZZI e OLIVEIRA (2016), quando lembram que a formação dos conceitos científicos ocorre do conceito para o objeto, enquanto nos conceitos espontâneos o percurso de sua formação segue uma via do objeto para o conceito. Logo, existem dimensões epistemológicas e ontológicas importantes que precisam ser levadas em consideração. Entretanto, mesmo que os percursos de desenvolvimento desses conceitos sigam direções opostas, seus processos estão interligados, ao passo que um cria as condições para o desenvolvimento do outro e vice-versa.

VYGOTSKY (2009) explica que, diferentemente dos conceitos espontâneos, o desenvolvimento dos conceitos científicos implica ensino, ou seja, a mediação pedagógica, de maneira a possibilitar aos alunos condições de apropriação das relações complexas que se estabelecem entre conceitos com graus variáveis de generalidade. É importante lembrar que as ferramentas culturais mediacionais são construções humanas. Logo, o professor não pode ser considerado um mediador nesse referencial teórico, pois essa visão coisifica, ou objetiva, o professor. O professor precisa ser visto como um parceiro mais treinado que estimula, cria possibilidades e, acima de tudo, interage com outros parceiros (alunos) para o desenvolvimento coletivo, inclusive do próprio professor.

TRAZZI & OLIVEIRA (2016) resumem as ideias de Vygotsky sobre os conceitos da seguinte forma: a) todo conceito é uma generalização; b)

generalização significa ao mesmo tempo tomada de consciência dos processos psíquicos envolvidos na formação do conceito e sistematização desse conceito; c) a formação dos conceitos espontâneos e dos conceitos científicos faz parte de um mesmo processo de formação de conceitos que, apesar de se desenvolverem em direções opostas, são processos interligados, à medida que um abre o caminho para o desenvolvimento do outro; d) somente dentro de um sistema é que o indivíduo pode adquirir a tomada de consciência desses conceitos e de seu processo de formação; e) o ensino dos conceitos científicos permite antecipar o percurso do desenvolvimento.

Segundo WERTSCH (2008), as funções mentais superiores podem ser compartilhadas pelos membros de uma comunidade através de duas formas: socialmente, por meio da interação entre membros do grupo, e instrumentalmente, através do uso de ferramentas culturais compartilhadas. Esta dimensão é importante porque, neste trabalho, os alunos compartilharam explicações sobre um tema que apresenta conceitos espontâneos e científicos – o Tempo.

Também deve-se lembrar que todo discurso é permeado de relações de poder e negociações sociais. Entretanto, WERTSCH (2008) afirma que existe, também, uma espécie de compartilhamento de conhecimentos e memórias, ou seja, até mesmo a memória não é totalmente individual, ao contrário, ela também é construída socialmente. Logo, além dos conceitos da ciência levados pelo professor, há também as relações entre os alunos, e seus conceitos espontâneos, que precisam ser observados.

3.3.3 - Conceitos na Ciência

Na ciência, a origem do conhecimento que o aluno pode desenvolver está relacionada com as práticas e produtos históricos da comunidade científica. É ao se apropriar da linguagem, do uso acordado da linguagem e dos processos de desenvolvimento do conhecimento científico que o estudante desenvolve um entendimento sobre um tema científico. Um exemplo disso é dado na noção de Tempo na Física, onde o aluno moderno precisa observar que o tempo na Física de Einstein é bem diferente da noção cotidiana do mesmo. Neste caso, a visão apresentada por Newton é muito mais intuitiva e próxima do cotidiano. Porém, a noção do Tempo Newtoniano não dá conta de explicar alguns fenômenos da Física descobertos anos depois de Newton. Assim, o contato com variados conceitos da própria ciência possibilita ao aluno entender os fenômenos de uma forma mais ampla, além fomentar a percepção de que a construção de um conceito da Física, como a ideia de tempo, se dá ao longo de um caminho instável, podendo ocorrer mudanças abruptas de visão nos processos de transição paradigmática (KUHN, 2006).

Ao longo dos anos, muitos trabalhos foram realizados com enfoque nas explicações científicas em nível epistemológico (HEMPEL E OPPENHEIM, 1948; LEDERMAN, 1992; KOULIDIS & OGBORN, 1995; NOTT, M. & WELLINGTON, 1996; ZIMMERMANN, 2000; SANDOVAL, 2003), ou em relação às explicações científicas utilizadas em âmbito escolar e neles são propostas abordagens diversas sobre as explicações (LEMKE, 1990; OGBORN; KRESS; MARTINS; MCGILLICUDDY, 1996; MARTINS; OGBORN; KRESS, 1999; MORTIMER, 2000).

Diferentemente dos conceitos científicos, os conceitos espontâneos trazidos pelos alunos para o contexto da sala de aula, existem no mundo do aluno, sendo carentes de informação e baseados na experiência que não foram abstraídas, nem necessariamente existem na consciência do indivíduo. Já no caso do conhecimento científico, ele inclui: ferramentas; práticas e normas; símbolos matemáticos; diagramas esquemáticos; compreensão compartilhada do que se considera como evidência; critérios para determinar o poder explicativo de um modelo conceitual; um

processo de inferência a partir de observações e a compreensão do conhecimento como um comunicado e acordado produto cultural.

O conhecimento científico sobre transformações até chegar em sala de aula e durante o processo de ensino-aprendizagem porque ele é construído dialogicamente e não é neutro (WERTSCH, 1998; LEMKE, 1990), ou seja, o conhecimento é sempre histórico e, por isso mesmo, datado, carregando as intenções, as preocupações, as dificuldades de sua sistematização e as soluções que apresentou para as questões do tempo em que foi produzido e como foi transposto para a história atual.

Da mesma forma, o educando não entra neutro para a escola, mas carrega consigo toda sua vivência cotidiana. Portanto, como o aluno também possui um conhecimento prévio, vai para a escola já sabendo, em alguma medida, o que lhe será ensinado de forma mais sistemática pelo professor. Por exemplo, o tema Tempo, o qual foi abordado neste trabalho, não é desconhecido pelos alunos. Assim, os conceitos que são elaborados a partir das relações que estabelecem em seu meio extra-escolar, que não podem ser ignoradas pela escola. Trata-se de lidar com esses saberes como ponto de partida e provocar o diálogo constante deles com o conhecimento das ciências, garantindo a apropriação desse conhecimento e da maneira científica de pensar (LEMKE, 1990).

O conhecimento que os educandos levam para a escola não significa que seja sempre do senso comum, que não tenha nada de cientificidade, pois todo conhecimento científico pode estar presente no cotidiano de todos os indivíduos como cidadãos. O que pode acontecer é que o domínio que os estudantes têm de um determinado tema seja menos científico daquele que lhes será apresentado pelo professor. Portanto, nunca se começa do zero em ciência. O que se pretende com a socialização cada vez maior do conhecimento científico é que seja oportunizado aos educandos o modo científico de pensar e de buscar o conhecimento com autonomia a partir daquilo que já internalizaram e dominam.

Retomando a ideia das explicações específicas, para LEMKE (1990) “aprender ciências consiste em aprender a usar uma linguagem conceitualmente especializada para ler, escrever, resolver problemas e atuar no mundo” (LEMKE, 1990, P.1). Entretanto, é necessário ir além de jargões e termos técnicos e aprender

a usar o discurso no contexto adequado e com um valor semântico correto. Para tal, um outro elemento que ajuda a compreender a estrutura das explicações específicas são os padrões temáticos. Podemos entender isso melhor, quando ele alega que o discurso científico tem características diferentes de outros pela sua semântica, ou seja, existe uma relação específica entre os temas e os signos científicos e a forma como eles se relacionam e são montados em padrões. Estes padrões são construídos em parte pela gramática, em parte pelas estruturas retóricas e figuras de linguagem e em parte pelos movimentos da estrutura da atividade em questão (LEMKE, 1990).

Os estudantes podem dar indícios de apropriação de idéias científicas se eles forem capazes de dizer tais ideias em enunciados povoados por sua própria linguagem e perspectiva. Assim, pode-se avaliar se os significados das ideias científicas estão preservados nas ressignificações feitas pelos alunos ao compararmos com o padrão do discurso aceito na comunidade científica e apresentado no contexto escolar.

Para observar as explicações dos alunos, tanto em sala de aula, quanto no Facebook, foram usados critérios de análise da produção textual com base nos objetivos deste trabalho e nas propostas dos autores apresentados. Os critérios estão agrupados em dimensões da aprendizagem conforme a tabela a seguir: 1- domínio da linguagem social da ciência escolar; 2- ressignificação do discurso da ciência escolar versus manutenção de seu padrão temático; 3-Estrutura; 4- Nível da explicação.

Tabela-3.3.1: Dimensões de análise da apropriação da linguagem social da ciência e parâmetros avaliativos da produção textual dos alunos.

Dimensões	Crítérios de análise	Referencial
Domínio da linguagem social da ciência escolar	A explicação é estrutural e/ou funcional?	WERTSCH (2008)
Ressignificação do discurso X manutenção do padrão temático	A explicação dos alunos manteve as mesmas relações semânticas das explicações da ciência escolar?	LEMKE (1990)
Estrutura científica das explicações	Identificar se a explicação possui: <ul style="list-style-type: none"> ● Alegação ● Provas ● Racionalidade coerente 	MACNEIL (2006)
Nível da explicação científica	Qual o nível da explicação? <ul style="list-style-type: none"> ● Simples ● Causação ● Justificada 	BRAATEN (2011)

Fonte: autor

Sobre o domínio da linguagem social da ciência escolar, foi tomado como base que indivíduos falantes, ao construírem seus enunciados, invocam sempre uma linguagem social, a qual modela e restringe o que sua voz pode dizer. Desta posição teórica, segue-se em termos metodológicos que deve ser possível encontrarmos padrões de organização e funcionalidade no uso da linguagem (WERTSCH, 2008).

Um indício de que o estudante se apropria e usa com fluência a linguagem social da ciência pode ser encontrado em situações nas quais, para falar de um fenômeno natural, além de descrições, ele produz também explicações e generalizações, e, principalmente, quando menciona referentes teóricos com maior frequência do que referentes empíricos. Desse modo, o estudante revela ter se apropriado do caráter abstrato e generalizante do discurso da ciência, que contrasta com a tendência de particularização característica da linguagem cotidiana.

No caso da manutenção, ou não, das características semânticas nas explicações dos alunos, LEMKE (1990) apresenta os seguintes passos para a

construção de um padrão temático das interações discursivas: (1) identificação dos itens temáticos – termos da ciência que estão sendo usados; (2) construção das relações semânticas estabelecida entre cada um dos termos; (3) junção dessas relações semânticas em um padrão temático. As relações semânticas descrevem como os significados de duas palavras ou dois enunciados (itens temáticos) se encontram relacionados quando ambos são usados para falar sobre um tópico particular, e constituem uma generalização das diferentes formas gramaticais de expressar esta relação. LEMKE (1990) apresenta uma lista de relações semânticas mais comuns e o modo como são nomeadas em diferentes teorias semânticas e gramaticais. Como estas relações foram construídas para a língua inglesa, foi preciso adaptá-las para a análise de interações discursivas e textos produzidos na língua portuguesa. A seguir é apresentado um glossário contendo as relações semânticas:

Relações nominais:

ATRIBUTIVO:

- Atributo / portador: a maçã é vermelha. maçã = operador, vermelho = atributo;
- Atributo / Coisa: a maçã vermelha. . maçã = coisa, vermelho = atributo

CLASSIFICADOR:

- Classificador / Coisa: um vinho de maçã; vinho = classificador, maçã = coisa; (uma característica de identificação de uma subclasse)

QUANTIFICADOR:

- Quantificador / Coisa: as três maçãs; três = quantificador, maçãs = coisa; Número / coisa, quantificador / contagem, número (Uma característica quantitativa como um número)

Relações taxonômicas:

SÍMBOLO:

- Símbolo / Tipo: John é um estudante. Símbolo = John, Tipo = estudante;
- Membro / Classe, Instância / Categoria (Um exemplo individual de um tipo ou classe)

HIPONÍMIA / HIPERONÍMIA:

- Parte / Todo: qualquer cão é um mamífero. Hiponímia = cão, Hiperonímia = mamífero;(Classe subordinada / Classe superordenada; Subconjunto / Conjunto).

MERONÍMIA/HOLOMÍMIA:

- Meronímia/ holonímia (Parte / Todo): A gaveta de uma mesa. Meronímia = gaveta, holonímia = mesa; (Nome de uma parte pertencente a algum todo; duas partes do mesmo conjunto).

SIMONÍMIA:

- Sinônimo / sinônimo: Comprei um livro. Adquiri um livro. Sinônimos: Comprei / Adquiri. (Par de equivalência; equivalentes locais; sinônimos locais; duas expressões que têm o mesmo significado no contexto).

ANTINOMIA (ANTÔNIMO):

- Por favor, saia. Por favor fica. Antônimos: ficar / Sair. (Par de contraste; contrastes locais; Duas expressões que têm significados contrastantes em contexto).

Relações de transitividade:

AGENTE:

- Agente / Processo: o homem construiu a casa. Agente = homem, Processo = construir; (Assunto / Verbo Transitivo, Ator / Processo; causa ou instigador de um processo)

ALVO:

- Processo / alvo: o homem construiu a casa. Alvo = casa, Processo = construído; (Verbo / Objeto; Processo / Paciente, Objetivo, Destinatário, Afetado)

MEIO:

- Meio (veículo; ambiente) / Processo: o jarro quebrou. Meio = jarro, Processo = quebrou (Assunto intransitivo / verbo intransitivo; A entidade em relação à qual ocorre um processo)

BENEFICIÁRIO:

- Beneficiário / Processo: Ele deu a a jarra para minha tia. Beneficiário = minha tia (Objeto indireto / verbo transitivo; a jarra = O participante para qual ou para a qual a ação está sendo realizada).

ALCANCE:

- Processo / alcance: ele andou uma milha. Faixa = milha (Extensão; Objeto cognoscível; Os limites, a extensão ou a natureza do processo).

IDENTIFICAÇÃO:

- Identificado / Identificador: a parte branca é a Lua. Identificado = a parte branca; Identificador = a Lua.

POSSE:

- Possuidor / Possuído: minha tia tem o frasco. Possuidora = minha tia; Possuído= o jarro.

LOCALIZAÇÃO:

- Localizado / Localização: A caneta está na caixa. Localizado = caneta, Localização = caixa. (Expressa a relação espacial de entidades ou processos.)

TEMPO:

- Tempo / Evento: Aquilo foi construído ontem. Evento = construído, Tempo = ontem (Exprime a relação temporal de processos, eventos, entidades)

MATERIAL:

- Material / Processo: eu construo-o de madeira. Material = madeira, Processo = construído; O assunto ou material envolvido no processo (substantivos em massa)

MANEIRA

- Maneira / Processo: eu fiz isso com uma serra. Maneira = com serra, Processo = feito; Eu fiz isso lentamente. Maneira = devagar, Processo = feito. (Qualidade, Meios, Como, de que maneira, e por que meio / instrumento o processo ocorreu)

RAZÃO:

- Processo / Razão: Eu deixei para aquecer. Processo = deixar; ficar mais tempo, Razão = aquecer (Causa, Propósito, Meta, Necessidade Por que ou por que motivo o processo ocorreu?)

ELABORAÇÃO:

- Item / Elaboração: "A, isto é, B"; "A, por exemplo, B"; "A, viz B" são os três subtipos principais de exposição, exemplificação e esclarecimento, respectivamente.

ADIÇÃO:

- item / adição: "A e B"; "não A, nem B"; "A, mas B" são os três subtipos principais de conjuntivo, conjuntivo negativo e adversativo, respectivamente.

VARIAÇÃO:

- Item / Variação: "não A, mas B"; "A, mas não B"; "A ou B" são os três subtipos principais de substituíveis, excepcionais e alternativos, respectivamente.

CONEXÃO:

- Uma categoria diversa que inclui as relações das partes de várias formas de argumento, por exemplo, Causa / Consequência, Evidência / Conclusão, Problema / Solução, Ação / Motivação, e assim por diante.

Estas normas podem ser usadas como referências para avaliação da fluência com que os estudantes usam a linguagem social da ciência em suas produções textuais.

3.3.4 - Um Exemplo de Discurso da Ciência sobre o Tempo

O conceito de Tempo foi escolhido por ser de grande importância para o estudo da Física, e de outras áreas como a filosofia e a psicologia. Essa importância é destacada nos Parâmetros Curriculares Nacionais, que indicam a necessidade de diferentes abordagens para esses conceitos, como destacado abaixo:

“A competência para reconhecer o significado do conceito de tempo como parâmetro físico, por exemplo, deve ser acompanhada da capacidade de articular esse conceito com os tempos envolvidos nos processos biológicos ou químicos, e mesmo sua contraposição com os tempos psicológicos, além da importância do tempo no mundo da produção e dos serviços ...” (BRASIL, 1999, p. 232)

Observando o desenvolvimento histórico do Tempo, CARUSO & OGURI (2006) comentam que até o final do século XIX, tanto o tempo, quanto o espaço, eram considerados absolutos e independentes um do outro. Admitia-se o tempo como universal e o espaço como formando um universo euclidiano e infinito. Para Newton, por exemplo, o espaço tinha um caráter divino, admitido como o *sensorium* de Deus.

Em Newton, a mecânica clássica apresenta o Tempo e o Espaço como conceitos primordiais e que incorporam o “palco” onde acontecem os fenômenos físicos (LAWDEN, 1985). Nesse aspecto, o Espaço e o Tempo precisam ser absolutos para que possamos medir as outras grandezas que são dependentes destas, como podemos observar na fala do próprio Isaac Newton:

“Devo observar que o uso comum concebe essas quantidades somente pelas relações que elas têm com objetos concretos. Por conseguinte, geram certos preconceitos, e para a remoção dos quais será conveniente distinguir essas quantidades em absolutas e relativas, verdadeiras e aparentes, matemáticas e comuns. O Tempo absoluto, verdadeiro, e matemático, de si próprio e de sua própria natureza, flui igualmente sem consideração por nada externo, e por outro nome é chamado duração; o Tempo relativo, aparente e comum é uma medida concreta e externa da duração por meio de movimento,

que é comumente usado ao invés do Tempo verdadeiro, como por exemplo, uma hora, um mês, um ano. O Espaço absoluto, por sua própria natureza, sem consideração por nada externo, permanece sempre igual e imóvel. O Espaço relativo é qualquer dimensão móvel ou medida dos espaços absolutos, que nossos sentidos determinam pela sua posição relativa aos corpos, e que é vulgarmente tomado como o Espaço imóvel; tal é a dimensão de um Espaço subterrâneo, aéreo ou celestial, determinado pela sua posição em relação à Terra. (NEWTON apud HAWKING, 2005, p. 454)

Uma mudança de paradigma foi trazida por Einstein, em 1905, quando percebeu que a Mecânica Clássica não chegava às mesmas conclusões que o Eletromagnetismo para o caso da luz. Por exemplo, a análise da velocidade final da luz de um carro em movimento no sentido de um observador. Caso ele estivesse se aproximando com uma velocidade de 100 Km/h, com o farol aceso, de um observador parado, o observador deveria calcular a velocidade da luz que chega até ele, como a soma da velocidade da luz mais a velocidade do carro. Contudo, tanto a Teoria do Eletromagnetismo, quanto a observação de alguns fenômenos, mostraram que a velocidade da luz não mudava. Foi nesse contexto que Einstein postulou, na Teoria da Relatividade Restrita, ou Especial, que a velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c para todos os sistemas referenciais inerciais (Princípio da Constância da Velocidade da Luz). A consequência disso é que a velocidade da luz no vácuo ($c = 300.000 \text{ km/s}$) não depende da velocidade da fonte emissora de luz nem do movimento do observador. Logo, os conceitos de Espaço e Tempo são relativos, isto é, se a velocidade c é constante para todos os observadores, então o Espaço e o Tempo podem assumir diferentes valores, dependendo do observador. Esta contribuição corresponde a uma nova visão de mundo e teve reflexos enormes na metodologia e no desenvolvimento da Física no século XX, no desenvolvimento tecnológico e, do ponto de vista físico-filosófico, introduz profundas modificações nos conceitos de espaço, tempo, massa e energia (GUERRA et al, 2006).

Nesta nova forma de ver o mundo, o Espaço no qual medimos distâncias, e o Tempo que quantificamos com os relógios, não são nem absolutos nem

independentes: eles estão unidos e formam um universo de quatro dimensões; é esse novo espaço-tempo que possui uma unidade física. As medidas de Espaço e de Tempo dependem, essencialmente, das condições de movimento dos observadores.

Por fim, deve-se ressaltar o impacto da Relatividade na sociedade contemporânea. O desenvolvimento da eletrônica, por exemplo, só foi possível, em grande parte, graças à contribuição de Einstein e da Mecânica Quântica. O microcomputador e a revolução da informática, que ainda estamos vivendo, são frutos tecnológicos das ideias revolucionárias desse grande físico (CARUSO E OGURI, 2010).

Entretanto, é comum reconhecemos um amplo espectro de acepções relativas aos conceitos de tempo e espaço, como Tempo biológico, histórico, global, ou Espaço social, geográfico, cósmico (FAGUNDES et al, 2011). Dessa forma, podemos reconhecer que os conceitos de Tempo e Espaço apresentam não apenas uma definição, mas uma pluralidade que depende de cada área de produção do conhecimento.

Portanto, podemos observar que o entendimento desses conceitos é perpassado pelas outras concepções. Isso ocorre, possivelmente, porque o tempo e o espaço são, não apenas conhecidos, mas sentidos. Então, a relação dos sujeitos com essas entidades fundamentais da Física são, antes de tudo, carregadas de sua intuição e subjetividade. Contudo, DAVIES (1974) lembra que, mesmo que na vida cotidiana façamos a divisão do tempo em termos de passado, presente e futuro, essa noção está relacionada com o senso comum e não com o conceito da Física. Para os físicos, o tempo não flui, ele simplesmente é. Pensar que o tempo é fluido invisível que passa não tem coerência interna para os filósofos, cuja argumentação sobre o tema remonta a discussão entre Parmênides e Zenão. Essa incoerência fica clara quando perguntamos: Qual a velocidade do tempo? Ele se move em relação a quê?

Resumidamente, em Einstein, espaço e tempo são concebidos como entidades reais (embora não materiais), homogêneas (ou seja, suas propriedades não se alteram conforme a região ou a época), e isotrópicos, ou seja, não possuem direções privilegiadas (ROBILOTTA, 2001).

Aplicando o esquema de LEMKE (1990) para definir os padrões semânticos da explicação de tempo em Newton:

Newton: “O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, de si próprio e de sua própria natureza, flui igualmente sem consideração por nada externo, e por outro nome é chamado duração; o tempo relativo, aparente e comum é uma medida concreta e externa da duração por meio de movimento, que é comumente usado ao invés do tempo verdadeiro, como por exemplo, uma hora, um mês, um ano”. (NEWTON, 1974, p.7).

A concepção newtoniana de tempo apresenta uma dimensão ontológica (tempo absoluto flui sem consideração com nada externo) e outra epistemológica onde ele é considerado aparente e tem ligação com entes externos (o tempo relativo é uma medida de algum fenômeno repetitivo). Newton também atribui uma realidade ontológica ao alegar que este está separado do espaço, ou seja, são coisas distintas. Outra alegação sobre o tempo é sua a “fluidez”, ou seja, existe um processo inerente ao tempo. Quando Newton alega que o tempo absoluto é matemático ele atribui o sentido de ser mensurável e é um ente. Por fim, tempo chamado relativo é uma medida do tempo absoluto e está condicionado à observação de movimentos de corpos.

Tabela 3.3.2: Relações Semânticas da explicação de Newton sobre o Tempo:

Item temático 1	Palavras de ligação	Item temático 2	Relação semântica
O tempo absoluto	é	Verdadeiro	coisa/classificador
O tempo absoluto	é	Matemático	coisa/classificador
O tempo absoluto	é	de sua própria natureza	portador/atributo
O tempo absoluto	flui	sem dependência de algo externo	Meio/processo

Fonte: autor

Por outro lado, na concepção de Einstein, o tempo e o espaço são constituintes de um único sistema de coordenadas e são concebidos pela ciência como entidades reais (embora não materiais), homogêneas (ou seja, suas propriedades não se alteram conforme a região ou a época), e isotrópicos (ou seja,

não possuem direções privilegiadas). O tempo e o espaço são relativos ao observador, mas a velocidade da luz é constante.

Em Einstein, percebemos que dois acontecimentos podem ocorrer simultaneamente para um observador, enquanto outro observador que se mova em relação ao primeiro perceberá os mesmos fatos, um depois do outro, enquanto um terceiro poderá até ver os dois acontecimentos numa ordem inversa. Na vida diária, essas coisas não acontecem, porque as distâncias e as velocidades são muito pequenas para que se possa notar a relatividade. Mas ela existe e suas consequências são de grande alcance. Uma consequência direta desses princípios é que dois observadores inerciais em movimento relativo discordam se dois acontecimentos, que tenham ocorrido em lugares diferentes, são simultâneos ou não. Esta relatividade da simultaneidade está também presente nas medidas dos tempos dos relógios e dos comprimentos das barras em movimento. Sem estes dois fenômenos podem aliás ser vistos como as duas faces da mesma moeda.

Quadro 3.3.3: Relações Semânticas do discurso de Einstein *apud* Robilotta (2001) sobre o Tempo:

Item temático 1	Palavras de ligação	Item temático 2	Relação semântica
O tempo e o espaço	são	relativos	portador/atributo
O tempo e o espaço	são	um sistema de coordenadas	elementos /conjunto
O tempo e o espaço	são	reais	portador/atributo
O tempo e o espaço	não são	Materiais	portador/atributo
O tempo e o espaço	são	homogêneos	coisas/atributo
O tempo e o espaço	são	isotrópicos	portador/atributo

Concluindo, acreditamos que estes esquemas foram úteis para identificar, nas explicações dos alunos sobre o tema Tempo, se os mesmos se apropriaram do discurso de Einstein, que é anti-intuitivo, ou se mantém um padrão comum de explicação, que é o de Newton.

4 Resultados

O capítulo de resultados e discussões é apresentado seguindo as etapas da PBD segundo REEVES (2000). Portanto, na primeira etapa, são mostrados o contexto, sua dinâmica e relações entre participantes, os problemas educativos identificados e as teorias norteadoras escolhidas para conduzir a PBD. Após essa etapa, será mostrado o planejamento do uso do artefato e a fase de intervenção e refino do artefato. Por fim, o último tópico relata as reflexões sobre todo processo que auxiliará na construção dos princípios de design.

4.1 Identificação dos problemas

O projeto de pesquisa teve início quando um professor de Física de uma escola pública da Rede Estadual de Ensino do Estado do Rio de Janeiro pediu auxílio, no contexto do PIBID, sobre o uso das TDIC em suas aulas. Como já apontado no capítulo de introdução, este professor atua como supervisor no programa institucional de bolsas de iniciação à docência (PIBID) da CAPES e tem alunos da licenciatura em Física sob sua supervisão direta.

O projeto ocorreu no ano de 2017 e os sujeitos envolvidos na etapa de definição de problemas foram: oito alunos da licenciatura em Física de uma Instituição Federal de Ensino no interior do Rio de Janeiro, 26 alunos, na faixa etária entre 14-18 anos, do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública e o pesquisador. Como as atividades iniciaram no contexto do PIBID, também é importante clarificar que, nas reuniões, são tratados variados assuntos e demandas (inclusive burocracias relacionadas ao Curso de Física e do PIBID).

Havia dois encontros semanais no PIBID (entre professor da escola, licenciandos e pesquisador, que também era coordenador de área do PIBID). As reuniões do PIBID ocorriam com todos os licenciandos. Porém, durante as ações na escola, estes foram divididos em dois grupos. Assim, havia uma alternância de dois grupos, com quatro licenciandos cada, na turma. Porém, na mesma semana, todos se reuniam para comentar o que havia ocorrido na escola. Também é importante destacar que o planejamento era único, ou seja, ainda que houvesse alternância do

número de licenciandos em sala de aula, todas ações foram construídas colaborativamente nas reuniões gerais do PIBID.

Por conta de calendário do PIBID, as reuniões gerais iniciaram antes das ações na escola. O objetivo era planejar ações no ano letivo para todas as turmas, discutir abordagens e problemas observados no ano anterior. Nem todas reuniões discutiram sobre o andamento do projeto e sobre demandas para a intervenção. Desta forma, quando a reunião, ou momentos dela, se referia a turma escolhida para o trabalho, as conversas eram gravadas, com a devida autorização dos sujeitos e aprovada pelo comitê de ética na pesquisa (parecer número 2698524).

O papel do pesquisador foi de acompanhar, semanalmente, os licenciandos na escola e nas reuniões do PIBID, além de colaborar no sentido de promover discussão para identificar o problema e tentar contorná-lo. O professor da escola, além da regência em sala, teve o papel de supervisionar os licenciandos, servindo de co-formador dos mesmos, além de ter trazido o tema Facebook para a reunião de planejamento, fato que motivou esta pesquisa. Os licenciandos participavam da dinâmica das reuniões como parte de seu processo de formação.

Para facilitar a identificação dos participantes na parte de resultados, serão atribuídos símbolos de identificação, tais como: os licenciandos serão identificados pelas siglas L-1 (licenciando-1), e assim sucessivamente; Os alunos da escola serão identificados pelas siglas A-1 (aluno-1); o pesquisador será chamado de (Pq) e o professor de Física da escola básica (PF).

É necessário lembrar que, como o pesquisador já era coordenador do PIBID neste mesmo grupo no ano anterior, a parceria já estava estabelecida. Porém, por conta deste estudo, o pesquisador se comprometeu em participar sistematicamente destas atividades presenciais na escola básica, algo que era novo, gerando um estreitamento da parceria.

A atuação conjunta na escola criava a possibilidade de uma melhor compreensão do contexto local dos alunos da EB pelo olhar crítico e direcionado pela pesquisa. Por isso, em uma das reuniões iniciais de planejamento do PIBID, foi sugerido pelo pesquisador a PBD como metodologia de pesquisa. Como ninguém conhecia esta metodologia, houve necessidade de explicar melhor a mesma para o grupo do PIBID. Além disso, foi conversado sobre a necessidade de estudar o

contexto de forma mais aprofundada. Isso demandava um aporte teórico. O pesquisador também sugeriu o uso dos estudos socioculturais para melhor compreensão do contexto e das demandas locais. A sugestão foi aceita pelo grupo porque é um assunto que eles estudam em disciplinas da licenciatura e viram como oportunidade de aplicar na prática. Para avaliar o aprendizado específico dos alunos sobre conceitos da Física que foram trabalhados, o pesquisador sugeriu, inicialmente, a análise semântica de LEMKE (1999). Foram sugeridos alguns textos de apoio, e duas reuniões do PIBID foram usadas, para o grupo se apropriar de todos conceitos que seriam usados como lentes teóricas.

Para melhor identificação do problema, foram usadas as perguntas de norteadoras propostas por MWANZA (2001) sobre atividades humanas. São elas: 1- Qual é a atividade de interesse? 2- Qual o objeto ou objetivo da atividade? 3- Quem está envolvido na realização desta atividade? 4- De que maneira os sujeitos estão realizando essa atividade? 5- Existem normas, regras ou regulamentos culturais que regem o desempenho dessa atividade? 6- Quem é responsável por quê, ao realizar essa atividade e como os papéis são organizados? 7- Qual é o ambiente em que essa atividade é realizada? 8- Qual é o resultado desejado da realização desta atividade?

Também é necessário lembrar que, como a atividade de colaboração envolve negociações e visões diferentes, era esperado que contradições se manifestassem na atividade (McKENNEY e REEVES, 2019). Como visto, ENGSTRÖM (1987) alega que, em toda atividade humana, ocorrem manifestações das contradições, porque há uma multiplicidade de vozes e interesses. Neste sentido, as contradições têm um papel importante para que possam ocorrer transformações na atividade observada. Quando isso ocorre, o objeto e motivo da atividade são reconceituados para compreender um horizonte de possibilidades mais amplo que o anterior naquela atividade. Além disso, identificar os desafios e quais suportes são necessários para que o trabalho colaborativo ocorra foram importantes para os objetivos deste trabalho.

Interação-1: Reuniões do PIBID

As reuniões do PIBID marcaram o início da etapa de planejamento. Assim, os extratos a seguir mostram algumas expectativas do grupo do PIBID sobre as atividades que seriam realizadas na escola. Ou seja, são mostradas as discussões de duas semanas antes do contato efetivo com os alunos da escola básica.

Extrato 1 (sessão 1): Reunião do PIBID para estratégias de ensino (antes do contato com os alunos da EB)

Pesquisador (Pq): Como vocês estão pensando trabalhar este ano com as turmas?

PF: Os conteúdos de Física do primeiro ano envolvem Astronomia, Leis de Newton e Relatividade. São muitos assuntos e difíceis para eles. Temos que pensar bem como fazer [...] também acho queria que os alunos participassem mais, que tivessem mais protagonismo [...] Tentar outras formas de ensino. Como te falei na outra reunião, queria usar o Facebook novamente, mas preciso de ajuda.

Pq: Por que você escolheu usar o Facebook?

PF: Porque é uma coisa que eles já conhecem. Então, eu não preciso ensinar para eles. Além disso, é de graça!

Pq: Entendido! Mas, quais suas expectativas no uso?

PF: Espero que os alunos expliquem sobre algum tema que não use muita conta e que o resultado seja um caderno virtual que os alunos possam usar para estudar para as provas.

Pq: Sobre o Facebook, qual foi o problema do ano anterior?

PF: Não havia muita interação e tive muita dificuldade para avaliar as respostas dos alunos. Preciso de ajuda nisso.

L-2: Acho que foi legal usar o Facebook (ano anterior). Mas, podia ter sido melhor. Demoramos muito para dar respostas aos alunos e eles só pensavam nas notas.

L-3: Fazer coisas diferentes sempre é legal. Isso deixa o conteúdo mais agradável.

Pq: Como vocês pensam usar o Facebook?

PF: Fazer algo parecido com o que fizemos no ano anterior. Criamos grupos fechados no Facebook e os alunos tinham que postar coisas sobre os temas que nós dávamos a eles. Por exemplo, no ano passado, eles falaram sobre heliocentrismo e geocentrismo. Os grupos precisavam comentar as postagens dos outros grupos e iam corrigindo as respostas. Foi nessa parte que tivemos maior dificuldade.

Inicialmente, o professor apontou que o desafio estaria nos conteúdos e no tempo para cumprir todo currículo. Pode-se observar uma preocupação com o

planejamento, principalmente porque a dificuldade apresentada pelos conteúdos pode exigir uma carga maior de trabalho no planejamento e maior cuidado com as escolhas dos caminhos para alcançar o objetivo. Por isso, sugeriu o Facebook como recurso para fazer os alunos estudarem e terem, ao mesmo tempo, um local para revisar as discussões. Segundo o professor, ele esperava uma espécie de caderno virtual construído pelos próprios alunos.

Extrato 2 (sessão 1):

L-1: Sim! Acho que podemos tentar o que funcionou no ano passado. Inclusive, podemos tentar estimular os alunos a estudarem para exames externos como a Olimpíada Brasileira de Astronomia.

PF: Eu não vou ter tempo de preparar material para isso. Vocês podem me ajudar nisso?

Licenciandos: Todos afirmaram que sim.

L3- Podemos fazer apostilas e dar aulas no contraturno da turma.

PF: Isso não vai ficar pesado para vocês?

L-1: Temos bastante material e acho importante termos mais atuação na escola.

L-2: Verdade! Acho que vai ser bom para nós

O segundo extrato revela que, naquele momento, o foco era no currículo da escola e o objeto da atividade era a aprendizagem da Física pelos alunos. O resultado de sua atividade deveria ser medido por notas nas avaliações (internas e externas). Em relação aos licenciandos, estes desejavam aprender a ensinar Física por meio das estratégias de ensino. Esta porção também clarifica que a divisão de trabalho foi alterada pela negociação da divisão de ações e pela busca por protagonismo na ação por parte dos licenciandos. Eles se sentiam confiantes para organizar e executar a ação extra de preparar apostilas e aulas fora do tempo normal. Esta fala também mostra uma certa solidariedade ao professor da EB, pois este é o único professor de Física da escola. Logo, ele dá aula em todas as turmas. Entretanto, o planejamento foi pensado sem levar em consideração especificidades das turmas. Desta forma, a organização de trabalho considerava que todas as turmas reagiriam da mesma forma ao planejamento. Pode-se atribuir sentido a esta fala de que existia muita confiança nos processos/ferramentas a serem empregados, com a suposição de que elas dariam conta de alcançar o objeto e resultado da ação.

Pode-se também atribuir o sentido de que, para os licenciandos, a fala é o papel principal do docente e, por isso, desejavam maior participação. Isso fica mais claro quando entendemos o contexto do PIBID ano anterior, onde alguns licenciandos do grupo já haviam atuado na escola básica na condição principal de observadores. Agora, eles queriam não só planejar, mas também executar.

Resumidamente, o objetivo da atividade era o ensino, que era promovido pelo PIBID, e o aprendizado dos alunos por meio de participação nas atividades sugeridas pelo PIBID. As tabelas, a seguir, inspiradas no triângulo do sistema de atividade de ENGENSTRÖM (1987), identificam que os sistemas de atividade apresentavam objetos diferentes.

Tabela 4.1: Licenciandos

sujeitos	aluno da licenciatura
regras	atender as demandas do PIBID e da faculdade
comunidade	faculdade
divisão do trabalho	auxiliar no planejamento das atividades
ferramentas	linguagem, métodos de ensino e relatórios
objeto	aprender como ensinar bem/ como ser um bom professor

Tabela 4.2: Alunos da EB

sujeitos	alunos da escola básica
regras	regulamento da escola
comunidade	pobre e sem muitos incentivos ao estudo
divisão do trabalho	trabalho individual para aprender o conteúdo a ser ensinado; postura passiva de simples receptor de conteúdo já pré-estabelecido.
ferramentas	escrita (tomar notas e reproduzir informações dadas)
objeto	aprender para ir bem nos exames

Tabela 4.3: Professor da EB

sujeito	Professor de Física
regras	Secretaria de Educação e PIBID
comunidade	escola e faculdade (supervisor do PIBID)
divisão do trabalho	Ensinar aos alunos da EB e Supervisionar alunos da licenciatura
ferramentas	uso da linguagem, pedagogia e planejamento de atividades
objeto	Ensinar o conteúdo de forma eficaz (medido por provas).

Interação-2: As atividades na escola e as manifestações das contradições

Ao iniciar as atividades na escola, percebeu-se que a turma escolhida não participava das aulas, tinham problemas de frequência e de disciplina. Isso foi frustrante para o grupo de planejamento do PIBID. Contudo, McKENNEY e REEVES (2019) alertam que as ideias iniciais a respeito do problema tendem a ser bastante vagas e difusas. Porém, elas podem, gradualmente, ser refinadas pelo trabalho guiado pela teoria escolhida. Com isso, os autores comentam que o artefato é alterado desde um esqueleto de design até as especificações mais detalhadas, por meio de iterações focadas no aperfeiçoamento e no refino da intervenção. Assim, para compreender melhor sobre o contexto, foram elaboradas perguntas (anexo-C) para orientar uma conversa informal com os alunos.

Pode-se afirmar que o objeto dos alunos da escola era um pouco diferente do imaginado inicialmente nas reuniões do PIBID. Eles tinham como objeto e motivação para aprender, a apropriação das regras sociais vistas como caminho natural para obter mobilidade social. Como parte deste caminho, eles entendiam que era necessário também aprender os conteúdos das disciplinas, mas o principal era aprender as regras. Exemplos são vistos nos excertos a seguir obtidos em conversa com os alunos:

Extrato-3 (sessão 2):

Pq: Para que vocês vêm para escola? Ela serve para que?

A2: "A escola serve para a gente ter um futuro melhor".

Pq: Vocês gostam da escola?

A5: "Quando a gente começa na escola acha ela chata pra caramba. Quando você está acabando acha que precisava de mais tempo. Vou fazer o quê da vida? Nos EUA, os alunos ficam muito tempo estudando o mesmo".

A-6: "No trabalho a gente não tem horário? Não tem regras? A escola ajuda nisso também"!

A-3: A escola ajuda a gente formar nossa personalidade. A matéria a gente pode esquecer, mas as experiências aqui não".

Pq: O que vocês acham que tem que mudar na escola?

A-5: O que mudar? Acho que os professores têm ouvir mais a gente. Igual matemática, a gente tem que fazer a conta do jeito dela (professora). Ela tinha que valorizar mais os alunos. Tem que deixar os alunos pensarem.

A-1: Não concordo com você (A-5), por que tem assuntos que não tem outro jeito de explicar. Tem que ser naquele método mesmo.

A-5: Mas na aula de matemática eu não entendo nada. Tenho que chegar em casa e procurar na Internet outra aula para poder entender.

Pq: O que vocês pensam fazer quando acabar a escola? Faculdade, trabalhar, o que?

A-1: Quero fazer prova para ser policial;

A-4: Eu quero fazer prova para bombeiro ou policial.

A-3: Penso em fazer faculdade mas não sei em que. Física, não!

As falas revelam que eles não estão satisfeitos com a forma de trabalho em sala de aula, o que denota um conflito (ENGESTRÖM 2001). Eles requerem mais interação e serem mais observados em suas falas de demandas.

Na reunião semanal do PIBID, o professor da escola comentou que a fala de fazer concurso para polícia ou bombeiro reflete a realidade local, onde muitos policiais ou bombeiros aposentados foram morar na localidade, gerando nos alunos a percepção de sucesso profissional. Contudo, o professor esclareceu que não há outros exemplos de sucesso acadêmico no local. Segundo o professor, muitos alunos que estudam fora, e obtêm algum êxito profissional, não voltam para a cidade aumentando a carência de exemplos de sucesso via escola. O professor ainda exemplificou o argumento alegando que grande parte da demanda profissional é para caseiro, pequenos comércios e agricultura. Também informou que no local, não há cinemas, bancos, faculdades, shopping centers ou grandes redes de comércio.

Resumidamente, as condições são precárias e não apresentam grandes desafios aos alunos em termos de mobilidade social por meio dos estudos formais.

Neste caso, o papel da escola, e do professor, pode ser considerado um obstáculo ao aluno, na visão apresentada por alguns professores da escola. Isso fica exemplificado no fragmento de uma fala de um professor, que alegou que “a escola atrapalhava a integração na vida de trabalho, pois os pais dos alunos não precisaram do E.M. para se colocarem no mercado de trabalho”. Assim, reprovar o aluno é visto como atrasar a inevitável ida para o mercado de trabalho local. A localidade da escola fica no interior do Rio de Janeiro e é considerada de difícil acesso pela Secretaria de Educação do Estado.

Os extratos seguintes destacam a apatia do grupo do PIBID e o sentimento de fracasso com o planejamento.

Extrato 4 (sessão 3): Reunião do PIBID após algumas tentativas de ensino

Pesquisador (Pq): Por que vocês (licenciandos) ficam sentados todos nas fileiras da frente da turma na EB? Vocês não acham que deveriam olhar para as reações dos alunos também?

Professor de Física (PF): Fui eu que mandei eles sentarem na frente, pois essa turma é muito complicada e fiquei com medo de dar confusão.[...] minha relação com essa turma é de ódio mútuo...[...] Só entro naquela sala porque não tem outro professor e sou obrigado! É uma turma muito difícil de se trabalhar, pois são muitos reprovados da turma do ano passado e não querem nada!

Após as semanas iniciais de aula na escola básica, havia muita tensão sobre a escolha daquela turma específica para se trabalhar. Apesar da fala inicial de dar protagonismo aos alunos da EB (Extrato 1), não havia diálogo na turma entre professor e alunos (somente o professor falava). A frequência era muito baixa, com a presença média de seis alunos por aula (a turma tinha 26 alunos matriculados). Houve uma situação em que uma aluna tentou responder a um questionamento do professor e ele falou para ela “ficar quieta, pois ela não sabia o que estava falando”. Isto se revelou uma contradição entre a ação do professor e a fala inicial de dar protagonismo aos alunos da escola básica (vide extrato 1 da sessão 1).

Extrato 5 (sessão 3):

L-2: Sentamos na frente também porque ficar olhando para alunos não vai me ajudar a aprender a dar aula!

L-1: Eu quero participar da aula. Ficar só olhando não é bom!

L-4: Não adianta saber o assunto e não saber passar adiante. Por isso, a gente precisa aprender com o professor como fazer isso. Na faculdade, a gente aprende o conteúdo. Aqui, a dar aula.

O extrato reforça a ideia de que, para os licenciandos, o papel do professor é de centralidade e de fala. Eles entendem que, para se tornarem bons professores, somente precisam dominar o conteúdo e as estratégias para serem bons professores. Como se vê nas falas, não é dado destaque ao contexto dos alunos e nem em perceber os mesmos, ficando, para estes, a função de meros receptores de um conteúdo já preestabelecido, que nem sempre faz sentido para eles aprenderem (VYGOTSKY, 1978).

Sobre a motivação para aprender, ROGOFF (2003) comenta que esta advém da participação em práticas cooperativas culturalmente valorizadas. O desenvolvimento é uma transformação por meio do processo de troca entre indivíduos, ambiente físico e social. Ainda segundo a autora, o desenvolvimento é decorrente de uma participação mutável nas atividades socioculturais da própria comunidade, a qual também está em constante mudança. Na formação de professores, é muito comum o aprendizado do ofício docente por meio tradicional (aulas expositivas), ficando o estágio supervisionado para o final do curso. Entretanto, as atividades desenvolvidas no PIBID possibilitaram que os licenciandos pudessem observar mais rapidamente contradições existentes entre o planejamento longe da escola e a realidade difícil encontrada na educação básica.

Extrato 6 (sessão 3):

Pq: Qual o motivo dos alunos da EB não participarem da aula? Vocês têm alguma opinião sobre isso? O assunto não era interessante ou a estratégia foi inadequada? Algum outro fator influenciou?

L-1: Eles não querem nada!

L-2: Desanima trabalhar nesta turma.

L-4: Realmente, não dá para trabalhar nessa turma.

Esta parte indica que os licenciandos L-1 e L-2 mais uma vez tomaram a palavra, mostrando uma maior participação no processo (maior interação), além de acompanhar o PF em sua fala. Pode-se atribuir o sentido de que eles buscam um alinhamento com o discurso de autoridade (BAKHTIN, 1992). Outros fatos corroboram com isso, pois eles buscaram uma participação ativa nas atividades (se

ofereceram para realizar várias atividades, tais como elaboração de apostilas e aulas extras, como mostrado no extrato 2), sugerindo que, para eles, o papel do professor é sinônimo de autoridade, que é evidenciada pelo exercício da fala.

Outra informação que se pode obter deste extrato é que o professor tem forte influência sobre a motivação dos licenciandos no engajamento da atividade, pois estavam reproduzindo a sua fala, como visto nos extratos 4 e 6. Por outro lado, o fato da turma da EB não reagir, revela uma tensão de autoridade e de objetivos para aquele espaço.

Portanto, já se pode observar o surgimento de um ciclo de aprendizagem gerado pela manifestação das contradições, denotado pela fala de insatisfação, ou sensação de inadequação, das ferramentas, ou procedimentos, para alcançar o objeto. Como visto, durante essa fase, há uma necessidade de mudança, mas ainda não há uma pressão urgente de mudança, pois é possível deixar a situação como ela está (ENGESTRÖM, 1987).

A contradição entre o que eles faziam para os alunos aprenderem e os resultados obtidos gerou um incômodo muito grande na reunião. Tanto o professor quanto os licenciandos culpavam os alunos sem questionar se houve problemas no planejamento, em suas próprias ações ou no objeto da atividade. Ainda que houvesse um desejo de abandonar as atividades na turma. Assim, a contradição que se apresentava gerava a necessidade de se buscar outras explicações para o insucesso nas ações.

O extratos, a seguir, mostram como as contradições migraram da etapa primária (estado de necessidade) para a fase de vínculo duplo, onde os distúrbios passaram a ameaçar a obtenção dos resultados desejáveis e os sujeitos não sabiam como agir naquela situação.

Extrato 7 (sessão 4):

Pq: O que fazemos então como educadores? Abandonamos a turma? Não falamos que acreditamos na educação como um agente de transformação? (houve alguns minutos de silêncio profundo e desconforto)

PF: Claro que precisamos tentar algo, antes que algo pior aconteça.

L-1: O que podemos fazer?

A fala de L-1 aponta para a fase de vínculo duplo, onde a contradição começa a produzir desajustes e tensões entre os elementos do sistema de atividade que são chamadas contradições secundárias. Assim, os sujeitos que participaram da atividade sentem a necessidade de mudança, mas eles ainda não sabem o que deve ser feito para resolver os problemas (ENGESTRÖM e SANNINO, 2012).

Os questionamentos conflituosos da prática existente tornaram-se um ato desencadeante do processo de aprendizagem, quando se percebeu que as ferramentas utilizadas (estratégias elaboradas no PIBID) não davam conta de promover o envolvimento dos alunos para aprendizado em Física (novo objeto). As falas dos licenciandos, indicando não saberem o que irão fazer, é uma parte importante no ciclo de aprendizagem expansiva, pois revela a necessidade de mudar processos, ações, modelos ou ferramentas (ENGESTRÖM, 2001).

Extrato 8 (sessão 4):

L-3: Vamos conversar com eles.

Pq: A relação de diálogo com a turma precisa ser estabelecida, certo? Nós somos os adultos da relação (parceiros mais capazes na fala de Vygotsky), o primeiro passo deve ser dado por nós.

L-4: Como?

Pq: Podemos pegar um tempo de aula e perguntar a eles (alunos da EB) sobre o ensino. Tentar entender como podem ser motivados, e se eles têm algum interesse maior em algum tema.

PF: Acho complicado, mas vamos tentar.

As falas de L-3 e de PF denotam uma transição da etapa de analisar para a etapa de modelar uma solução para o conflito. Assim, o papel de professor como voz uníssona (fonte exclusiva de autoridade), e a sensação de que as estratégias sempre fornecem os resultados esperados (segurança na ferramenta empregada), precisaram ser questionados e novos objetos (motivação dos alunos da EB para aprender Física) e novos caminhos/ferramentas foram buscados. Pela primeira vez, ouvir os alunos (dar voz a eles) foi considerado como importante no processo. Neste último extrato, pode-se observar que os questionamentos levaram à modelagem de uma possível solução.

A compreensão sobre as contradições daquele contexto foram importantes para remodelar o objeto da atividade do PIBID e para reajustar o artefato pedagógico. A pergunta importante neste momento era: Como usar o Facebook

como espaço de diálogo para aprender Física, se não há nenhum tipo de diálogo em sala? Logo, não fazia sentido pensar nas atividades no Facebook porque, antes, era necessário melhorar a comunicação como um todo em sala de aula. Entretanto, como McKENNEY (2006) lembra, é possível aprofundar a compreensão sobre o problema estudado, ou até descobrir problemas subjacentes, que demandam ajustes no artefato ou até mesmo nos objetivos da atividade.

Interação-3: Suportes e novos aprendizados necessários para ocorrer trabalho colaborativo

A respeito dos aprendizados dos participantes, é interessante lembrar que, no percurso acadêmico de aprender a se tornar professor, o licenciando aprende na faculdade sobre o conteúdo a ser ensinado e sobre estratégias de ensino (SHULMAN, 1987). Da mesma forma, o aluno da EB está acostumado a não ser ouvido porque passa-se a ideia de que ela não tem nada a ensinar, mas só a aprender. Entretanto, as contradições presentes na prática fazem emergir novas necessidades de aprendizado para todos participantes, tais como o olhar para o contexto sociocultural dos alunos e aprender a se deslocar do espaço de autoridade, ou de submissão, para outro com mais diálogo e trabalho colaborativo (ENGSTRÖN, 2001). Assim, foi necessário aprender como criar, e suportar, um espaço de negociação, onde as vozes e papéis fossem vistas como importantes no planejamento, para que o trabalho ocorresse.

A sessão 5 relata o encontro na EB, onde os alunos foram ouvidos sobre o processo, gerando novas contradições. Tudo isto ocorreu após a decisão de que os alunos precisavam ser ouvidos, ou seja, havia a necessidade de se estabelecer um diálogo. Em uma das aulas seguintes (não foi de imediato), o professor da EB procurou criar um ambiente onde os alunos pudessem se manifestar sobre aquele espaço.

Extrato 9 (sessão 5):

PF: Qual é o problema, pessoal? Todos professores reclamam de vocês e falam que é difícil trabalhar nesta turma [...] “ Não adianta ter somente o diploma, tem que saber o conteúdo! Vencedor é aquele que não desiste e que se torna um bom profissional. A desistência é

o caminho mais fácil, mas não o melhor”! [...] Vocês têm dificuldades em outras disciplinas?

A-2: Eu não tenho problemas com o professor da disciplina “X”. Ele é o melhor da escola!

A-3: A turma também não coopera.

A resposta do aluno ao questionamento do professor denota um conflito, pois revela uma discordância com o professor de que o problema é generalizado. Por outro lado, a fala do professor pode ser interpretada como uma fala de quem não tem uma parcela de culpa, ou seja, o problema está na turma e não em meus procedimentos. Assim, conflitos assumiram a forma de resistência, desacordo e discussão (ENGESTRÖM e SANNINO, 2011). A fala do aluno A-3 pode ser interpretada como tanto uma busca por contornar o dilema, quanto uma tentativa de mostrar que o comportamento de outros alunos afetam o ambiente. Um terceiro sentido pode ser dado à fala de A-3 de que esta era uma forma de se alinhar com a figura de autoridade em sala de aula, confirmando a fala do professor de que o problema estava na turma. Como lembra WERTSCH(2008), toda a enunciação é sempre uma resposta a alguma coisa e é construída como tal. A enunciação dependerá do fato de se tratar de uma pessoa do mesmo grupo social ou não, do fato desta ser inferior ou superior na hierarquia social, ou ainda, do fato do ouvinte estar ligado ao locutor por laços sociais mais ou menos estreitos. Neste momento, o pesquisador identificou uma oportunidade para entender os conflitos e provocou outras respostas dos alunos da EB.

Extrato 10 (sessão 5):

Pq: Interessante! Por que você classifica este professor de bom? O que ele faz de diferente? Por que ele pode ser chamado de melhor da escola?

PF: Podem falar abertamente que não haverá retaliações!

A-1: O outro professor é legal! A gente até vê que o professor de Física quer que a gente aprenda, mas acho que ele não gosta de nós.

A-2: O professor trata a turma muito mal, por causa de alguns que não colaboram.

A-3: O engraçado é que tive aulas com o professor de Física em outra turma e ele é mais calmo e legal na outra turma.

Nesta sessão, os alunos da EB estão aprendendo a se colocarem para mudar o ambiente e, conseqüentemente, influenciar na construção de um nova

forma de trabalhar colaborativamente. Pode-se atribuir o sentido de que o relacionamento entre eles é diferente, sugerindo que nas aulas de “X” há outras regras, ou que as motivações são diferentes. Assim, eles podem estar alegando que não podem colaborar se não forem ouvidos. Por esta fala, também pode-se inferir que o problema não estava, aparentemente, nas ferramentas, mas nas regras ou na divisão de trabalho. Como vimos, o agravamento dos problemas leva à busca de soluções. Essas soluções podem, ou não, incluir um propósito expandido para a atividade. Segundo (ENGESTRÖM, 2001), se a crise é grave o suficiente, as pessoas podem desafiar todo o sistema, inclusive o propósito de toda a atividade (o objeto). Para saber mais sobre o objeto das atividades dos alunos da EB, o pesquisador fez outras perguntas.

Extrato 11 (sessão 5): mais uma vez, qual é a finalidade da escola para vocês?

Pq: Para vocês (alunos da EB), qual a razão de virem para a escola? Escola serve para que?

A-1: A escola serve para a gente ter um futuro melhor. (*mobilidade social*)

A-2: Para estudar, ué!!

A-6: No trabalho, a gente não tem horário? Não tem regras? A escola ajuda nisso também. A escola deve ter mais regras. Aqui é muito bagunçado!

Pq: Mas o que vocês fazem na escola é coerente com esta fala de seguir regras e estudar? Vocês estudam mesmo?

A-4: Não acho que estamos estudando nem procurando entender as regras (todos ficaram em silêncio por alguns instantes e com aparente vergonha).

Na perspectiva de WERTSCH (2008), mais uma vez as falas podem ser interpretadas como sendo endereçadas àqueles que têm autoridade sobre eles, ou seja, procuraram falar aquilo que pensavam que o professor (representante da escola) gostaria de ouvir. Também pode-se atribuir o sentido de reprodução do discurso oficial, de que a escola é a única forma de mobilidade social para o pobre. Entretanto, o fato de observarem a contradição entre sua fala e a prática mostrou a eles que não estão refletindo sobre seu próprio discurso e práticas. Acredita-se que os alunos da escola aprenderam que podem interferir positivamente no processo, mas isso também demanda maior compromisso.

Extrato 12 (sessão 5)

Pq: O que pode ser melhorado?

A-8: Ninguém sabe tudo! Então os professores devem se sentar e discutir sobre como fazer atividades juntas, também. Eu lembro mais da matéria quando a gente discute em sala do que se eu anotar no caderno. Aconteceu isso numa prova de consulta. Eu não achava as respostas, até que comecei a lembrar das discussões e consegui fazer a prova.

A-9: Mais interação entre os alunos. Na nossa idade a gente gosta e precisa falar!

A-10: Mais conversa e menos escrita. Por que tem dias que saio com a mão doendo e não dá tempo para discutir sobre o tema.

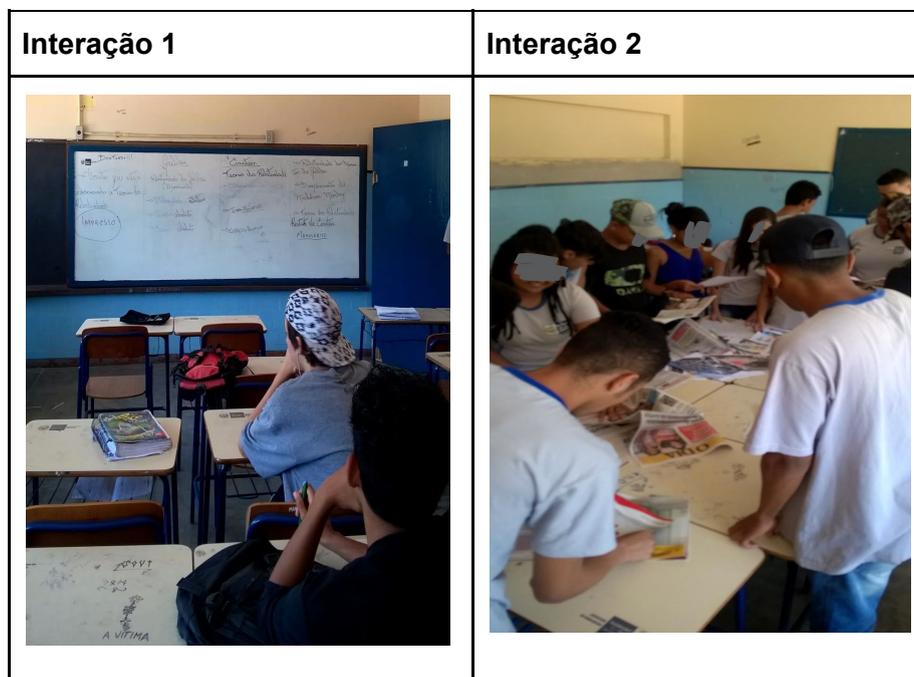
As falas anteriores mostram que existem outros saberes que os professores precisam aprender (saber ouvir e colaborar). Desta forma, os alunos procuram se apresentar como sujeitos do processo tendo algo a oferecer (preciso falar) e não somente como receptáculos do conhecimento pronto (só escrever). Foi importante para os licenciandos ouvirem estas falas sobre necessidade de diálogo e de que aprendem mais quando são estimulados a trabalharem juntos na construção do próprio conhecimento.

Trazendo a discussão para o observar o percurso de formação do licenciando sobre o papel docente, é importante lembrar que HUBERMAN (1992) alega existirem dois aspectos no início da carreira docente: o da “sobrevivência” e o da “descoberta”. O primeiro é o confronto inicial com a complexidade da condição profissional. O segundo aspecto faz referência ao ânimo inicial, à empolgação por estar, finalmente, em situação que demanda responsabilidade e por se sentir parte de um determinado grupo profissional. Isso é corroborado pela fala de GARCIA (1999), quando comenta sobre a transição do papel de estudantes para o de professores, afirmando que estes passam por diferentes etapas, nas quais se farão exigências pessoais, profissionais, organizacionais, contextuais e psicológicas. Neste contexto, as contradições foram importantes para redefinir o objeto de atividades dos licenciandos.

Algumas atividades foram organizadas para que os alunos da EB pudessem se manifestar e debater sobre as atividades realizadas na escola. Por exemplo, em algumas aulas, foi mudada a configuração da sala para favorecer o debate. Em outras aulas, os alunos fizeram atividades experimentais onde precisavam construir,

coletivamente, explicações para os fenômenos. Com isso, a turma mudou consideravelmente de comportamento e houve maior participação, independentemente da estratégia usada. Desta forma, foi possível retomar a proposta de usar o Facebook, onde os alunos se comprometeram em participar. As fotos a seguir exemplificam como o ambiente mudou:

Figura 4.2: Imagens antes de depois das conversas com a turma



Pode-se resumir na tabela 4.4 abaixo os principais desafios encontrados na etapa de identificação dos problemas que foram importantes para moldar o artefato que procurava melhorar o ensino de um tópico de Física.

Tabela 4.4 - Resumo dos principais observações sobre a identificação do problema

Interação 1	Interação 2	Interação 3
<ul style="list-style-type: none"> ● Excesso de confiança nas ferramentas; ● Desconsideração pelo contexto sociocultural dos alunos no planejamento; ● Visão de centralidade do papel do professor em todo processo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contexto sociocultural complicado dos alunos; ● Ambiente sem comunicação adequada; ● Inflexibilidade inicial para mudanças; ● Pequeno engajamento dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Necessidade de aprender a criar e suportar um diálogo honesto e produtivo; ● O engajamento do aluno depende de sua percepção de importância no processo e tomadas de decisão.

4.2 Planejamento do uso do artefato

Como falado no capítulo de discussão teórica, a PBD permite que tanto os objetivos quanto o artefato sejam alterados mediante melhor compreensão do problema. Assim, ainda que o professor tenha solicitado inicialmente o uso do Facebook em uma turma, e que um planejamento inicial tenha sido feito, não foi possível aplicar o artefato (usar o Facebook para promover diálogo sobre temas de Física) pelas razões já discutidas na etapa anterior.

Inicialmente, foi escolhido usar temas de Física que favorecessem discussão. Assim, foi pensado que seria adequado usar as mudanças de visão de mundo entre o Heliocentrismo e o Geocentrismo (assunto do primeiro bimestre no currículo do Estado do Rio de Janeiro). As perguntas de pesquisa envolviam entender como planejar bem as perguntas norteadoras que seriam feitas aos alunos e como avaliar as repostas dos mesmos no Facebook sobre aquele tema. Também foi pensado que, na sequência dos encontros, as atividades proporcionariam elementos para uma reflexão sobre as respostas dos alunos e que seriam ser percebidas, ou não, as mudanças de visão de mundo e suas consequências.

Contudo, a turma que foi escolhida para fazer a pesquisa apresentava diversas dificuldades de relacionamentos e de motivação, impossibilitando a execução das atividades planejadas e gerando um sentimento de fracasso do planejamento.

Desta forma, houve necessidade de ajustar o artefato em termos de conteúdo e abordagem, levando em conta aspectos sociais da turma e a fala dos alunos sobre suas demandas, com já discutida na etapa anterior.

Um novo planejamento foi feito utilizando o tema Tempo, principalmente, por três razões: 1) Currículo; 2) Pelo entendimento do grupo que o tema poderia fomentar argumentação com assuntos próximos ao cotidiano; 3) E, porque há pouca exigência matemática para a estruturação de argumentações sobre o Tempo.

Em relação ao currículo, é importante lembrar que tanto o PIBID, quanto a Escola Pública, são estimulados a observarem as orientações curriculares em seus planejamentos. Neste sentido, tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), quanto o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, recomendam que sejam

trabalhados temas de forma a desenvolver habilidades e competências específicas. Por exemplo, o PCN+ orienta que habilidades e competências de discussão, e argumentação, sobre temas de interesse de ciência e tecnologia, bem como o entendimento, e criação, de modelos explicativos de fenômenos naturais são muito importantes para a formação do cidadão, devendo ser levados em consideração no planejamento (BRASIL, 2002; SEEDUC-RJ, 2012). Nesse contexto, acreditava-se que o tema Tempo, além de ser parte do currículo do primeiro ano do EM (turma escolhida para a intervenção), poderia auxiliar no desenvolvimento das habilidades e competências necessárias naquele contexto.

Foi sugerido, em uma das reuniões do PIBID, a possibilidade de se usar o filme interestelar para provocar debate, exatamente porque este filme aborda questões sobre o Tempo do ponto de vista relativístico.

Interestelar é um filme de ficção científica dirigido por Christopher Nolan e lançado em 2014. Em linhas gerais, o filme conta a história de uma equipe de astronautas que viaja à procura de um novo lar para a humanidade através de um “buraco de minhoca” (característica topológica hipotética do contínuo espaço-tempo). Um panorama maior sobre o filme é fornecido no anexo-6. Contudo, pode-se afirmar que o filme apresenta a possibilidade de uma filha, que ficou na Terra, ficar mais velha do que o pai que estava em viagem no espaço próximo a um corpo supermassivo (buraco negro). Ou seja, o filme trabalha o fenômeno da dilatação do tempo causada pelas grandes massas, que é um fenômeno contraintuitivo e difícil de ser explicado, mas que faz parte do currículo escolar.

Era esperado que o filme causasse estranhamento e questionamento por parte dos alunos. O debate proposto seria observado (diário de campo e gravação da aula debate após o filme) para posterior discussão nas reuniões do PIBID. Outro motivador é que, como não há cinema na localidade, a atividade com o filme foi vista como algo que poderia gerar ainda mais curiosidade, ainda que o filme fosse considerado bem complicado. Cogitou-se usar somente partes do filme. Porém, ao serem consultados (os alunos foram ouvidos sobre o projeto), os alunos alegaram que nunca tinham escutado sobre o filme e gostariam de vê-lo na íntegra (o que foi feito).

A atividade após o filme:

Após passar o filme para os alunos (três tempos de aula), estes foram divididos em quatro grupos, de quatro alunos cada, para discutirem sobre assuntos tratados no filme. Perguntas para orientar o debate foram elaboradas na reunião do PIBID. Os grupos deveriam elaborar coletivamente uma única resposta e postá-la no Facebook após a aula. Os alunos tiveram uma semana para comentar as postagens dos demais grupos e trocar suas respostas, caso desejassem.

Procurando estimular a participação dos alunos, o professor da disciplina informou que a atividade seria valorada em seis pontos no bimestre. As perguntas norteadoras sobre o filme estão destacados a seguir:

No filme, existe uma questão intrigante em relação ao tempo: ele não passa da mesma forma para todas as pessoas. Podemos observar isso em dois momentos do filme: 1) quando eles começam a viagem e falam que cada hora deles na nave corresponde a sete anos na Terra; 2) quando Murphy (a filha de Cooper que ficou na Terra) encontra seu pai, estando mais velha que ele. Diante disso, responda no Facebook as perguntas abaixo:

1. Na opinião do grupo, como isso é possível? Caso considerem que não seja possível, explique o motivo (Respondam com suas palavras);
2. O que é tempo para vocês?
3. Como vocês entendem que o tempo passa? Ele é igual para todos, ou não? (Explicar o ponto de vista do grupo)

As postagens, as interações e as possíveis mudanças nas alegações científicas construídas pelos alunos foram monitoradas e analisadas para identificar o tipo de aprendizado sobre o tema Tempo, como serão apresentadas no próximo tópico

4.3 A Intervenção

Após assistirem ao filme, pediu-se que a turma se dividisse em grupos de quatro alunos. Como no dia só havia 16 alunos, foram criados quatro grupos. No início, eles relutaram para formar os grupos e pareciam não entender que a resposta era uma só, ou seja, eles desejam escrever respostas individuais, pois estavam muito preocupados em acertar.

Foi explicado que o objetivo principal seria entender o que eles pensavam. Essa fala causou estranhamento nos alunos, pois ainda que pedissem mais voz em sala, quando foi dada não sabiam muito bem como usar. Ficaram mais preocupados em responder o que imaginavam que o professor desejava.

Sobre isso, COHEN E MARTINS (2009) avaliam que é possível que o endereçamento dos textos construídos para professores têm embutidos uma necessidade de legitimação do discurso. No nosso caso, do aluno-autor por meio da aderência a um outro discurso de autoridade identificado com a figura do professor. Essa visão está alinhada ao ensino tradicional, onde é considerado um bom aluno aquele que responde certo, ou seja, aluno bom aluno é bom reproduzidor de discurso hegemônico. O trabalhar em grupo e o valorizar a opinião do aluno pode levar o aluno a outro lugar no espaço da sala de aula. Todavia, não foi fácil para eles o negociar uma resposta única, pois era importante se colocar e também respeitar a opinião do outro.

Em relação ao debate de ideias em sala de aula, LEMKE (1990) afirma que ele representa pelo menos um duplo conflito: um superficial e outro na estrutura do debate. No caso do conflito superficial, ele está relacionado com o padrão de interação social na sala de aula, que coloca o professor e os alunos uns “contra” os outros. No segundo caso, o conflito na estrutura de atividade se relaciona com o debate em si e com os sistemas temáticos opostos, que dão ao debate seu ímpeto. “Esses dois conflitos, um interacional e outro temático, refletem conflitos mais profundos que estão presentes de forma menos óbvia na sala de aula em todos os momentos” (LEMKE, 1990, p.32). Em nosso caso, foi criado um novo tipo de conflito que é entre alunos na construção das explicações em conjunto para perguntas do professor.

Para analisar as explicações elaboradas pelos alunos, foram escolhidos dois grupos da turma onde ocorreram mais discussões sobre o tema, os quais serão chamados de Grupo-1 (G-1) e Grupo-2 (G-2). Os alunos do Grupo-1 serão chamados de A-1, A-2, A-3 e A-4, enquanto os alunos do Grupo-2 serão chamados de A-5, A-6, A-7 e A-8. Fragmentos da discussão do grupo podem ser observados a seguir, para a pergunta sobre o problema do tempo passar de diferentes formas no filme interestelar (após uma viagem espacial, o pai reencontra a filha, e ela está mais velha que ele). As perguntas eram sobre a possibilidade do pai aparecer mais novo do que a filha, ou seja, é possível o tempo passar de diferentes formas? Caso sim, o que faz o tempo mudar? É necessário informar que, por recomendação do Comitê de Ética na Pesquisa, não foram tirados “prints” da tela do Facebook dos alunos porque continham outras informações e fotos pessoais. Por isso, serão mostradas somente as frases transcritas do Facebook que estão relacionadas aos objetivos desta pesquisa.

Também é importante salientar que o padrão de resposta aceitável, para esta questão, é de que o tempo não é absoluto, o que é contrário a visão de Newton, e que o tempo pode ser dilatado quando o corpo chega perto da velocidade da luz, ou por deformações na teia do espaço-tempo causadas por corpos supermassivos.

A seguir são apresentadas as explicações desenvolvidas em sala de aula das pelos grupos G-1 e G-2.

Extrato 12 (sessão 6)- Respostas do G-1:

A-1: Pode sim, pois o filme mostrou isso;

PF: O tempo daqui é igual ao de outra cidade? Não estou falando de clima, ok?

A-2: O tempo do relógio passa igual sim. Mas muda no horário de verão;

A-3: O tempo no Rio passa mais rápido do que no nordeste por causa disso;

Pq: o tempo tem uma velocidade?

A-3:isso não tem nada a ver com a Física;

Pq: como assim?

A-3: é o governo determina que vai adiantar uma hora;

A-1: O tempo existe fora do homem. A gente não conta os dias pelo Sol?

A-2- O tempo varia;

A-4: O tempo do relógio passa mais rápido do que o do celular;

A-1: Acho que seu relógio está quebrado. o tempo no celular é constante.

Extrato 13 (sessão 6)- Respostas do G-2

A-5: O tempo passa diferente no espaço por causa do lance com o buraco negro, não é?;

A-6: Não, é por causa do espaço! Lá o tempo é diferente!.

A-5: Como isso acontece?

A-6: Porque no espaço não tem ar. Lá é diferente;

A-6: Os lugares são diferentes. Na minha opinião é possível. Não seria se algo fizesse que o tempo fosse igual ao da Terra.

A-8: Já vi num filme que os astronautas ficam mais leves do espaço e lá não tem ar. Então deve estar certo;

A-5: ar é mesma coisa que gravidade? O filme fala de gravidade.

A-7: o professor também falou disso na aula. Não foi professor?

A-6: Acho que a gente estudou isso no início do ano.

A-5: ainda acho que é por causa do buraco negro. Por que foi falado no filme. Então...

A-6: Vamos colocar que é por causa do espaço. Acho mais fácil de responder assim. Não entendi o negócio do buraco negro no filme.

O Grupo-1 apresentou um padrão contraditório de respostas para a pergunta se o tempo era absoluto ou não, pois consideraram que o ocorrido no filme era possível, mas suas respostas na discussão apontaram prioritariamente para uma visão absoluta de tempo. Na visão de Newton, o tempo e o espaço são absolutos, ou seja, o tempo é o mesmo em qualquer lugar do universo, tendo um “fluxo” constante. Assim, o padrão das respostas que está mais compatível com a visão de tempo aparente de Newton, onde este pode medido pelo movimento externo.

No caso do G-2, as falas mostram que dois alunos discordaram entre si a respeito de uma explicação sobre o tempo, onde uma delas (A-5) estava mais próxima da resposta esperada pela ciência para explicar o fenômeno, porque usava conceitos da relatividade de Einstein. Entretanto, ela não estava bem elaborada pelo aluno (não dominava o discurso da ciência). A outra explicação estava errada, pois atribuía ao espaço fora da Terra uma propriedade diferente que tinha o poder de fazer o tempo passar mais devagar lá.

A noção de tempo apresentado pelo aluno (A-5) está relacionada com deformações na teia do espaço-tempo causado por um corpo supermassivo (buraco negro). No caso do aluno (A-6), sua explicação estava diferente da visão de Newton

e de Einstein, pois atribuía ao espaço propriedades diferentes. Na realidade, estava mais próxima de uma visão Aristotélica de mundo, onde a matéria constituinte dos corpos supralunares (depois da Lua) seriam feitos de éter. Para Aristóteles, a Terra era o centro do universo e, somado a Lua, eram constituídos de terra, água, fogo e ar. No espaço sideral, não há ar, nesta concepção de mundo. Assim, os alunos se apropriaram mais dos discursos estudados no primeiro semestre, onde foi visto as teorias de Aristóteles para o mundo. É possível que as ideias de Aristóteles tenham maior aceitação pois são muito mais intuitivas do que as de Newton e Einstein (GUERRA et al; 2011, 2012).

A seguir são mostradas as postagens dos alunos no Facebook após a discussão em sala.

Extrato 14 (sessão 7): Postagens iniciais do grupo G-1 no Facebook

“É possível porque depende da duração que o corpo sofre. Para a filha passou 24 anos. já para o pai passou 4 horas. O tempo passou diferente para cada corpo então o pai pode estar mais novo que a filha (noção de tempo como desgaste corporal)

Pergunta: O que é o tempo para vocês? É a determinação de épocas, horas, etc.

Pergunta: Como vocês entendem que o tempo passa? Acho (resposta do grupo?) que significa que o fato está acontecendo no momento, na ocasião certa.

A-2: é isso gente? Está bom?

A-4: Acho que sim. Como aqui na Terra o tempo se passa de um jeito e no espaço é diferente, então isso pode acontecer;

A-1: Gostei desse Einstein. Ele foi reprovado em matemática mesmo? Queria saber mais sobre a história dele. Onde acho?

A-3: O professor falou que tem um vídeo no Youtube sobre ele.

A-2: Tempo é relativo, pois passa diferente em situações diferentes. Tem aula que o tempo não passa.

A-3: Acho que precisa dar um exemplo pra melhorar.

Extrato 15 (sessão 7): Postagens do G-1 após as discussões no Facebook:

“É possível que o tempo passe mais rápido sim! Por exemplo, uma pessoa de bicicleta e outra de moto. A de moto, chega mais rápido e terá mais tempo do que o que vai de bicicleta”.

Pergunta: O que é tempo para vocês? R: Tempo é tudo, porque tudo necessita de tempo para existir, para fazer. E também há possibilidade de distorcer o tempo.

Pergunta: Como o tempo passa para vocês? R: O tempo passa com uma dada velocidade relativamente rápida, comparada com a velocidade de um jato de guerra. Há possibilidade de variar essa velocidade”.

Extrato 16 (sessão 7): Postagem inicial no Facebook do grupo G-2:

É possível por ele estar em um planeta diferente e ela na Terra. O tempo passa mais rápido na Terra (propriedade da Terra)

A-7: Tempo é uma invenção humana para ele ver dias, meses, etc. Serve para ele calcular quanto tempo passou.

Através dos relógios, do movimento da Terra, sol e Lua. Também vemos o tempo passar quando envelhecemos.

A-5: Gente, o tempo passa diferente perto do buraco negro onde o pai ficou. Por isso, passou mais devagar para o pai e ele ficou mais novo que a filha.

A-6: Não! Acho que você está errado. É por causa que eles estão no espaço

A-8:tempo é aquilo que as pessoas gastam atoa. Nós temos que usar o tempo que ainda temos fazendo coisas boas e ter o merecer que todos esperam.

A-6: Nada a ver!

A-9: Gente, não vamos discutir para não criar mais problemas. Vamos fechar numa resposta logo. Aqui não é para discutir. Vamos colocar que no espaço o tempo muda.

A-6: Vou postar uma resposta. Depois mudamos, se precisar.

Extrato 17 (sessão 7): Postagem final do G-2 após as discussões no Facebook:

Pelo fato do tempo passar mais devagar no espaço. Eles não envelhecem. É como se tivesse passado horas, e na Terra está passando anos. Quando voltam para a Terra eles continuam jovens, porque ficaram apenas horas no espaço, que eram anos na Terra”.

“Os lugares são diferentes, então é possível. Não seria se algo fizesse que o tempo fosse igual ao da Terra. Se todos pudessem perceber que o tempo está passando e todos envelhecendo do jeito normal ”.

É algo que deixa possível distinguir o que é passado, presente e futuro. É um jeito de deixar as pessoas mais velhas (entre aspas) a cada minuto, segundo, dias, horas, dias, etc”. “O tempo passa a todo instante e o tempo não para. É algo que muda dependendo do lugar”.

Utilizando o quadro 3.3.1, elaborado para analisar as dimensões da apropriação da linguagem social da ciência para avaliar as respostas dos alunos, as

mesmas respostas são analisadas usando estruturas diferentes de análise para explicações. A análise dos resultados são mostrados a seguir.

Usando os argumentos de WERTSCH (2008) para avaliar a estrutura das explicações (vide capítulo III.3), pode-se identificar que, as explicações dos alunos tanto de G-1 quanto de G-2, são, inicialmente, funcional-referencial, pois ela foco em cenários (espaço), “atores” (moto, avião, etc) e eventos. No caso do G-2 pode-se observar que ela inicia com uma estrutura específica das explicações (Vide A-5 do extrato 13). Ela também é dialógica porque estava preocupada em dialogar com o que o professor falou em sala de aula e com o próprio filme (alunos A-5 e A-7 do extrato 13). A estrutura organizacional pode ser observada pela repetição da estrutura: o espaço é diferente da Terra.

Ao avaliar a postagem final no Facebook, observa-se que a resposta do G-1 mudou de apenas funcional-referencial para funcional-dialógica porque ele usou um exemplo dado pelo professor em sala de aula em outro contexto (um percurso de moto leva, menos tempo que o mesmo percurso de bicicleta). Assim, o grupo tentou mostrar domínio da ferramenta (explicação dada pelo professor) endereçando a resposta a ele. Entretanto, não foi possível identificar um padrão organizacional de explicações científicas neste grupo. Entretanto, pode-se vislumbrar que os alunos buscaram um padrão explicativo com estruturas genéricas que se repetem, ou seja, o uso da comparação de objetos com velocidades diferentes para fundamentar a resposta que o tempo pode variar apareceu em duas respostas.

No caso do grupo G-2, quando comparadas as frases construídas em sala com a frase postada no Facebook, percebe-se que o grupo preferiu a explicação do Aluno (A-6), ainda que a explicação de A-5 estivesse correta e a do aluno A-6 errada. Possivelmente a resposta do aluno A-6 prevaleceu porque existe um status atribuído a este aluno de melhor aluno do que A-5, o que lhe conferiu mais autoridade na fala. Assim, a resposta construída pelo grupo não estava relacionada ao conteúdo ou à coerência da explicação diante dos fatos, mas poder relacionado ao sujeito com a ferramenta, como é destacado por WERTSCH (1999, 2008). Isto também é observado no grupo G-1 quando o aluno A-2 muda de resposta (tempo constante para tempo variável) após a explicação de A-3. Assim, como a fala é considerada como ferramenta, e o aluno A-3 fundamentou melhor sua resposta, o

aluno A-2 alterou sua resposta. WERTSCH (2008) sugere que, quando isso ocorre, é um sinal de que, em nosso caso, o aluno tentou dominar uma ferramenta em vez de se apropriar da ferramenta ou conceito. No caso em questão, este grupo não se apropriou da explicação de Einstein levada pelo professor.

Outro destaque trazido pelas lentes de WERTSCH (2008), é que se pode identificar de dimensões de poder nas explicações, pela atribuição de autoridade dada às mídias. Isso é perceptível na fala do aluno A-1 quando este comenta que o tempo pode passar diferente porque o filme mostrou isso. Por outro lado, também foi atribuída autoridade ao professor quando se utilizou exemplos trazidos por ele para sala de aula.

O destaque de autoridade de fala atribuída à mídia (filme) exemplifica os novos desafios encontrados na profissão docente. Na atualidade, o professor concorre com outras fontes e vozes dentro de sala e que, em muitos momentos, essas vozes podem ter mais peso do que a voz do professor. Ao comentar sobre isso, CHASSOT (2000) nos alerta sobre a dissonância entre as linguagens da escola e do educando, o que pode causar dificuldades para relação professor-aluno no que tange ao processo de ensino-aprendizagem. O autor lembra que as diferenças entre a escola de nossos avós e a escola de hoje é a influência externa que sofremos. Antes a informação era dada pelo professor, ou seja, a escola era a detentora e referencial do conhecimento. Contudo, a informação hoje está disponível em tempo real e globalizada pela internet. São variadas as fontes e as formas de apresentação dessa informação. O autor ainda comenta que precisamos reconhecer que não é raro que os alunos superem os professores nas possibilidades de acesso às fontes de informações. Há situações nas quais temos docentes desconectados dessa realidade tecnológica, ensinando a alunos que passam horas na Internet ou estão conectados a redes de TV a cabo, acarretando na perda do papel central de referência do saber pela escola e pelo professor, caso o professor não saiba incorporar o uso das TDIC a seu favor em sala de aula.

Focando nas respostas finais dos grupos para analisar, segundo as lentes de LEMKE (1990), para identificar se as explicações mantiveram as relações semânticas das explicações científicas, identificou-se que os alunos tentaram elaborar melhor a resposta e chegaram próximo de uma resposta Newtoniana, no

sentido de que o tempo é um fluxo (o tempo como algo que passa e está relacionado com a velocidade) ao mesmo tempo que é um ente do ponto de vista ontológico. No entanto, apresentaram dificuldades para explicar a relatividade do tempo usando explicações newtonianas, fora do contexto do filme. Logo, não ficou claro para eles por que o tempo não é absoluto. Isso pode exemplificado pelo esquema no a seguir:

Tabela 4.5: Grupo-1

O tempo	pode ser	distorcido	portador/atributo
O tempo	é	tudo	classificador/coisa
O tempo	passa	mais rápido do que um avião	coisa/quantificador tempo/velocidade
O tempo	pode	mudar sua velocidade	portador/atributo

O grupo-1 argumenta que o tempo pode ser distorcido mudando o atributo de absoluto para relativo. O grupo também identifica a influência da velocidade sobre a componente tempo, mas comparando o tempo com um fluxo. Entretanto, a identificação de fatores externos que podem mudar a “passagem” do tempo está próxima da concepção de Einstein de que o tempo e o espaço são “atores” em vez de “palco” (estruturantes do ponto de vista epistemológico). Ou seja, antes, o espaço e o tempo absolutos eram o palco. Agora, são atores que sofrem influências do “palco”. Esse argumento também é visto nos argumentos individuais dos alunos A-2 e A-3 quando apontaram que o governo (fator externo ao tempo) altera nosso registro de tempo (observar o excerto 12). Estas discussões são bem elaboradas e merecem destaque dado o contexto dos alunos.

Observando a tabela do grupo-2 (Tabela 4.6), pode-se observar que o atributo semântico de tempo relativo se manteve quando o grupo alegou que influências externas afetam a passagem do tempo (o tempo é mais lento no espaço).

Ainda que o grupo não tenha identificado plenamente as causas houve uma mudança de paradigma na concepção do tempo, de absoluto para relativo. No entanto, o excerto 13 da sessão 6 mostra que algumas sugestões diferentes foram dadas para explicar as mudanças. Por exemplo, A-6 alega que a falta de ar no espaço que altera o fluxo de tempo, enquanto A-5 identificou corretamente pelo

filme que o buraco negro afetava o tempo e isso tinha a ver com a gravidade. Estas observações são muito interessantes e mostram que o grupo conseguiu ir um pouco mais além comparado ao primeiro nas argumentações. Mais uma vez podemos alegar que esse resultado tanto em nível de participação quanto em nível de argumentação eram inesperados no início das atividades na turma, dado o contexto desafiador.

Tabela 4.6 - Grupo-2

O tempo	é	mais lento no espaço (depende do local)	portador/atributo
O tempo		afeta todos	classificador/coisa
O tempo	é	um fluxo constante	coisa/quantificador tempo/velocidade
O tempo	é usado	para distinguir entre passado, presente e futuro	portador/atributo

Todavia, ainda que os grupos tenham apresentado respostas contraditórias ou justificativas consideradas erradas para a pergunta se o tempo era absoluto ou não, os resultados apontam para manutenção do padrão semântico de tempo relativo. Contudo, é importante destacar que os alunos desse grupo se equivocaram em alguns pontos destacados por LEMKE (1990) sobre as características semânticas da ciência que os alunos não conseguiram apropriar, tais como: (1) não construíram enunciados na forma de proposições que sejam mais universais e verbalmente explícitas quanto possível. Por exemplo, no excerto 16 o aluno A-7 alega que o tempo é uma invenção humana. Logo, para ele, não é um ente da Física. Por outro lado, no mesmo excerto, pode-se observar que o aluno A-8 alega que o tempo é algo que se tem, sendo, portanto, um ente. Outros exemplos similares podem ser visto nos excertos 12 e 13; (2) usaram a personificação, atribuição de qualidades essencialmente humanas, ou ações humanas para descrever entidades e processos naturais. Por exemplo, pode-se ver o uso errado da personificação quando o aluno A-2 (excerto 14) sugere que o tempo tem vontade própria e passa diferente dependendo do evento.

Pela análise proposta por MACNEIL (2006), ainda que os alunos não tivessem compreendido plenamente o assunto, ambos os grupos desenvolveram explicações que se aproximaram de um padrão característico de uma resposta dada

pela ciência, porque tentaram fornecer uma alegação suportada por provas, ou evidências, que tinham uma explicação racional para fornecer uma conclusão. Este fato denota um aprendizado sobre as formas de comunicação da ciência e merece um destaque dada a condição sociocultural dos alunos. Desta forma, é possível alegar que, mesmo em contextos considerados inadequados, há possibilidades de buscar o crescimento e o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias aos alunos, como as de comunicar-se usando recursos da ciência, para o melhor preparo para o exercício da cidadania.

Por sua vez, a proposta de BRAATEN (2011) nos permite discutir o nível de profundidade das explicações dadas pelos alunos. No caso de G-1, os alunos se enquadram mais no perfil de explicações simples, mas que buscava encontrar justificativas. Provavelmente por conta da complexidade do tema, e do pouco tempo que os alunos tiveram para discutir mais sobre o assunto, não houve um ensaio de explicação por causação. Por outro lado, o grupo G-2 apresentou explicações em dois níveis - causação e justificação. Isto sinaliza que este grupo se desenvolveu mais no sentido de criar explicações mais elaboradas, ainda que estivessem com erros conceituais, para o padrão de resposta da relatividade de Einstein.

Por fim, pode-se avaliar que, ainda que os alunos não compreenderam as causas da relatividade do tempo, eles construíram outros tipos de aprendizado e desenvolveram outras habilidades durante as atividades. Esses dados são importantes para direcionar novas atividades objetivando melhorar a compreensão destes pontos.

4 Análise da intervenção

Nesta parte, serão avaliados alguns aspectos que contribuíram, e outros que foram complicadores, dentro da intervenção, os quais serão importantes para construir os princípios de design que poderão ser replicados em outros contextos semelhantes.

É possível afirmar que um dos aspectos que mais afetou negativamente a intervenção, foi o pouco tempo para a observação das interações no Facebook por conta das pressões externas e internas em relação ao tempo de atividade dentro da escola. Esses fatores inviabilizaram a realização de um novo ciclo. Por exemplo, havia problemas externos causados pelo momento político do país que apontavam para o término do PIBID em âmbito nacional. No caso da pressão interna, ela pode ser observada no professor, e nos alunos da escola, que se sentiram pressionados pelo calendário escolar, onde as provas escolares e o fim do ano letivo acarretavam em avaliações obrigatórias e diversas reuniões.

Por outro lado, as mesmas pressões sofridas pelo professor, auxiliaram aos licenciandos observarem as variadas dimensões que compõe o trabalho docente (dimensões políticas, estruturais, a carga de trabalho, questões pessoais, etc). Assim, saber negociar espaços e planejar é uma parte importante do processo que muitas vezes é negligenciada. Para exemplificar, os alunos da licenciatura relataram na reunião de avaliação da intervenção que não tinham ideia de como é difícil ser professor. Contudo, isso pode ser considerado bom para a formação dos mesmos por antecipar etapas do início da carreira docente, promovendo um senso de necessidade de trabalho reflexivo e bem planejado. Por conta disso, foi comentado que a intervenção no Facebook deveria ter começado o mais cedo possível para criar mais integração entre a turma e maior dinâmica ao processo de discussão sobre os temas de Física.

Outro fator complicador identificado foi que os alunos da escola demoraram a entender o que era desejado deles no Facebook. Isso revela que a comunicação clara nem sempre é fácil de ser obtida. Contudo, pode-se considerar que o impacto foi positivo na turma, principalmente quando avaliamos as condições difíceis de

trabalho no início das atividades. Isso fica claro na fala dos alunos relatadas a seguir:

Extrato 18 (sessão 8): avaliação com os alunos da escola

Pq: O que vocês acharam do trabalho com o Facebook?

A-1: O trabalho com o Facebook foi melhor do que uma atividade comum, pois nós tivemos mais tempo para fazer o trabalho do que só em sala de aula. Também facilitou o fato de não precisar falar na frente das pessoas, pois eu não consigo. Mas, no Facebook é tranquilo [...] Acabei lendo mais coisas do que se ficasse só com que a gente escreve no caderno.... Então, acho que valeu a pena fazer o trabalho”.

A-7: Parecia outro professor também. A aula ficou bem mais legal.

A-2: Acho que aprendi mais, pois tive que estudar muito mais para tentar convencer o professor e aos colegas meu ponto de vista”.

A-3: Usando a Internet eu via cada mais outros sites falando sobre o assunto. Se fosse só o livro ia acabar ali”. Mas, tive que perguntar ao professor como escolher o site, pois ele falou que tinha que tomar cuidado com as informações”.

A-4: Não era só vergonha, muitos colegas não deixam a gente falar. Ficam brincando também. No Facebook, temos atenção total de quem entrou”.

A-1: eu aprendi mais do que na escola, porque aqui tem muito barulho! Pelo Facebook, eu ficava mais atento porque recebia um aviso de que um colega postou alguma coisa e ia ler na hora. Em sala a gente se distrai muito.”

Por outro lado, essa informação trazida pelos alunos reflete a potencialidade do Facebook para ampliar as discussões de sala de aula, o que era um dos objetivos específicos desta pesquisa. É perceptível que os alunos atribuíram um sentido de uso do Facebook diferente do usual, quando alegam que naquele espaço eles têm uma atenção diferente do professor e dos parceiros de estudos, comparado com a sala de aula. Logo, o Facebook foi ressignificado pelos alunos como espaço de construção de conhecimento no âmbito escolar.

Outro fator interessante é que, após as atividades no Facebook, os alunos se sentiam mais seguros e confiantes para se manifestarem dentro de sala de aula. Entretanto, é importante salientar que foi identificado neste trabalho o Facebook como um espaço complementar e não como substitutivo das interações em sala.

Neste sentido, ainda que CHASSOT (2000) tenha argumentado que o professor pode perder a centralidade nesse processo mediado pelas TDIC, a experiência mostrou que pode haver uma alternativa quando o foco está nas

interações e não somente no acesso à informação. Toda informação precisa ser processada e ressignificada à luz dos contextos e das interações sociais. Também destacamos que a intervenção promoveu uma busca por outras leituras para além do caderno e do livro didático (pouco usado pelos alunos e professor). Sobre isso, WERTSCH (1998) alega que a introdução de uma nova ferramenta cultural em um contexto cria uma espécie de desequilíbrio na sua organização sistemática, que provoca mudanças no agente e na ação mediada como um todo. Por fim, a fala dos alunos revelou que os mesmos consideram o Facebook como espaço onde podem ter atenção total do professor e de outros colegas, se constituindo portanto promotor da voz dos alunos e dirimindo outras tensões problemas que ocorrem prioritariamente no espaço físico de sala de aula.

Entretanto, um outro limitador para a intervenção foi o problema crônico de relacionamento na turma. Ainda que este tenha diminuído consideravelmente, e que possamos atribuir à intervenção essa melhoria nas condições de trabalho, as interações no Facebook ficaram prejudicadas por dois fatores: tempo muito curto para as atividades (já comentado acima); problemas relacionais na turma. Esse último fator pode ser exemplificado na postagem de um aluno, que comentou que “aqui (Facebook) não é lugar para discussão, mas para explicar os assuntos da matéria” (A-9). Foi explicado em sala de aula, e no Facebook, que discussão sobre os temas eram esperados. Mas, dado o contexto de recorrentes brigas, a palavra discussão não foi bem-aceita. Em novos ciclos, sugere-se cuidado, ou uma melhor explicação, no uso do termo discussão, ou até mesmo trocar a palavra por outra similar. Talvez tenha ocorrido mais interações em sala de aula do que no Facebook, por conta da segurança da supervisão do professor em sala.

Em relação à interação abaixo da esperada, pode-se argumentar que é necessário uma maior atenção nas formas de promoção, e manutenção, do interesse dos alunos em argumentar sobre temas fora de áreas específicas de interesse, onde o Ensino de Física se insere, naquele contexto. É possível que a vergonha de se manifestar pela escrita também possa ter inibido aos alunos.

Por outro lado, um fato positivo que merece destaque é, mesmo em na chamada sociedade da informação, a voz do professor também teve, neste contexto específico, muito peso para eles como validador das fontes de informação da

Internet. Isso pode ser visto na fala destacada do aluno A-1 que alegou que perguntava ao professor sobre os sites que ele podia confiar para buscar informações sobre o tema.

Na perspectiva de WERTSCH (1998, 2002, 2008) toda ação é direcionada por uma intencionalidade que faz o agente usar uma ferramenta, ou atribuir importância a sujeitos e instituições, de forma diferente de outras em um dado contexto. Naquele contexto sociocultural, o professor ainda tem uma voz de importância, pois o ensino é visto como possibilitador de ascensão social por meio de concursos públicos específicos (Polícia, Bombeiros, carreira militar, etc), constituindo-se assim uma voz a ser levada em consideração. É claro que opinião do professor é valorizada no contexto de sala de aula para finalidades específicas da disciplina em outros contextos. Mas, neste caso em particular, identificamos a voz do professor como importante para sinalizar para onde olhar fora de sala de aula. Portanto, as vozes mais audíveis em sala de aula foram do professor, família e das mídias. Curiosamente, neste contexto o livro didático não tem muita importância. Possivelmente pela dissonância de linguagens e outros problemas apontados por vários pesquisadores (CHASSOT, 2000; GOUVEIA, 2008; ROSA E ROSA, 2005; COSTA, FERREIRA, BENEVIDES & HOSOUME, 2007).

Contudo, foi identificado que apenas trabalhar a investigação de um fenômeno com os estudantes pode não ser suficiente para que a argumentação ocorra. Muitas vezes o próprio professor pode atrapalhar a interação e discussão dos alunos. Um exemplo disso é fornecido na sessão 6, em que um aluno pediu o auxílio do professor para saber se sua resposta estava certa, antes de negociar com os outros membros do grupo de alunos. Neste momento, o professor começou a explicar os fenômenos antes da construção da explicação única dos alunos. Isso mostra que é difícil para o professor sair do papel de fornecedor de explicações.

Foi necessário negociarmos com o professor que seu papel precisava ser deslocado de transmissor para negociador ou até dificultador das explicações, na medida que o aprendizado precisa passar pela etapa do desequilíbrio cognitivo. O professor alegou que era difícil não responder porque é quase automático.

Sobre isso, PIMENTEL E MCNEILL (2013) alegaram que há determinados movimentos nas falas do professor que inibem ou viabilizam e promovem a postura

ativa dos estudantes no processo interativo de aprendizado. Sendo assim, é necessário cautela neste processo. Principalmente quando o professor solicita que os estudantes provem seu ponto de vista. Uma sugestão é que seja pedido que os alunos reformulem suas respostas de forma a dar mais clareza e sentido ao que estão alegando. Do mesmo modo, para que os estudantes possam se posicionar, sentindo-se acolhidos a julgarem distintos enunciados, o professor necessita oferecer oportunidade para que isso ocorra. Nesse caso, lançar de volta um questionamento dos estudantes ajuda no favorecimento de interações e participação ativa no processo de construção de ideias.

Ainda que os licenciandos não fossem o foco deste trabalho, é interessante observar que os mesmos afirmaram que o impacto das atividades foi grande em sua visão sobre o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem. Eles perceberam que conhecimento pode ser construído quando não é imposto, mas dialogado e negociado. Também comentaram na reunião de avaliação do projeto que não tinham ideia que escolher um recurso era tão complicado. Segundo eles, pensavam que bastava pensar no que era mais fácil para eles usarem, em vez de pensar no que era melhor para o aluno usar. Por fim, alegaram que estavam impressionados com a influência do contexto no planejamento e que isso precisava ser mais informado no curso de formação, porque só viram isso na prática. Outros apontamentos e achados sobre os licenciandos poderiam ser feitos nesta tese. Porém, se os mesmos fossem colocados no corpo da tese poderia acarretar em perda de foco da pesquisa. Assim, outros achados importantes sobre a formação docente, as quais geraram publicações em revistas, podem ser encontradas nos anexos G, H e I desta tese.

Uma possível justificativa para esse comportamento é encontrada na fala de DINIZ-PEREIRA (2014) sobre os modelos de formação docente. Segundo o autor, informa que há, pelo menos, três conhecidos modelos de formação que estão baseados no modelo de racionalidade técnica: o modelo de treinamento de habilidades, no qual o objetivo é treinar professores para desenvolverem habilidades específicas e observáveis (AVALOS, 1991; TATTO, 1999); o modelo de transmissão, no qual conteúdo científico e/ou pedagógico é transmitido aos professores, geralmente ignorando as habilidades da prática de ensino (AVALOS,

1991); o modelo acadêmico tradicional, o qual assume que o conhecimento do conteúdo disciplinar e/ou científico é suficiente para o ensino e que aspectos práticos do ensino podem ser aprendidos em serviço (ZEICHNER, 1983; TABACINICK E ZEICHNER, 1991).

Estas observações são importantes para a construção de um design porque trazem impactos diretos sobre os participantes. Por exemplo, no início da intervenção, os licenciandos tinham mais proximidade com o modelo racionalidade tecnicista. Contudo, após a intervenção, esse modelo foi se tornando um híbrido de outros modelos, pela mistura uma racionalidade tecnicista e prática com a racionalidade crítica, como aponta CARR E KEMMIS (1986):

“No modelo da racionalidade crítica, a educação é historicamente localizada – ela acontece contra um pano de fundo sócio-histórico e projeta uma visão do tipo de futuro que nós esperamos construir –, uma atividade social – com conseqüências sociais, não apenas uma questão de desenvolvimento individual –, intrinsecamente política – afetando as escolhas de vida daqueles envolvidos no processo – e finalmente, problemática – seu propósito, a situação social que ele modela ou sugere, o caminho que ele cria ou determina relações entre os participantes, o tipo de meio na qual ele trabalha e o tipo de conhecimento para o qual ele dá forma” (CARR e KEMMIS: 1986, p. 39).

Colocando as expectativas sobre as possibilidades de uso do Facebook neste contexto, “a prática não pode ser reduzida ao controle técnico” (CARR E KEMMIS, 1986,p. 36). Essas considerações são importantes porque, mesmo admitindo a existência de alguns “macetes” e técnicas, o conhecimento profissional dentro dessa visão não consiste em projetar um conjunto de objetivos sequenciados e técnicas as quais “dirigem” os aprendizes para os resultados da aprendizagem esperada. Ele consiste da direção e re-direção espontânea e flexível do processo da aprendizagem, guiada por uma leitura sensível das mudanças sutis e da reação de outros participantes desse processo (CARR e KEMMIS, 1986).

Em relação a outros recursos da TDIC, pode-se dizer que os alunos da escola básica também aprenderam algo com o filme, uma vez que eles usaram argumentos apresentados no filme para fundamentar suas respostas. Isto vai ao encontro do que WEISKOPF et al. (2006) disseram sobre a visualização dos fenômenos usando filmes ou outros recursos das TDIC. Segundo os autores, esses recursos podem ser um excelente meio de transmitir aspectos importantes das teorias de Einstein sem a necessidade de um formalismo matemático mais robusto.

Ainda que em parte, acredita-se que o presente trabalho foi útil para fomentar a discussão entre alunos e seus professores sobre as novas descobertas científicas, permitindo que os alunos, curiosos sobre os filmes, possam se posicionar diante de debates relevantes em sociedade. Além disso, a atividade foi uma grande oportunidade de mostrar aos alunos que a Física é um empreendimento humano, que está sujeita a reformulações ou mudanças drásticas de visão e não está fechada (KUHN, 2006, OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

5 Princípios de Design e Conclusões

Como já discutido, esta etapa requer um olhar retrospectivo de todo processo para construir princípios de design que possam ser aproveitados em outros contextos, para o uso do Facebook como espaço de discussão voltado para o aprendizado escolar. É importante destacar que grande parte de nossas conclusões serão apresentadas dentro dos próprios princípios elaborados a partir da análise dos dados de pesquisa.

De forma a facilitar a leitura e tornar mais claro o processo, vamos lembrar que o objetivo geral desta pesquisa era construir princípios de design para integrar o Facebook a partir de um contexto educacional específico de ensino de Física, de forma a promover trabalho colaborativo e influenciar na construção de novas formas de pensar e explicar sobre o tema Tempo. Para tal, era necessário o estabelecimento de parceria no grupo para aprofundamento do problema educacional e suas soluções possíveis, descrevendo quais desafios foram encontrados para trabalhar em grupo naquele contexto sociocultural. Assim, foram observadas como as contradições moldaram o processo e as escolhas. Por fim, foi necessário avaliar que tipo de aprendizado ocorreu, observando as explicações científicas produzidas pelos alunos a respeito do tema Tempo, construídas colaborativamente e postadas no Facebook.

Em relação ao primeiro objetivo específico desta PBD, que foi estabelecer parceria para trabalhar colaborativamente para identificar um problema educacional e suas soluções possíveis, pode-se dizer houve um desenvolvimento da equipe que é evidenciado pelas decisões que foram necessárias ao longo do processo. Como já discutido, o pesquisador, por ser coordenador do PIBID, já tinha uma parceria já estabelecida. Porém, por conta desta PBD, ocorreu um estreitamento da parceria pelo maior envolvimento do pesquisador nas atividades presenciais na escola básica, algo que era novo, produzindo uma atuação conjunta na escola, que criava a possibilidade de uma melhor compreensão do contexto local dos alunos da EB pelo olhar crítico e direcionado pela pesquisa. Desta forma, para atingir uma meta sob um conjunto de restrições, houve a necessidade de desenvolver um

entendimento sobre as próprias metas e restrições para as quais está projetando, além de se observar melhor os recursos disponíveis para a construção de um design.

Sobre esse aprendizado, foi possível identificar um desenvolvimento em duas categorias: Habilidade para contornar as dificuldades em vez de desistir; e capacidade de reavaliar a influência do contexto do design. Desta forma, as decisões sobre o próprio design podem ser caracterizadas como um design de soluções de problemas.

Primeiro Princípio de Design: As contradições presentes em contextos educativos precisam ser vistas como oportunidades de aprendizado laterais em vez de fatores que impedem o trabalho em grupo

Ao observar como as contradições da atividade moldam todo processo (ou atividade), foi possível perceber que os conflitos surgidos naquele grupo promoveram um aprendizado com implicações importantes para a formação docente e para as relações dentro de sala de aula. Por exemplo, por causa desses ajustes, os alunos da EB se tornaram agentes ativos no processo quando foi dado voz a eles, possibilitando que os mesmos fossem autores na construção do próprio conhecimento. É interessante notar que foi exatamente neste ponto que houve uma maior necessidade oferecer suporte para se trabalhar. Assim, foi possível observar que as manifestações das contradições devem ser vistas como oportunidades de aprendizado em vez de fatores que impedem o trabalho em grupo, desde que os necessários suportes sejam dados.

Também foi possível identificar que, as contradições existentes promoveram mudanças na visão sobre o objetivo da atividade. Essa mudança ocorreu em duas etapas. Na Primeira, o objeto da atividade se expandiu do objeto-1, que era aprender a ensinar com foco no conteúdo e nas estratégias, para aprender a motivar aos alunos, ou seja, o foco se deslocou, parcialmente, para os alunos. Depois, o objeto expandiu de motivar os alunos por estratégias para promover diálogo e trabalho colaborativo (objeto-3), resignificando assim o papel de professor e de aluno no processo.

Assim, pode-se afirmar que houve uma aprendizagem lateral sobre o papel de professor e de aluno, pois novos elementos foram agregados, em vez de ampliar os antigos (conhecimento de conteúdo e instrumentação para o ensino). Como já destacado por ENGSTRÖM (2001), nós temos a tendência de pensar a aprendizagem e o desenvolvimento como processos verticais, onde os sujeitos vão para níveis mais avançados de competência. No que diz respeito aos alunos da escola, houve um aprendizado sobre a importância deles se manifestarem sobre suas demandas, medos e condições de trabalho, além de se engajarem como participantes do processo para que o processo seja mais agradável e produtivo.

Observando-se o caso específico do PIBID, acredita-se que houve uma contribuição na formação desses licenciandos, no sentido de se trabalhar no modelo da racionalidade crítica. Neste trabalho, o grupo de trabalho pode perceber que a educação é historicamente localizada, além de ser uma atividade social que afeta as escolhas de vida daqueles envolvidos no processo. Assim, houve necessidade de se dar um suporte no sentido de redirecionar os olhares para melhor observar como o propósito determina relações entre os participantes, sobre como o contexto afeta o trabalho e sobre o tipo de conhecimento que se busca construir.

Em relação às potencialidades e problemas no uso do Facebook, pode-se afirmar que o trabalho apontou algumas características e potencialidades no que diz respeito ao uso do Facebook como espaço de diálogo na construção de conhecimento.

Segundo Princípio de Design: O sentido atribuído pelos alunos ao Facebook é alterado quando usado para fins de Ensino-aprendizagem.

Foi possível perceber que os alunos atribuíram um sentido de uso do Facebook diferente do usual, quando alegam que naquele espaço eles têm uma atenção diferente do professor e dos parceiros de estudos, comparado com a sala de aula. Logo, o Facebook foi ressignificado pelos alunos como espaço de construção de conhecimento no âmbito escolar e como comunidade de aprendizagem. Entretanto, é necessário ajustar melhor a comunicação quando o ambiente é conflituoso. Por exemplo, na turma deste projeto havia muitos problemas

de relacionamento. Assim, quando foi solicitado que os alunos discutissem, e comentassem, sobre as postagens dos colegas houve preocupação entre os alunos de ocorrerem novas brigas. Portanto, até mesmo a escolha das palavras utilizadas no planejamento devem ser observadas, porque a palavra discussão não foi bem recebida. Ao contrário, limitou o engajamento dos alunos na atividade. Contudo, desde que se leve em consideração esses apontamentos e uma melhor observação do calendário escolar, pode-se considerar o Facebook como um espaço complementar das interações em sala. Consideramos que identificar uma limitação também é um dado importante que precisa ser levado em consideração caso haja interesse de replicar a atividade em outros contextos, sendo, portanto, uma contribuição ao campo.

Por fim, acreditamos que o baixo número de interações no Facebook ocorreu por conta do relacionamento complicado na turma e pela pressão do cronograma da escola exatamente no momento da intervenção.

Terceiro Princípio de Design: Necessidade de se facilitar a comunicação e torná-la clara em todas etapas, mesmo naquelas que consideramos triviais.

Saber trabalhar em grupo para criar um design de um artefato educacional é uma tarefa complicada porque envolve multivocalidade. Portanto é necessário pensar formas de facilitar a comunicação, principalmente, em grupos heterogêneos. Entretanto, é possível não separar um tempo para clarificar aos participantes sobre os papéis e objetivos, por acreditar que todos entenderam perfeitamente todo processo. Ou seja, pode-se errar exatamente pela falsa percepção de que é óbvio para todos, enquanto, na realidade, ainda há muitas dúvidas. Desta forma, acreditar que o outro pensa exatamente como eu penso é uma armadilha que pode prejudicar todo processo.

Assim, dentro do planejamento é recomendado dedicar um tempo de qualidade para discussão sobre os papéis dos participantes e tentar dar clareza sobre todo processo e objetivos de cada etapa, para que o grupo possa interagir produtivamente. Por exemplo, é necessário levar em consideração que um termo mal usado pode limitar tanto a compreensão quanto a execução de uma tarefa. Isso

ficou evidenciado em dois momentos: O primeiro ocorreu quando foi explicado que o objetivo principal entender o que eles pensavam e para isso eles precisavam produzir explicações sobre o tema proposto no filme. Como apresentado na parte de resultados, essa fala causou estranhamento nos alunos, pois ainda que pedissem mais voz em sala, quando foi dada não sabiam muito bem como usar. Talvez por isso, ficaram mais preocupados em responder o que imaginavam que o professor desejava do que o que eles realmente entenderam sobre o assunto. O segundo momento, foi visto quando, no Facebook, os alunos alegaram que não era para discutir porque o espaço não era para isso. Claramente, eles entendem a palavra discussão somente no sentido de brigas e conflitos, o que era temerável naquele contexto instável de relacionamentos. Porém, o que se desejava era exatamente ver como as discussões afetam as construções das explicações dos alunos.

Sobre isso, DILLENBOURG (1999) alegou que o objetivo de facilitar a comunicação implica no estabelecimento de interações que influenciarão os processos cognitivos de outros membros do grupo. Assim, a comunicação, enquanto ferramenta cultural, pode restringir ou auxiliar no planejamento e execução das atividades, dependendo de como é usada para definir objetivos, estimular o engajamento nas atividades e refletir criticamente sobre todo processo. Por fim, pode-se afirmar que errar no óbvio é mais sério do que errar no imprevisível.

Quarto Princípio de Design: O Facebook, enquanto ferramenta isolada, não produz conhecimento. Mas, pode criar um ambiente favorável ao engajamento.

A afirmação de que o Facebook pode criar um ambiente favorável ao engajamento, é observada no momento em que os alunos alegam que sentiam que suas ideias eram melhor percebidas pelos colegas, e professor, no Facebook porque as mesmas ficavam registradas na plataforma. Isto, permite que o aluno construa um significado diferente para o conhecimento produzido pela percepção de que sua voz e opinião são respeitadas e ouvidas.

É claro que não estamos afirmando que o Facebook, enquanto ferramenta isolada, produza conhecimento. A alegação é que o Facebook pode ser um ambiente diferente, comparado ao da sala de aula, no qual há um favorecimento ao

engajamento dos alunos pela percepção de que ali é sua voz é melhor recebida. Isso vai ao encontro da afirmação de ROGOFF (2003) de que a motivação para o aprendizado advém da participação em práticas cooperativas culturalmente valorizadas. Nessa perspectiva, o desenvolvimento é uma transformação por meio do processo de troca entre indivíduos que sofrem influência do ambiente. Assim, pode-se alegar que, pela percepção de que sua voz era melhor ouvida no Facebook, a atividade promoveu um senso de comunidade e ajudou aos alunos a ter um senso de pertencimento a seus grupos e à classe como um todo. Entretanto, é importante destacar que alguns estudantes ainda sentiram que havia uma falta de senso de comunidade e pertencimento, o que gostaríamos de ter corrigido, caso houvesse tempo para novos ciclos. Porém, a observação deste princípio pode auxiliar tanto em novos ciclos quanto em outros contextos.

De acordo com pesquisas anteriores, um forte senso de comunidade é importante porque ajuda a estabelecer, e fortalecer, uma interdependência positiva entre os membros do grupo (KIRSCHNER, 2002; WANG, 2009). Estes apontamentos sugerem a necessidade de se depurar a estratégia de promover um maior senso de pertencimento de grupo para promover maior engajamento, uma vez que, como já discutido, o engajamento estudantil é visto como um fator que facilita o aprendizado, melhora o desempenho acadêmico e cria maior de longo prazo na ciência (FRIEDMAN e GINSBURG, 2013; MALTESE e TAI, 2010; OSBORNE e DILLON, 2008).

Neste sentido, o professor, e demais colaboradores, devem dar especial atenção ao fato de que suas ações terão grande influência sobre os demais participantes em termos de ambiente para o engajamento. Sobre isso, PIMENTEL e MCNEILL (2013) alegaram que o engajamento de estudantes na produção de explicações científicas pode ser prejudicado por falas inibidoras do professor. Assim, os autores sugerem que em vez do professor solicitar que seus alunos provem seu ponto de vista, ele poderia sugerir que os estudantes reformulem suas respostas de forma a dar mais clareza e sentido ao que estão alegando. Do mesmo modo, para que os estudantes possam se posicionar, sentindo-se acolhidos a julgarem distintos enunciados, o professor necessita oferecer oportunidade para que isso ocorra. Nesse caso, lançar de volta um questionamento dos estudantes ajuda

no favorecimento de interações e participação ativa no processo de construção de ideias.

Neste processo colaborativo de construção de conhecimento mediado pelo Facebook, pode-se dizer que o papel da equipe de trabalho foi duplo. Em alguns momentos o papel de um facilitador se torna mais evidente quando se contribui com conhecimento especializado, centrando a discussão nos pontos críticos, fazendo perguntas, dando respostas às contribuições dos participantes, procurando dar coerência à discussão ou sintetizando os pontos principais. Em outros momentos é o papel técnico que se destaca, quando ele precisa de habilidades suficientes para dominar as ferramentas tecnológicas (conhecer os recursos do Facebook, por exemplo), o que não exclui o pedido de auxílio de terceiros (inclusive alunos da escola básica), e encaminhar solução dos problemas apresentados pelos estudantes. Em ambas situações, os problemas devem ser encarados como oportunidades para desmistificar o papel do professor como detentor de pleno conhecimento. Desta forma, o problema pode ser visto como uma oportunidade para um trabalho ainda mais colaborativo com os alunos e um caminho de autonomia de aprendizado para os alunos (ONRUBIA et al, 2010).

Entretanto, isso envolve um esforço extra no trabalho docente, pois é necessário estruturar antecipadamente o processo de colaboração. Assim, é necessário um olhar cuidadoso para a formação de professores, no sentido de fomentar uma formação mais voltada para processos interativos em sala de aula e para o auxílio que as TDIC podem oferecer neste contexto interativo, em vez de focar apenas no conteúdo (ainda que este seja importante).

Quinto Princípio de Design: É necessário escolher que tipo de observação vai ser feito em relação às interações no Facebook.

Como já destacado, consideramos que ocorreu um baixo número de interações no Facebook, e que isso se deu por conta do relacionamento complicado na turma e pela pressão exercida pelo cronograma da escola exatamente no momento da intervenção. Entretanto, pode-se afirmar que, ainda que tenham ocorrido menos interações do que as desejadas, é possível fazer observações

importantes sobre todo o processo, que impactarão futuras replicações deste design de pesquisa, dentre as quais, destaca-se a necessidade de primeiro escolher o tipo de interações que serão observadas.

Como já discutido, existem dois principais tipos de pesquisa sobre a interação entre alunos em ambientes virtuais. Um tipo foca nas características das mensagens, enquanto outro foca nas contribuições que os estudantes realizam quando conversam ou discutem em fóruns de caráter colaborativo. Por exemplo, quando o foco é nas características das mensagens, HENRI (1992) sugere usar cinco dimensões como critérios de análise de conteúdo nas interações em ambientes virtuais, os quais são: dimensão participativa (número de intervenções); dimensão interativa (referências mútuas); dimensão cognitiva (nível e tipo de processamento da informação); dimensão metacognitiva (habilidades para refletir sobre o próprio ato ou conhecimento) e dimensão social (contribuições não diretamente relacionadas com a tarefa).

Por outro lado, GUNAWARDENA et al (1997) propuseram um modelo com foco nas interações sociais, onde os processos de construção colaborativa, mediada pelas TDIC, observam os compartilhamentos de informações, a coerência das afirmações, os tipos de negociação e suporte das ideias e a aplicação do conceito. Neste trabalho, criamos categorias para observação das explicações dos alunos (vide tabela III.3.1).

Apoiado em outras pesquisas (ENYEDY E HOADLEY, 2006; BARNETT et al., 2002), recomenda-se que, se o objetivo é avaliar as potencialidades da aprendizagem de Ciências por meio de um movimento iterativo de reflexão e de interação, o foco das observações deve debruçar-se na perspectiva de que, para aprender, os alunos devem participar de um processo dialético entre a interação com outros ou externalização (diálogo) e a reflexão ou internalização dos conceitos (monólogo).

Sexto Princípio de Design: O uso de outros recursos das TDIC são importantes suportes para fomentar a discussão no Facebook.

Também merece destaque o fato de que, neste trabalho, foi usado mais de um recurso de TDIC (Filme, Facebook, Internet, etc) como suporte para promover aos alunos do Ensino Médio, uma melhor compreensão qualitativa da Relatividade do Tempo. Acredita-se que a visualização dos fenômenos pode ser usada para resolver alguns complicadores para o aprendizado de temas complexos, como os da Relatividade, porque é um excelente meio de fomentar a discussão de aspectos importantes das teorias de Einstein sem a necessidade de formalismo matemático. Além disso, pode fornecer uma visualização de um fenômeno complexo. Também não pode ser desconsiderado o potencial de divulgação científica e de entretenimento de filmes, desde que bem trabalhados pelo professor. Entretanto, no caso dos filmes é necessário um bom gerenciamento quanto à escolha e o tempo. Por exemplo, os filmes às vezes podem ser muito longos. Mesmo um curta-metragem pode levar de dois a três dias para a sala de aula. Além disso, pode ser difícil se diferentes classes tiverem que iniciar e parar em locais diferentes de um filme. Outro problema pode ser identificado quando a parte educacional do filme está numa pequena porção do filme. Também pode acontecer que apenas algumas partes do filme sejam apropriadas para a sala de aula. Enfim, esses fatores devem ser levados em consideração no design de atividades educacionais.

Sétimo Princípio de Design: Mesmo em condições precárias há potencial para desenvolver habilidades e competências de se comunicar sobre questões científicas.

A análise sobre as possíveis mudanças nas explicações dos alunos sobre o tema Tempo nos permite dizer que o Facebook foi mais útil para desenvolver habilidades e competências de se comunicar sobre questões científicas do que expressá-las em termos matemáticos. Desta forma, cabe ao professor identificar quais competências em Física que ele deseja trabalhar, levando em consideração as condições específicas nas quais desenvolve seu trabalho, em função do perfil de

sua escola e do projeto pedagógico em andamento.

É possível alegar que, mesmo em contextos complicados, é possível trabalhar temas complexos, como o da Relatividade de Einstein, desde que os alunos se sintam parte do processo pelas interações positivas. Por exemplo, ao avaliar sob as lentes teóricas de WERTSCH (1998), verificou-se que a postagem final no Facebook de um grupo (G-1) mudou de apenas funcional-referencial para funcional-dialógica porque ele usou um exemplo dado pelo professor em sala de aula em outro contexto (um percurso de moto, leva menos tempo que o mesmo percurso de bicicleta). Portanto, o grupo tentou mostrar domínio da ferramenta (explicação dada pelo professor) endereçando a resposta a ele. Desta forma, a resposta construída pelo grupo não estava relacionada ao conteúdo ou à coerência da explicação diante dos fatos, mas por causa das influências advindas da interação com outro sujeito fazendo uso da linguagem como ferramenta, como é destacado por WERTSCH (1999, 2008)

Outro destaque trazido pelas lentes de WERTSCH (2008), é que se pode identificar dimensões de poder nas explicações, pela atribuição de autoridade dada às mídias. Isso é perceptível na fala do aluno A-1 quando este comenta que o tempo pode passar diferente porque o filme mostrou isso. Por outro lado, também foi atribuída autoridade ao professor quando se utilizou exemplos trazidos por ele para sala de aula.

Em relação ao destaque de autoridade de fala atribuída à mídia (filme) exemplifica os novos desafios encontrados na profissão docente. Na atualidade, o professor concorre com outras fontes e vozes dentro de sala e que, em muitos momentos, essas vozes podem ter mais peso do que a voz do professor. Entretanto, quando tratadas de forma integrada pelo professor, em vez de concorrente, essas vozes externas podem se tornar aliadas, reforçando o papel de professor como facilitador de processos e criador de ambientes de aprendizado.

Os achados baseados na estrutura elaborada por LEMKE(1990) apontam que, ainda que os alunos tenham compreendido uma parte importante do conceito da relatividade do tempo, a compreensão não foi na sua plenitude, o que já era esperado devido à complexidade do tema. Os alunos também não construíram enunciados na forma de proposições que sejam mais universais, além de terem

usado qualidades essencialmente humanas para descrever entidades e processos naturais. Esses apontamentos são importantes para que o professor tenha uma ideia clara sobre a profundidade do aprendizado do conceito. Assim, podemos sugerir que houve um domínio de ferramenta em vez de apropriação da ferramenta (conceito).

Entretanto, houve uma apropriação de ferramenta no sentido do tipo de estrutura das explicações científicas. Por exemplo, nas análises feitas a partir da proposta de análise de MACNEIL (2006), identificamos que ambos os grupos desenvolveram explicações que se aproximaram de um padrão característico de uma resposta dada pela ciência, porque tentaram fornecer uma alegação suportada por provas, ou evidências, que tinham uma explicação racional para fornecer uma conclusão. Ou seja, pode-se dizer que ocorreu um aprendizado sobre as formas de comunicação da ciência e merece um destaque dada a condição sociocultural dos alunos. Isso é corroborado pela análise proposta por BRAATEN (2011) que apontou que os alunos tentaram fornecer uma alegação suportada por provas, ou evidências, que tinham uma explicação racional para fornecer uma conclusão. Além disso, eles também apresentaram padrões de causalção e justificação em suas explicações sobre o fenômeno, o que é esperado em respostas na escrita científica. Apesar de alguns erros conceituais, é possível identificar que este grupo se desenvolveu em termos de criar explicações mais elaboradas usando recursos da fala própria da ciência.

Desta forma, acredita-se que, mesmo em contextos considerados inadequados, é factível o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias aos alunos, como as de comunicar-se usando recursos da ciência, para o melhor preparo para o exercício da cidadania, promovendo o aprendizado não somente de um só tipo de linguagem da Física (como a matemática, por exemplo) como meio para produzir, expressar e comunicar suas ideias, interpretar e usufruir das produções culturais, em variados contextos, atendendo a diferentes intenções e situações de comunicação.

Implicações para futuras pesquisas

Do ponto de vista do pesquisador, este estudo, como em todos os estudos de PBD, possui limitações que inspiram recomendações para estudos futuros. Por exemplo, pode-se observar que o estudo foi baseado nas histórias de oito licenciandos, um professor da escola básica e alunos de um contexto bem específico. Porém, as vozes ouvidas não dão conta de representar todas opiniões, pois nem todos alunos da escola básica interagiram como esperado. No entanto, como a participação foi voluntária, era esperado que nem todos se envolvessem da mesma forma. Desta forma, poderia ser levado em consideração em futuras pesquisas, que os pais (ou a comunidade escolar como um todo) sejam também ouvidos.

Também seria interessante ter alunos da escola básica desde o início como participantes do planejamento de todas atividades (inclusive das aulas), para que o trabalho fosse enriquecido.

.Para recomendações finais, sugere-se que sejam feitas novas análises em outros contextos, e disciplinas, para aprofundar os conhecimentos apontados no presente estudo. O presente trabalho é um recorte de um processo cíclico e complexo que tem continuidade sobre o uso do Facebook para promover um aprendizado de tópicos de Física que sejam adequados para discussão e debates. Sendo assim, por um lado, a análise realizada contribui com a pesquisa e o desenvolvimento de intervenções mediadas pelas TDIC em contextos semelhantes, constituindo uma oportunidade de construir conhecimentos sobre a produção de um modelo baseado no trabalho interdisciplinar, apontando os fatores que influenciaram as decisões tomadas na equipe. Por outro lado, o acompanhamento de novas experiências, dará seguimento ao aprimoramento do processo de pesquisa aqui apresentado, favorecendo o planejamento e a análise de similares intervenções futuras.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R.A.S. “Cabeças digitais”: um motivo para revisões na prática docente. In: NICOLACI-DA-COSTA, Ana Maria. **Cabeças Digitais – O cotidiano na era da informação**. Editora PUC Rio e Edições Loyola, Rio de Janeiro e São Paulo, 2006.
- ABDEL-KHALICK, F. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, 2012.
- AGUIRRE, J.M. & HAGGERTY, S.M. Preservice teachers meanings of learning. **International Journal of Science Education**, 17(1): 119-131. 1995
- AGUIRRE, J.M., HAGGERTY, S.M. & LINDER, C.J. Student-teachers conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. **International Journal of Science Education**, 12(4): 381-390. 1990
- ALBION, P. R. Self-efficacy beliefs as an indicator of teachers' preparedness for teaching with technology. Retrieved. v. 25, Jul. 1999. Disponível em: <<http://www.usq.edu.au/users/albion/papers/site99/1345.html>>. Acesso em: 7 jul. 2017.
- ALBION, P. R. Some factors in the development of self-efficacy beliefs for computer use among teachers education students. **Journal of Technology and Teacher Education**. v. 9, n. 3, p. 321-347, 2001.
- ALBION, P. R. Interactive multimedia PBL: design, development and evaluation. Enhancing pre-service teachers' self-efficacy about teaching with computers. **VDM**: Germany, 2009.
- ALVES, J. P. F. **Atividades experimentais: do métodos à prática construtivista**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) 312f. UFSC. Florianópolis. 2000
- AMARAL, M. T. D. Sobre tempo: considerações intempestivas. In: DOCTORS, M. **Tempo dos Tempos**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Jorge ZAHAR Editor, v. 1, 2003. p. 15-33.
- AMORIM, M. **O Pesquisador e Seu Outro - Bakhtin nas Ciências Humanas**. Editora Musa. SP. 2004
- ARAÚJO, I. S. VEIT, E. A. MOREIRA, MARCO A. “Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 26 No. 02, 2004, p. 179-184.
- ARAÚJO, I. S, VEIT, E. A. “Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 04, No. 03, 2004.
- AVALOS, B. Approaches to teacher education: initial teacher training. London: **Commonwealth Secretariat**, 1991.
- AZZI, G.R. POLYDORO, S. A. BZUNECK, J. A. Considerações sobre a autoeficácia docente. In: AZZI, G.R. POLYDORO, S. A (Org.) **A autoeficácia em diferentes contextos**. Campinas SP. Alinea. 2006. P. 149-159
- BACHELARD, G. A. **A formação do Espírito Científico**. Tradução E.S. Abreu. Rio de Janeiro. 1996
- BAKHTIN, M. M. **The dialogic imagination: four essays**. Austin: University of Texas Press, 1981.
- BANDURA, A. **Self-Efficacy: toward a unifying theory of behavioral change**. *Psychological Review*, v.84. p. 191-215. 1977
- _____. **Self-efficacy: The exercise of control**. New York. W. H. Freeman and Company, 1997

- _____. **Social Foundations of thought and action.** A Social cognitive theory. New Jersey. Englewood Cliffs, 1986.
- BAIRRAL, M. A. **A educação matemática em ambientes virtuais.** Salvador - BA: [s.n.], 2010.
- BARAB, S.; SQUIRE, K. Design-based research: putting a stake in the ground. **The Journal of the Learning Science**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2004.
- BARCELOS, M. E. **Conhecimento Físico e currículo: problematizando a licenciatura em Física;** TESE (Doutorado em Ensino de Ciências-modalidade física). Instituto de Física/Faculdade de Educação. USP. 2013
- BARNETT, M.; KEATING, T.; HARWOOD, W.; SAAM, J. Using emerging technologies to help bridge the gap between university theory and classroom practice: challenges and successes. **School Science and Mathematics**, v. 102, n. 6, p. 299-312, 2002
- BARROQUEIRO, C. H. **O Uso das TICs na formação de Professores de Física e Matemática do IFSP.** Tese de Doutorado. Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, 2012.
- BELL, P. **On the theoretical breadth of design-based research in education.**2 *Educational Psychologist*, v. 39, n. 4, p. 243-253, 2004.
- BERLAND, L. K., & HAMMER, D. Framing for scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, 49(1), 68-94. 2012
- BERVIAN, P. V. SANTOS, E. G. ARAUJO, M. C. P. O PIBID como terceiro espaço: elementos para formação de professores de ciências na profissão. **Interfaces da Educação**, Paranaíba, v.10, n.28, p.423 à 444, 2019
- BHABHA, H. (1994). **The location of culture.** London: Routledge. 19994
- BILLIG, M., CONDOR, S., EDWARDS, D., GANE, M., MIDDLETON, D. AND RADLEY, A. **Ideological Dilemmas: A Social Psychology of Everyday Thinking**, Sage, London. 1988
- BISQUERRA, R, Educación emocional y competencias básicas para la vida. **Revista de Investigación Educativa (RIE)**, 21, pp.7-43. 2003
- BLADES, D. Habilidades básicas para o próximo século: desenvolvendo a razão, a revolta e a responsabilidade dos estudantes. In: SILVA, LH.(Org.).**Século XXI- Qual o conhecimento? Qual currículo?**. Petrópolis: Vozes, 1999.p.33-61.
- BLONDER, R. SHELLEY, R. I like Facebook: Exploring Israeli high school chemistry teachers' TPACK and self-efficacy beliefs. **Educ Inform Technol** 1-28. 2015
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BORGES, Oto. Formação inicial de professores de Física: formar mais! formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.2 ,p. 135 – 142, 2006.
- BOWER, M; Highfield, K; Furney, P; Mowbray, L. Supporting pre-service teachers' technology-enabled learning design thinking through whole of programme transformation. **Educational Media International** Vol.50(1), p p.39-50. 2013
- BRAATEN, M., & WINDSCHITL, M. Working toward a strong conceptualization of scientific explanation for science education. **Science Education**, 65, 639–669. 2011
- BRAIBANTE, M. E. F.; WOLMANN, E. M. A. Influência do PIBID na Formação dos Acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 167-172, nov. 2012.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. O. Breve História da Ciência Moderna. Rio de Janeiro: Zahar, v. I, 2010. 136 p.

BRASIL, **Resolução do Conselho Nacional de Educação nº. 001/2002**, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

_____. **Resolução do Conselho Nacional de Educação nº 09/2002**, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física.

_____. **Parecer do Conselho Nacional de Educação nº 09/2001**, de 08 de maio de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

(idem)

_____. **Parecer do Conselho Nacional de Educação nº 1.304/2001**, de 06 de novembro de 2001. Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física.

(idem)

_____. **Parecer do Conselho Nacional de Educação nº2/2015**, de 02 de julho de 2015. Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física. (idem)

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (Terceira Versão)**. Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 2020-03-27.

BRITO, Glaucia da Silva. **Inclusão digital do profissional professor; entendendo o conceito de tecnologia**. In 30º Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais, 2006, Caxambu.

BRITO, G. S. PURIFICAÇÃO, I. **Educação e Novas Tecnologias: Um repensar**. Editora IBPEX, Curitiba, 2ª Edição, 2008.

BRONCKART, J-P. Teorias da ação, da fala, da linguagem natural e do discurso. In: WERTSCH, J. V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998. P. 72-85

BRUCE, C. **Emotional literacy in the early years**. London. SAGE. 2010

BUENO, Natalia de Lima. **O desafio da formação do educador para o ensino fundamental no contexto da educação tecnológica**. Dissertação de Mestrado. PPGTE – CEFET – PR, Curitiba, 1999.

BURKE, K. **A grammar of motives**. Berkeley. University of California Press. 1969

CAMARGO, S. **Ensino de Física: marcas da apropriação do discurso do professor de Prática de Ensino através da análise de relatos de licenciandos sobre o estágio supervisionado**. 2003. 207f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2003.

CARDELLE-ELAWAR, M. & NEVIN, A. The role of motivation in strengthening teacher identify: Emerging themes. **Action in teacher Education**. 25, 48-58. 2003

CARR, W. KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. London: The Falmer Press, 1986.

CARTER, L. Sociocultural influences on science education: Innovation for contemporary times. **Science Education**, 92(1), 165–181. 2008

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, p. 3-19, 1996.

- CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos**. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2006.
- CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede - A era da informação: economia, sociedade e cultura**. Editora São Paulo, Paz e Terra, 1999.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí. 2000.
- CHAI, C-S. KOH, J. H-L & TSAI, C.C. A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. **Educational Technology & Society**, 16 (2), P. 31–51. 2013.
- CHEN, Y - H. ; JANG, S - J. ; Chen, P - J.. Using Wikis and Collaborative Learning for Science Teachers' Professional Development. **Journal of Computer Assisted Learning** Vol.31, p.330-344. 2015.
- CHIAPETTA, E. L., A Review of Piagetian Studies Relevant to Science Instruction at the Secondary and College Level, **Science Education** 60 (2), 1976.
- CHITTLEBOROUGH, G. Learning How to Teach Chemistry with Technology: Pre-Service Teachers' Experiences with Integrating Technology into Their Learning and Teaching. **Journal of Science Teacher Education** Vol.25(4), pp.373-393. 2014
- COBB, P. et al. Design experiments in educational research. **Educational Researcher**. v. 32, n. 1, 2003
- COLE, M. **Psicologia Cultural**. Madrid. Morata. 1999
- COLE, M.; WERTSCH, J. V. **Beyond the individual-social antimony in discussions of Piaget and Vygotsky**. Human Development, v. 39, n. 3, p. 250-256, 1996.
- COLLINS, A.; JOSEPH, D.; BIELACZYK, K. Design research: Theoretical and methodological issues. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 1, p. 15-42, 2004.
- COLL, M. MONEREO, C. (Org.). **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação**. Porto Alegre: Armed. 2010
- COLL, M. BUSTOS, A. ENGEL, A. **As comunidades virtuais de aprendizagem**. In: COLL, M. MONEREO, C. (Org.). **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação**. Porto Alegre: Armed. 2010. P. 268-289
- COSTA, F. V.; FERREIRA, M. F. BENEVIDES, V. M. & HOSOUME, Y. O uso do livro didático no desenvolvimento da disciplina Física no ensino médio. **Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Rio de Janeiro-RJ, 2007
- COX, S., & GRAHAM, C. R. Diagramming TPCK in Practice: Using a and elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. **TechTrends**, 53, 60-69. 2009
- DALBEN et all (Orgs.). **Convergências e tensões no campo de formação docente: didática, formação de professores e trabalho docente**. Coleção Didática e prática de ensino. Belo Horizonte. Editora Autêntica. 2010
- DANIELWICZ, J. **Teaching selves: Identity, pedagogy and teacher education**. Albany, State of New York University Press. 1997
- DAVYDOV, V. V. **Problems of developmental instruction: A theoretical and experimental psychological study**. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers. 2008
- DAVIS, H. A. HARTSHORNE, R. HAYES, S. RING, G. Developing an innovative identity: preservice teachers' beliefs about technology an innovation. Paper

presented at the **Annual Conference of the American Psychological Association**, Toronto, Canada. 2003

DAVIES, P. **The Physics of time asymmetry**. University of California Press. 1974

D'ANDRADE, R., "A folk model of the mind" in **Cultural Models and Language and Thought**, D. HOLLAND and N. QUINN (Editors). Cambridge University Press. New York. 1987

DBRC (Design-Based Research Collective). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003.

DEDE, C. J. If design-based research is the answer, what is the question? A commentary on Collins, Joseph, and Bielaczyc; DiSessa and Cobb; and Fishman, Marx, Blumenthal, Krajcik, and Soloway in the JLS special issue on design-based research. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 1, p. 105-114, 2004.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 17., 2007, São Luis. Anais... São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007.

DINIZ-FERREIRA, J. E. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **Revista de Educação e Sociedade**, Naviraí, v.01, n.01, p. 34-42. 2014

DISESSA, A. A.; COBB, P. Ontological innovations and the role of theory in design experiments. **The Journal of the Learning Science**, v. 13, n. 1, p. 77-103, 2004.

DUSCHL, R.A. & WRIGHT, E. A case study of high school teacher's decision making models for planning and teaching science, **Journal of Research in Science Teaching**, 26 (6): 467-501. 1989

EDELSON, D. C. Design research: what we learn when we engage in design. **The Journal of the Learning Science**, v. 11, n. 1, p. 105-121, 2002.

EINSTEIN, A. & INFELD, L. **Evolução da Física**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1962.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

EL-HANI, C. N., & MORTIMER, E. F. Multicultural education, pragmatism, and the goal of science teaching. **Cultural Studies of Science Education**, 2, 665–702. 2007

EL-HANI, C. N., & SEPULVEDA, C. The relation between science and religion in relation to protestant biology preservice teachers in a Brazilian university. **Cultural Studies of Science Education**, 5, 103–125. 2010

ENGESTRÖM, Y. Innovative learning in work teams: Analyzing cycles of knowledge creation in practice. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R.-J. **Perspectives on activity theory**. New York: Cambridge University Press, 1999.

ENGESTRÖM, Y. & SANNINO, A. Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, 5, 1-24. 2010

ENGESTRÖM, Y. & SANNINO, A. Discursive manifestations of contradictions in organizational change efforts: A methodological framework. **Journal of Organizational Change Management**, 24(3), 368-387. 2011

ENGESTRÖM, Y. Aprendizagem expansiva: por uma conceituação pela teoria da atividade. In: ILLERIS, KNUD (Org.) **Teorias Contemporâneas da Aprendizagem**. Editora Penso. P.68-90. 2012

ENTWISTLE, N. Contribution of psychology to learning and teaching. In: N. ENTWISTLE (Ed.), **New Directions in Educational Psychology: Learning and Teaching**. London: The Falmer Press. 1985

- ENYEDY, N.; HOADLEY, C.M. From dialogue to monologue and back: middle spaces in computer-mediated learning. **Computer-supported collaborative learning**, v. 1, p. 413-439, 2006.
- ERTMER, P. A. Teacher pedagogical beliefs: The Final frontier in our quest for technology integration? **Educational Technology Research and Development**, v. 53, n. 4, p. 25–39, 2005.
- EXTREMA, N. FERNÁNDEZ-BERROCAL, P. La inteligencia emocional: Métodos de evaluación en el aula. **Revista Iberoamericana de Educación**, 30, pp. 1-12. 2003
- FACEBOOK. Newsroom 2017. 27 de julho de 2017. (Disponível em: <https://br.newsroom.fb.com/news/2017/06/agora-somos-2-bilhoes-de-pessoas-obrigado-por-estar-em-nossa-comunidade/>. Visitado em 10 de outubro de 2017)
- FAGUNDES, M. B.; PAPALARDO, S.P.T.; ZANOTELLO, M. Percepção e representação do espaço: possíveis abordagens no Ensino de Física. In: **Anais VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)**. Atas..., Rio de Janeiro: Abrapec, 2011.
- FELÍCIO, H. M. S. O PIBID como “terceiro espaço” de formação inicial de Professores. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 42, p. 415-434, maio/ago. 2014.
- FERREIRA, G.; BOHADANA, E. Possibilidades e desafios do uso do facebook na educação: três eixos temáticos. In: PORTO, C.; SANTOS, E.; (ORGS.) **Facebook e Educação: publicar, curtir, compartilhar**. Campina Grande - PB: eduepb, 2014. p. 251-274.
- FERRAZ, A. T. & SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.22, pp.42-60. 2017
- FORATO, T. C. D. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. D. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, p. 27-59, 2011.
- FORKOSH-BARUCH, A., & Hershkovitz, A. A case study of Israeli higher-education institutes sharing scholarly information with the community via social networks. **The Internet and Higher Education**, 15, 58–68. 2012
- FOX, D. **Personal Theories of Learning**. Studies in Higher Education, 8(2): 151-163. 1983
- FRANCO, L. G. MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-170, jan./abr. 2018
- FRIEDMAN, A. J., & GINSBURG, A. **Monitoring what matters about context and instruction in science education: A NAEP data analysis report**. 2013
- FUMIAN, A. M.; RODRIGUES, D. C. G. A. O facebook enquanto plataforma de ensino. **Revista Brasileira De Ensino De Ciência e Tecnologia**, Curitiba - PR, v. 6, n. 2, p. 173-182, maio-agosto 2013. ISSN 1982-837X.
- GARCÍA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora (Coleção Ciências da Educação – século XXI), 1999.
- GARCÍA, C. M. **Aprender a enseñar: un estudio sobre el proceso de socialización de profesores principiantes**. Madrid. Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia : C.I.D.E., 1991.
- GARDNER, H. **Frames of mind**. New York. Basic Books. 1983
- GASPAR, A. Cinquenta anos de Ensino de Física. Educação: **Revista de Estudos da Educação**, ano 13 n.21. P. 71-91. Maceió. 2004

- GATTI, B.; ANDRÉ, M. E. D. A.; GIMENES, N. A. S.; FERRAGUT, L. **Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)**. São Paulo, Fundação Carlos Chagas, v. 41, 2014.
- GONDIM, S. M. G.; MORAIS, F. A. de; BRANTES, C. A. A. Competências socioemocionais: fator-chave no desenvolvimento de competências para o trabalho. **Rev. Psicol.**, Organ. Trab., Florianópolis, v. 14, n. 4, p. 394-406. 2014.
- GOUVÊA, G. Currículo, Livro Didático e Ensino de Física. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF**, Curitiba-PR, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0074-1.pdf> Acesso: 07/10/2017
- GOYA, A. BZUNECK, J.A. GUIMARAES, S.E.R. Crenças de Eficácia de professores e motivações para professores aprender Física. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)**. V.12. n.2, p.51-67. 2008
- GUERRA, A. BRAGA, M.A.B. REIS, J. C. **Uma Breve História da Ciência Moderna: convergência de saberes**. Editora Moderna. Vol. 1. 2011
- _____. **Galileu e o nascimento da ciência moderna**. 9. ed. São Paulo: Atual Editora, v. 01. 48p. 2012
- _____. **Newton e o triunfo do mecanicismo**. 7. ed. São Paulo: Atual Editora, v. 01. 48p. 2012
- _____. **Einstein e O Universo relativístico**. 5. ed. São Paulo: Atual Editora, v. 1. 58p. 2012
- GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Abordagem Cultural da Física: discussão sobre o uso de linguagens diferenciadas no Ensino de Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1686-1690, 2013.
- GUNAWARDENA, C. N. LOWE, C. A. ANDERSON, T. Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. **Journal of Educational Computing Research**. 1997. P. 397-431
- GUSTAFSON, B.F. & ROWELL, P.M. Elementary preservice teachers; constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. **International Journal of Science Education**, 17(5): 589-605. 1995
- GUTIERREZ, K., BAQUEDANO-LOPEZ, P., ALVAREZ, H., & CHIU, M. (1999). Building a culture of collaboration through hybrid language practices. **Theory Into Practice**, 38(2): 87-93. 1999
- GUTIERREZ, K. (2008). Developing a Sociocritical Literacy in the Third Space. **Reading Research Quarterly**, 43(2): 148-164.
- HABERMAS, J. **Teoria do Agir Comunicativo 1: Racionalidade da ação e racionalização social**. Tradução: Paulo Astor Soethe. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.
- HAMBURGER, E., MOSCATI, G., **Mecânica 1**, FENAME, Rio de Janeiro, 1974.
- HANNAFIN, M. J.; LAND, S. The foundations and assumptions of technology enhanced, student-centered learning environments. **Instructional Science**, n. 25, p. 167-202, 1997.
- HATANO, G.; INAGAKI, K. Sharing cognition through collective comprehension activity. In: RESNICK, L. B.; LEVINE, J. M.; TEASLEY, S. D. (Org.). **Perspectives on socially shared cognition**. Washington: American Psychological Association, 1991. p. 331-348.

- HAWKING, S.; MLODINOW, L. **Uma nova história do tempo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.
- HENRI, F. Computer conferencing and content analysis. In: A. R. Kaye (Ed.), **Collaborative Learning Through Computer Conferencing**. London: Springer-Verlag. 1992. (p. 117-136)
- HERBER, J.; HAUSCHILD, C. A.; MAGEDANZ, A.; ZANATTA, F.; VOLKMER, M. S. Impactos na formação docente: percepções de um grupo de coordenadoras de área do PIBID. **Caderno Pedagógico**, v. 14, p. 116, 2017.
- HEW, K. F. (2011). Students' and teachers' use of facebook. **Computers in Human Behavior**, 27(2), 662–676.
- HOLTON, G, RUTHERFORD, F. J., FLETCHER, G. W., **Projecto Física, unidade 4**, Fundação Calouste Gulbenkian, 1985, Lisboa.
- HUIBREGTSE, I. KORTHAGEN, R. & WUBBELS, T. Physics teachers conceptions of learning, teaching and professional development, **International Journal of Science Education**, 16(5): 539-561. 1994
- HUBERMAN, M. **O Ciclo de vida profissional dos professores**. In: NÓVOA, A. (org.). *Vidas de professores*. 2. ed. Portugal: Porto Editora, p. 31-61, 1992.
- JUNCO, R. (2012). Too much face and not enough books: The relationship between multiple indices of facebook use and academic performance. **Computers in Human Behavior**, 28, 187–198.
- JONASSEN, D. H. **Instructional design models for well-structures and ill-structures problem-solving learning outcomes**. *ETR&D*, v. 45, n. 1, p. 65-94, 1997.
- _____. **Toward a design theory of problem solving**. *ETR&D*, v. 45, n. 4, p. 63-85, 2000.
- JOHNSON, J. McKEOWN, E. MCEWN, A. Choosing primary teaching as a career: the perspectives of males and females in training. **Journal of Education for teaching**, 25, 55-64. 1999
- JONES, E. B. YOUNG, R. RODRIGUEZ, J.L. Identity and career choice among mexican american and Euro-american preservice bilingual teachers. **Hispanic Journal of Behavioral Sciences**, 21, 431-446. 1999
- JUNCO R (2012) Too much face and not enough books: the relationship between multiple indices of Facebook use and academic performance. **Comput Hum Behav** 28:187–198. 2012
- KABAKCI YURDAKUL, I. COKLAR, A. N. Modeling preservice teachers' TPACK competencies based on ICT usage. **Journal of Computer Assisted Learning** Vol.30(4), pp.363-376. 2014.
- KELLY, A. E. Theme issue: the role of design in educational research. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 3-4, 2003.
- _____. Design research in education: yes, but is it methodological? **The Journal of the Learning Science**, v. 13, n. 1, p. 115-128, 2004.
- KIRSCHNER, P. A., & KARPINSKI, A. C. Facebook and academic performance. **Computers in Human Behavior** (P.1237–1245). 2010
- KOEHLER, M.J.; MISHRA, P. What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. **J. Educ. Comput. Re** 2005s, 32, 131 v–152. 2005

- KOEHLER, M.J. MISHRA,P.& YAHYA,K.. Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. **Computers & Education**, 49(3), 740-762. 2007
- KOH, J. CHAI, C. TSAI, C C. Examining practicing teachers' - perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modeling approach. **Instructional Science** Vol.41 pp.793-809. 2013
- KOICHI B, LACHMY R. Stretching the boundaries of the classroom: social networks as a means for facilitating collaborative problem solving in mathematics. In: **Social networks and learning: interdisciplinary aspects research workshop**. Jerusalem, Israel. 2014
- KORTHAGEN, F. A. J. In search of the essence of a good teacher. Towards a more holistic approach in teacher education. **Teaching and Teacher Education**, 20, 77-97. 2004
- KOSTOGRIZ, A. (2006). **Putting "Space" on the Agenda of Sociocultural Research**. *Agenda*, 13(3): 176-190. 2006
- KOULAUDIS, V. & OGBORN, J. Science teachers philosophical assumptions: how well do we understand them? **International Journal of Science Education**, 17(3): 273-283. 1995
- KRESS, G. Critical Discourse Analysis. In:W. G. (org.). **Annual Review of Applied Linguistics** 11. p. 84-99, 1990.
- KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2006.
- KURTZ, G. Assimilation of ICT in Israel: Challenges and implementation. In D. Chen & G. Kurtz (Eds.), **ICT, learning and teaching** (pp. 11–32). 2011
- LABONE, E. Teacher Efficacy: maturing the construct through research in alternative paradigms. **Teaching and Teacher Education**, 20, 341-359. 2004
- LADSON-BILLINGS, G. **Crossing over to Canaan: The journey of the new teachers in diverse classrooms**. San Francisco: Jossey-Bass. 2001
- LAWDEN, D.F. **Elements of relativity theory**. New York: Wiley, 1985.
- LEDERMAN, N. G. (1992) - Students and teachers conceptions of the nature of science: a review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(4): 331- 359
- LEDERMAN, N. G. Nature of science: Past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of research in science education**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers, p. 831-879. 2007
- LEE, M & TSAI, C. Exploring Teachers' Perceived Self Efficacy and Technological Pedagogical Content Knowledge with Respect to Educational Use of the World Wide Web,**Instructional Science**, DOI 10.1007/s11251-008-9075-4
- LEMKE, J. L. **Talking Science: Language, Learning, and Values**. Westport: Greenwood Press , 1990.
- LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: Leitão, S., & Damianovic, M. C. (Orgs.), **Argumentação na escola: O conhecimento em construção** (pp.13-46). São Paulo: Pontes Editores. 2011
- LEONT'EV, A. N. **Activity, consciousness and personality**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1978
- LESSARD, C.; CARPENTIER, A. **Políticas educativas: a aplicação na prática**. Rio de Janeiro: Vozes, 2016

- LIMA, E. A. S. **O conhecimento psicológico e suas relações com a educação.** Em Aberto, Brasília, ano 9, n. 3, p. 3-24, out. nov. 1990.
- LIN, T-C. TSAI, C-C. CHAI, C. S. LEE, M-H. Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). **Journal of Science Education and Technology** Vol.22, p.325-336. 2013
- LINDER, C. J. **A challenge to conceptual change.** *Science Education*, 77(3), 293–300. 1993
- LOPES, A. C.; MACEDO, E. Teorias de currículo. São Paulo: Cortez. 2011.
- MACCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. The nature of science in international science education standards documents Kluwer. In: MCCOMAS, W. F. **The nature of science in science education.** Dordrecht: Kluwer, 1998. p. 41-52.
- MACEDO, E. Base Nacional Comum para currículos: direitos de aprendizagem e desenvolvimento para quem? **Educ. Soc., Campinas**, v. 36, nº. 133, p. 891-908, out.-dez., 2015
- MADGE, C., MEEK, J., WELLENS, J., & HOOLEY, T. Facebook, social integration and informal learning at university: It is more for talking to friends about work than for actually doing work. **Learning, Media and Technology**, 34, p.141-155. 2009
- MALTESE, A. V., & TAI, R. H. Eyeballs in the fridge: sources of early interest in science. **International Journal of Science Education**, 32(5), 669–685. 2010
- MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D.; BRITO, G. S. O Ensino de Física e as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: uma análise da produção recente. In: **ANAI DO SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19.** Manaus. 2011
- MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 112-131, 2007.
- MARTINS, A. F. P. **Tempo Físico: a construção de um conceito.** 1ª. ed. Natal: UFRJ, 2007. 270 p.
- MARTINS, A. F. P.; PACCA, J. L. A. Criando um instrumento de análise para avaliação de perfis conceituais relativos ao conceito de tempo. **IX EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Atas do IX Encontro de Pesquisa , Jaboticatubas (MG), 2004.
- MARTINS, A. F. P.; ZANETIC, J. **Tempo: esse velho estranho conhecido.** Ciência e Cultura, São Paulo - SP, 54, 2002. 41-44.
- MATTOS, C. R. ; GASPAS, A., A origem das propriedades gerais da matéria e a crença dos professores na validade e importância desse conteúdo: uma reflexão do papel do livro didático no ensino de ciências. In: **Atas do VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física.** São Paulo : SBF, 2002.
- MATOS, E.; FERREIRA, J. D. L. A utilização da rede social facebook no processo de ensino e aprendizagem na universidade. In: PORTO, C.; SANTOS, E.; (ORGS.) **Facebook e Educação: publicar, curtir, compartilhar.** Campina Grande - PB: eduepb, 2014. p. 387-402.
- MAZMAN, S. G., & USLU, Y. K. Modeling educational usage of facebook. **Computers & Education**, 55(2), 444–453. 2010
- MCNEILL, K. L., LIZOTTE, D. J., KRAJCIK, J., & MARX, R. W. Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. **Journal of the Learning Sciences**, 15(2), 153–191. 2006
- MCKENNEY, S. & REEVES, T. (2012). **Conducting educational design research.** London: Routledge. 2012

- McKENNEY, S. REEVES, T. C. **Conducting Educational Design Research. Second Edition.** Routledge. New York. 2019
- MCKENNEY, S.; NIEVEEN, N.; VAN DEN AKKER, J. Design research from a curriculum perspective. In: VAN DEN AKKER, J. et al (Ed.). **Educational design research.** New York and London: Routledge, 2006. p. 67-90.
- MEDEIROS, A. MEDEIROS, C. F.. “Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física”. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** Vol. 24, No. 02, jun, 2002, pp. 77-86.
- MEHAN, H. **Learning lessons.** Cambridge: Harvard University Press, 1979.
- MEISHAR-TAL, H., KURTZ, G., & PIETERSE, E. Facebook groups as LMS: A case study. **The International Review of Research in Open and Distance Learning,** 13(4), 33–48. 2012
- MENEZES, L. C. **Crise, cosmos, vida humana:Física para uma educação humanitária.**1988. 271p. Tese de Livre-Docência em Física- Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- MILICIC, N. ALCALAY, L. BERGER, C. TORRETI, A. **Aprendizaje Socioemocional.** Chile. Editora Ariel. 2014
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record,** v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.
- MIQUELIN, A. F; BEZERRA JÚNIOR, A. G; SAAVEDRA FILHO, N. C. Reflexões sobre o papel das Tecnologias de Informação e Comunicação na formação e prática profissional de professores de Física. In: **Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.** Águas de Lindóia-SP, 2010.
- MIZUKAMI, M.G.; REALI, A. M. de M.R.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, F. L.; TANCREDI, R. M.; MELLO, R. R. **Escola e aprendizagem da docência.** Processos de investigação e formação. São Carlos: Edufscar, 2002.
- MOJE, E., CIECHANOWSKI, K., KRAMER, K., ELLIS, L., CARRILLO, R., & COLLAZO, T. (2004). Working toward third space in content area literacy: An examination of everyday funds of knowledge and discourse. **Reading Research Quarterly,** 39(1), 38-70. 2004
- MORAES, J.U.P. **O Livro Didático de Física e o Ensino de Física: suas relações e origens.** SCIENTIA PLENA VOL. 7 n. 9. 2011
- MOREIRA, J. A. JANUÁRIO, S. **Redes sociais e educação reflexões acerca do Facebook enquanto espaço de aprendizagem.** IN: PORTO, C., and SANTOS, E., orgs. Facebook e educação: publicar, curtir, compartilhar [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2014, 445 p. ISBN 978-85-7879-283-1. Disponível em: SciELO Books (<<http://books.scielo.org>>). Acesso em 06.11.2017
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados.** vol.32 no.94 São Paulo. 2018
- MOREIRA, M. A. LEVANDOWSKI, C. E. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório.** Porto Alegre, Ed. da Universidade UFRGS. 1983
- MOREIRA, M. A. MASSONI, N.T. OSTERMANN, F. História e Epistemologia da Física na Licenciatura em Física: uma disciplina que busca mudar as concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** V.29. n.1. P.127-134. 2007
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education,** 3, 267–285. 1995

- MORTIMER, E. F., & SCOTT, P. H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead: Open University Press. 2003
- MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG. 2000.
- MORTIMER, E. F.; WERTSCH, J. V. The architecture and dynamics of intersubjectivity in science classrooms. **Mind, Culture and Activity**, Philadelphia, v. 10, n. 3, p. 230-244, 2003.
- MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, ago. 2016.
- MUCHERONI, M. Luiz; PALETTA, Francisco Carlos. **O desenvolvimento da Web 3.0: Linked Data e DBPedia**. Anais.. São Paulo: [s.n.], 2014.
- MWANZA, D. Where Theory meets Practice: A Case for an Activity Theory-based Methodology to guide Computer System Design. In: Proceedings of INTERACT' 2001: **Eighth IFIP TC 13 Conference on Human-Computer Interaction**, 9-13 Jul 2001, Tokyo, Japan. 2001
- NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: A pesquisa em Ensino de Física. **Investigação em ensino de ciências**. v. 10, n. 1, março, 2005.
- NARDI, Roberto; CORTELA, Beatriz S. C. Formação de professores de Física: das intenções legais ao discurso dos formadores. **XVI Simpósio nacional de ensino de Física**.2005.Disponível:<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0593-1.pdf>. (Acesso em 05 nov 2017)
- NAVARRO, L. P. **Análisis de las creencias de autoeficacia: un avance hacia el desarrollo profesional docente**. Miscelánea Comillas. V. 60. 2002. P. 591-612
- NEWTON, I. **Mathematical principles of natural philosophy**. Chicago: Britannica Great Books; 1978.
- NISS, M.L. Preparing Teachers to Teach Science and Mathematics with Technology:Developing a Technology Pedagogical Content Knowledge. **Teaching and Teacher Education**, 21, 509-523, 2005.
- NIEVEEN, N.; MCKENNEY, S.; VAN DEN AKKER, J. Educational design research: The value of variety. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Eds.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006, p. 151-158.
- NIEVEEN, N. Formative evaluation in educational design. In: PLOMP, T; NIEVEEN, N. (Eds.). **An introduction to educational design research**. Enschede, the Netherlands: SLO,2009, p. 89-101.
- NÓVOA, A. **Professores: imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009.
- _____. Pensar alunos, professores, escolas, políticas. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, Sinop, v. 2, n.2, p. 7-17, 2012.
- NOTT, M. & WELLINGTON, J. (1996) - Probing teacher s views of the nature of science: how should we do it and where should we be looking? In: G. WELFORD, J.
- NUNES, C. M. F. **Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira**. Revista Educação e Sociedade. v.22, n. 74. Campinas, SP – abr. 2001.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I., & MCGILLICUDDY, K. **Explaining science in the classroom**. Buckingham: Open University Press. 1996
- ONRUBIA, J. COLOMINA, R. ENGEL, A. Os ambientes virtuais de aprendizagem baseados no trabalho em grupo e na aprendizagem colaborativa. In: COLL, C.

- OSBORNE, J., & DILLON, J. **Science education in Europe: critical reflections**. London: The Nuffield Foundation. 2008
- MONEREO, C. **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação**. Artmed. 2010. P.208-219
- OSBORNE & P. SCOTT (Eds.). **Research in science education in Europe: current issues and themes**. London: The Falmer Press.
- OSBORNE, J. F., & PATTERSON, A. **Scientific argument and explanation: A necessary distinction?** *Science Education*, 95(4), 627-638. 2011
- OTERO, V. K. Cognitive Processes and The Learning of Physics (PART II): Mediated Action. **Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi"**, edited by M. Vicentini and E.F. Redish (IOS Press, Amsterdam). Varenna-Italy. 2003
- PAJARES, M. F. Teacher's beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, v. 62, N. 3, p. 307-332, 1992.
- PAJARES, M. F. OLAZ, F. Teoria social cognitiva e auto-eficácia: uma visão geral. In: BANDURA, A. AZZI, R. POLYDORO, S. A. J. e colaboradores. **Teoria social Cognitiva: Conceitos básicos**. Porto Alegre. p. 97-114. 2008
- PANE, D. M. (2007). **Third Space Theory: Reconceptualizing Content Literacy Learning**. S. M. Nielsen & M. S. Plakhotnik, eds. *Reading and Writing*, Vol 20:1,78-83.
- PEDRISA, C. M. Características históricas do ensino de ciências. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001
- PEMPEK, T. A., YERMOLAYEVA, Y. A., & CALVERT, S. L. College students' social networking experiences on facebook. **Journal of Applied Developmental Psychology**, 30, 227-238. 2009
- PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**. V. 18, n.1, 2012, p. 23-39.
- PEREIRA, A. P. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 518-535. 2014
- PEREIRA, E. M. A. Professor como pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente. In: Geraldi, C.; Fiorentini, D.; Pereira, E. M. A. (Orgs.). **Cartografias do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 153-182.
- PESSONI, A. **Uso da rede social Facebook como ferramenta de comunicação na área de educação em saúde: estudo exploratório produção científica da área – 2005 a 2011** - DOI: 10.3395/reciis.v6i4.667pt. RECIIS, Brasil, 6, dez. 2012.
- PIMENTEL, D. S., & MCNEILL, K. L. **Conducting talkin secondary science classrooms: investigating instructional moves and teachers' beliefs**. *Science Education*. 97(3), 367-394. 2013
- PINTO, N. B. **Contrato didático ou contrato pedagógico**. *Diálogo Educacional*, n. 10. 2003.
- PLOMP, T. NIEVEEN, N. NONATO, E. MATTA, A. **Pesquisa-Aplicação em Educação: uma introdução**. Artesanato Educacional Ltda. São Paulo. 2018
- PORTO, C.; NETO, E. M. D. G. Uma proposta de uso das redes sociais digitais em atividades de ensino e aprendizagem: o facebook como espaço virtual de usos socioeducacionais singulares. In: PORTO, C.; SANTOS, E.; (ORGS.) **Facebook e**

- Educação: publicar, curtir, compartilhar.** Campina Grande - PB: eduepb, 2014. p. 131-148.
- PRESCOTT, J. WILSON, S. E., & BECKET, G. Facebook use in the learning environment: do students want this? **Learning Media and Technology**, 38(3), 345–350. doi:10.1080/17439884.2013.788027. 2013
- PRESTES, Z. **Quando não é quase a mesma coisa: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil.** Campinas, SP: Autores Associados, 2012.
- RAMOS, P; GIANNELLA, T. R; STRUCHINER, M. A Pesquisa Baseada em Design em Artigos Científicos sobre o Uso de Ambientes de Aprendizagem Mediados pelas Tecnologias da Informação E da Comunicação no Ensino de Ciências. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.1, p.77-102, 2010.
- RAP, S. BLONDER, R. Let's Face(book) It: Analyzing Interactions in Social Network Groups for Chemistry Learning. **Journal Sci Educ Technol**. 2016. DOI 10.1007/s10956-015-9577-1
- RAUPP, D. EICHLER, M. L. A rede social Facebook e suas aplicações no ensino de química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 1, jul., 2012.
- REEVES, T. C. **Socially responsible educational technology research.** Educational Technology, v. 40, n. 6, p. 19-28, nov./dez. 2000.
- REEVES, T. C. Design research from a technology perspective. In: VAN DEN AKKER, J. et al (Ed.). **Educational design research.** New York: Routledge, 2006. p. 52-66.
- REEVES, T. C.; HERRINGTON, J.; OLIVER, R. Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. **Journal of Computing in Higher Education**, v. 16, n. 2, p. 96-116, 2005.
- REZENDE F. **As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista.** Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências. 2000
- REZENDE, F; OSTERMANN, F; FERRAZ, G. “Ensino-aprendizagem de Física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI”. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** Vol. 31, No. 01, 2009, p. 1402.
- RIBEIRO, G.D. Formação inicial de Professores: Uma reflexão sobre a licenciatura em Física. Trabalho de conclusão do curso de licenciatura em Física. FCT, Unesp-Presidente Prudente, 2007
- RICOEUR, P. **Do texto à ação. Ensaio de hermenêutica II.** Trad. de Alcino Cartaxo e Maria José Sarabando. Porto Alegre: Rés, 1989.
- ROBILOTTA, M.R; BABICHAK, C.C. **Definições e Conceitos em Física.** Caderno CEDES, ano XVIII, nº 41. Unicamp, julho, 1997.
- ROBILOTTA, M. O Universo Físico. Construção e realidade. Notas de aula; IF-USP, 2001
- RODRIGUES, R.F. PEREIRA, A.P. Uma análise sociocultural da estrutura de explicações no Ensino de Física. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC** Águas de Lindóia, SP. 2015
- ROGOFF, B. Observando a atividade sociocultural em três planos: apropriação participatória, participação guiada e aprendizado. In: WERTSCH, J. V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente.** Porto Alegre: Artmed, 1998. P.123-142
- ROSA, C. W. ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 4 N° 1. 2005.

- ROSA, C.W. ROSA, A.B. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación** n.º 42. 2007
- ROSA, C.W. ROSA, A.B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-americana de Educação** n.º 58/2. 2012
- ROSS, J.A. The antecedents and consequences of a teacher efficacy. **Advance in Research on Teaching** 7, 49-73. 1998
- ROSSMAN, G. B. e RALLIS, S. F. **Learning in the field: An introduction to qualitative research**. Thousand Oaks, CA: Sage. 1998
- ROVETTA, O. M. Reflexões sobre a utilização de redes sociais como ambiente de interação para o ensino e aprendizagem de sólidos geométricos no ensino médio. **XVIII EBRAPEM**, Recife - PE, 2014.
- SALEN, S. **Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em Ensino de Física no Brasil**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências-modalidade Física) 385f. Instituto de Física/Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. 2012
- SALOVEY, P. & MAYER, J. D. **Emotional intelligence**. *Imagination, Cognition and Personality*, 9, pp.185-221. 1990
- SANDOVAL, W. A. . Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. **Journal of the Learning Sciences**, 12(1), pp. 5–51. 2003
- SANDOVAL, W. A. Developing learning theory by refining conjectures embodied in educational designs. **Educational Psychologist**, v. 39, n. 4, p. 213-223, dez. 2004.
- SANDOVAL, W. A. Situating epistemological development. ICLS 2012. Volume 1: Full Papers. 2012
- SANDOVAL, W. A. GREENE, J. A. BRÄTEN, I. Understanding and Promoting Thinking About Knowledge: Origins, Issues, and Future Directions of Research on Epistemic Cognition. **Review of Research in Education**, Vol. 40, pp. 457 –496. March 2016
- SCHEIBE, L. Valorização e formação dos professores para a Educação Básica: Questões desafiadoras para um novo plano nacional de educação. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 112, p. 981-1000, 2010.
- SANNINO, A. (2008). From talk to action: Experiencing interlocution in developmental interventions. **Mind, Culture, and Activity**, 15(3), 234-257.
- SANTAELLA, L. Leitor prossumidor: Desafios da ubiquidade para a educação. **Revista Ensino Superior Unicamp**. Ed. 9. Campinas SP. 2013.
- SANTINELLO, J.; VERSUTI, A. Facebook: conectividade e reflexões da rede social para o contexto social do século XXI. In: PORTO, C.; SANTOS, E.; (ORGS.) **Facebook e Educação: publicar, curtir, compartilhar**. Campina Grande - PB: eduepb, 2014. p. 185-197.
- SANTOS, B.S.; RADTKE, M.L. Inclusão digital: reflexões sobre a formação docente. In: PELLANDRA, N. M.C., SCHLUNZEN, E. T. M.; JUNIOR, KLAUSS S. (Orgs.). **Inclusão digital: tecendo redes afetivas / cognitivas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2005.
- SCHÖN, D. **The reflective practitioner**. New York: Basic Books, 1983.
- SCHROEDER, J., GREENBOWE, T. The chemistry of Facebook: using social networking to create an online community for the organic chemistry. **Innovate: Journal of Online Education**, 5(4). 2009
- SCHUTZ, P. A. CROWDER, K. C. WHITE, V. E. The development of a goal to become a teacher. **Journal of Education Psychology**, 93, 299-308. 1999

- SEETO, D.; HERRINGTON, J. **Design-based research and the learning designer**. In: ASCILITE CONFERENCE, 23., 2006, Sydney. Proceedings...Sydney: University of Sydney, 2006.
- SEFEROGLU, S. S. **Preservice teachers' perceptions of their computer self-efficacy**. IN: International conference on elearning for knowledge-based society, 4 th, November, 2007, Bangkok, Thailand. p. 18-19.
- SEEDUC. **Currículo Mínimo – Física**. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.
- SELWYN, N. Screw blackboards do it on Facebook!: In **investigation of students' educational use of Facebook**. Comunicação apresentada no Poke 1.0 Facebook Social Research Symposium, University of London, London, England, nov. 2007.
- SEPULVEDA S. C.; REIS, V. P. G. S.; ALMEIDA, M. C.; CARNEIRO, M. C. L.; AMARANTE, A. L. A. C. P. EL-HANI, C. N. Uma ferramenta sociocultural de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, a.668-3. Campinas: ABRAPEC, 2011.
- SFARD, A. On two metaphors for learning and the danger of choosing just one. **Educational Researcher**, 27(2), 4–13. 1998
- SHUELL, T.J. The role of educational psychology in the preparation of teachers. **Educational Psychologist**, 31, 15-22. 1996
- SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, 15, 4-14, 1986.
- SILVA, T. T. **Documentos de Identidade: uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- SILVA, Glauco dos Santos Ferreira da. **A formação de professores de Física na perspectiva da Teoria da Atividade: análise de uma disciplina de Práticas em Ensino e suas implicações para codocência**. 2013. 327f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2013.
- SILVA, M. **Complexidade da formação de professores: saberes teóricos e saberes práticos**. São Paulo: UNESP/Cultura Acadêmica, 2009.
- SIMON, S., ERDURAN, S., & OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. **International Journal of Science Education**, 28(3), 235-260. 2006
- SOUZA, P. A. L. OLIVEIRA, G.S. BENITE, A.M.C. Estudos Sobre Ação Mediada No Ensino de Física Em Ambiente Virtual. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 420-447, set. 2012.
- STOKES, D. E. **Pasteur's quadrant: basic science and technological innovation**. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 1997.
- SUBRAHMANYAM, K., REICH, S., WAECHTER, N., & ESPINOZA, G. Online and offline social networks: Use of social networking sites by emerging adults. **Journal of Applied Developmental Psychology**, 29, 420–433. 2008
- SWIFT, D.J. Curricular philosophy of science today. In: SWIFT D.J. et al, **Philosophies of Science in Science Education**. IET mimeograph, University of Surrey. 1982
- TABACHNICK, B. R. e ZEICHNER, K. M. (Orgs.). **Issues and Practices in Inquiry: oriented teacher education**. London: Falmer Press, 1991.

- TATTO, M. T. **Conceptualizing and Studying Teacher Education across World Regions: An Overview**. [Paper prepared for the conference: Teachers in Latin America]. 1999
- TAYLOR, E. Investigating the Perception of Stakeholders on Soft Skills Development of Students: Evidence from South Africa. **Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning**, v. 12, p. 1-18. 2016.
- TONDEUR, J.; HERMANS, R.; VAN BRAAK, J.; VALKE, M. Exploring the Link Between Teachers' Educational Belief Profiles and Different Types of Computer Use in the Classroom. **Computers in Human Behavior**, 24, 2541-2553, 2008.
- TSCHANNEN-MORAN, M. WOOLFOLK HOY, A. HOY, W. K. Teacher efficacy: Its meaning and measure. **Review of Education Research**, 68, 202-248. 1998
- TSCHANNEN-MORAN, M. WOOLFOLK HOY, A. Teacher efficacy: Capturing and elusive construct. **Teaching and Teacher Education**, 17, 783-805. 2001
- USHER, E. L., & PAJARES, F. (2008). Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. **Review of Educational Research**, 78, 751–796.
- VANIEL, B. V; HECKLER, V; ARAÚJO, R. R. Investigando a Inserção das TIC e Suas Ferramentas no Ensino de Física: Estudo de Caso de um Curso de Formação de Professores. In: **Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Manaus-AM, 2011.
- VIANNA, D.M. ARAÚJO, R.S. Buscando Elementos na Internet para uma Nova Proposta Pedagógica. In: CARVALHO, A.M.P (ORG.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. CENGACE Learning. São Paulo. 2004.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes , 1991.
- VYGOSTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo, SP: Martins Fontes. 2009
- WANG, Q., WOO, H. L., QUEK, C. L., YANG, Y., & LIU, M. Using the facebook group as a learning management system: An exploratory study. **British Journal of Educational Technology**, 43, 428–438. 2012
- WANG, F.; HANNAFIN, M.J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Education Technology Research and Development**, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005.
- WARSCHAUER, Mark. **Tecnologia e inclusão social. A exclusão digital em debate**, Carlos Szlak (trad.). São Paulo: Senac. 2006
- WERTSCH, J. V. From social interaction to higher psychological processes: a clarification and application of Vygotsky's theory. **Human Development**, Berkeley, v. 22, n.1, p. 1-22, 1979.
- _____. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University press , 1991.
- _____. **La mente en acción**. Buenos Aires, AR: Aique. 1999
- _____. **Mind as action**. New York: Oxford University Press . 2001
- _____. **Voices of collective remembering**. Cambridge: Cambridge University Press , 2002.
- _____. **The narrative organization of collective memory**. Ethos. V. 36, n.1, p. 120-135. 2008
- WERTSCH, J. V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

- WHEATLEY, K. F. The potential benefits of teacher efficacy doubts for educational reform. **Teaching and Teacher Education**, 18, 5-22. 2002
- ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre. Artmed. 1998
- ZEICHNER, K. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidade. **Educação**, v. 35, n. 3, p. 479-504, 2010.
- ZEICHNER, K. M. Alternative Paradigms of Teacher Education. **Journal of Teacher Education**, vol. 34, maio/jun. 1983, pp. 3-9.
- ZEICHNER, K. M. e DAHLSTRÖM, L. (Orgs.). **Democratic Teacher Education Reform in Africa: the case of Namibia**. Boulder: Westview Press, 1999.
- ZELKOWSKI, J. GLEASON, J. COX, D. C. BISMARCK, S. Developing and validating a reliable TPACK instrument for secondary mathematics preservice teachers. **Journal of Research on Technology in Education**, Winter Vol.46, p.173. 2013.
- ZIMMERMANN, E. Models of Science in Science Education. In Gilbert, J.K. (Ed.) **Exploring Models and Modelling in Science Education: Contributions from the MISTRE group**. Reading, The University of Reading: The New Bulmershe Papers Series. 1997
- ZIMMERMANN, E. Modelos De Pedagogia De Professores De Física: Características E Desenvolvimento. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.17, n.2 p.150-173. 2000
- ZINCHENKO, V. P. psicologia histórico-cultural e a teoria psicológica da atividade: retrospectos e prospectos. In: WERTSCH, J. V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998. P. 41-55

ANEXO A

Pesquisadora Responsável: Raul Dos Santos Neto

Orientadora: Miriam Struchiner

1. Identificação Do Professor Da Escola Básica

Código do Entrevistado(a):
Data de Nascimento:
Formação:
Tempo de formado:
Escola onde a atividade do PIBID é desenvolvida?

2. Crenças sobre o uso das TIC no Ensino de Física

1)O problema está em tópicos específicos da Física ou no uso das TDIC ?
2)Qual tema da Física foi escolhido e por que?
3)Qual a finalidade em usar o Facebook e não outra ferramenta?
4) O que você esperava ver de mudanças nas posturas dos alunos?
5)Como foram as atividades e quais são suas expectativas sobre nossa ajuda ?

3. Epistemologia da Física e Estudos Socioculturais

6)Como você pensa que os alunos da E.B aprendem e qual relação que você faz entre aprender e discursar nos moldes da ciência?
7)O contexto sociocultural do aluno é levado em consideração na elaboração das atividades?

4. Formação de professores

8) O quê e por que este tema de Física é importante saber?
--

ANEXO B

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Pesquisadora Responsável: RAUL DOS SANTOS NETO

Orientadora: MIRIAM STRUCHINER

1. Identificação do Aluno da licenciatura

Código do Entrevistado(a):
Data de Nascimento:
Universidade onde estuda:
Tempo de PIBID:
Escola onde a atividade do PIBID é desenvolvida?

2. Crenças sobre o uso das TIC no Ensino de Física

1)O problema está em tópicos específicos da Física ou no uso das TDIC ?
2)Qual tema da Física foi escolhido e por que?
3)Qual a finalidade em usar o Facebook e não outra ferramenta?
4) O que você esperava ver de mudanças nas posturas dos alunos?
5)Como foram as atividades e quais são suas expectativas sobre nossa ajuda ?

3. Epistemologia da Física e Estudos Socioculturais

6)Como você pensa que os alunos da E.B aprendem e qual relação que você faz entre aprender e discursar nos moldes da ciência?
7)O contexto sociocultural do aluno é levado em consideração na elaboração das atividades?

4. Formação de professores

8) Como esta experiência afetou sua formação profissional?
--

ANEXO C

Pesquisadora Responsável: Raul Dos Santos Neto

Orientadora: Miriam Struchiner

1. Identificação do Aluno da Escola Básica

Código do Entrevistado(a):
Data de Nascimento:
Escola onde estuda:

2. Crenças sobre o uso das TIC no Ensino de Física

1) Como você acha que a Física deve ser ensinada a você?
2) Quais pontos positivos e quais pontos negativos no uso do Facebook neste tema de Física estudado?
3) Você acha que mudou alguma coisa no aprendizado? O quê?
4) Sua forma de ver e usar o Facebook mudou durante a atividade?

3. Epistemologia da Física e Estudos Socioculturais

5) Após a atividade, algo mudou em relação a sua percepção da necessidade de estudar Física? (Para que estudar Física? E como podemos aprender Física?)
6) Seu contexto sociocultural foi levado em consideração na elaboração das atividades? Como isso afetou seu aprendizado?

4. Formação de professores

<p>7) O que você acha que deve mudar dentro de sala de aula para você aprender melhor?</p> <p>8) O que você mudaria na formação dos professores? (O que falta aos professores?)</p>
--

ANEXO D

Questionário sobre as crenças de autoeficácia docente.

Pesquisadora Responsável: Raul Dos Santos Neto

Orientadora: Miriam Struchiner

1. Identificação Do Professor Da Escola Básica

Código do Entrevistado(a):
Data de Nascimento:
Formação:
Tempo de formado:
Escola onde a atividade do PIBID é desenvolvida?

2. Crenças de autoeficácia docente no uso das TIC no Ensino de Física

Comente as frases abaixo:
1) Consigo dar aulas combinando adequadamente tecnologias com os conteúdos de Física e as abordagens de ensino.
2) Consigo ensinar, combinando adequadamente tecnologias, conteúdos e abordagens de ensino com recursos que eu aprendi/desenvolvi ao longo de minha formação/experiências no ensino.
3) Eu consigo escolher tecnologias que ampliam o conhecimento sobre um tema de Física
4) Eu consigo promover liderança no auxílio aos outros, coordenando o uso das tecnologias, conteúdo de Física, e abordagem pedagógica em minha escola/PIBID.
5) Considero que sei usar o Facebook para potencializar a colaboração em sala de aula
6) Considero que o Facebook pode melhorar minha abordagem sobre todos os temas de Física

ANEXO E

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE RELATIVIDADE DO TEMPO

COLÉGIO ESTADUAL DE MAGÉ / PIBID – CEFET PETRÓPOLIS

Professor: Ricardo Monteiro ; Coordenador: Raul Dos Santos Neto

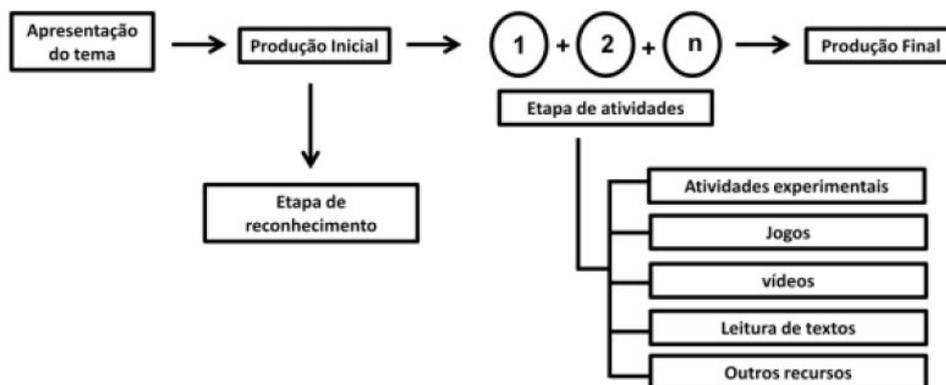
Uma sequência didática tem objetivos específicos. Em nosso caso, nosso objetivo principal é fomentar a discussão e a interação entre alunos nos grupos de estudo e entre alunos e professor. Para atingir tais objetivos, uma sequência didática deve contemplar atividades (Zabala, 1998):

- Permitam determinar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conteúdos de aprendizagem;
- Os conteúdos devem ser significativos e funcionais para os alunos, além de representar um desafio alcançável para os estudantes, que os faça avançar com a ajuda necessária;
- Provoquem conflito cognitivo, de forma a estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos intuitivos dos estudantes;
- Promovam uma atitude favorável do aluno, de modo que fiquem motivados para o estudo dos conteúdos propostos;
- Estimulem a autoestima do estudante, para que ele sinta que em certo grau aprendeu e que seu esforço valeu a pena;
- Ajudem o aluno a adquirir habilidades como o aprender a aprender e que lhe permitam tornar-se autônomo.

Objetivos:

- Identificar qual é a visão sobre o tempo é apresentada pelos alunos;
- Discutir visões diferentes sobre o tempo na física clássica e moderna;
- Avaliar como as interações socioculturais, em sala de aula e no Facebook, afetam as respostas elaboradas pelos alunos para explicar fenômenos físicos.

De acordo com Batista (2016), para que todas estas atividades sejam contempladas, uma sequência didática deve conter pelo menos quatro etapas diferentes, conforme a figura-1.



Fonte: Batista, M. C.

A primeira etapa consiste na apresentação do tema pelo professor. Em seguida se faz necessário mapear os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, esta etapa, a segunda, é chamada por Batista (2016) de produção inicial. Para o mapeamento, o professor pode utilizar-se de vários recursos, tais como, questionários, mapas conceituais, desenhos, histórias em quadrinhos entre outros que possibilitem que o aluno se expresse. A terceira etapa é caracterizada pela organização e sistematização dos conhecimentos. É nessa etapa que devemos pensar os diferentes recursos didáticos que serão utilizados para que se consiga contemplar os três diferentes tipos de conteúdos que Zabala (1998) classifica: Conteúdos conceituais – estabelece a relação com o que se deve saber; Conteúdos procedimentais – faz referência ao que se deve saber fazer; Conteúdos atitudinais – explicita como se deve ser. Também procura-se trabalhar os problemas que apareceram na produção inicial e dar aos alunos os instrumentos necessários para superá-los. A quarta e última etapa trabalha a avaliação da atividade, classificada por Batista (2016) de produção final. Para este momento o professor pode novamente utilizar-se dos mapas conceituais, ciclo de debates, júri simulado, produção de desenhos entre outros recursos possíveis. Assim, o professor deve buscar perceber no aluno, suas novas representações sobre o tema discutido, seus questionamentos sobre o tema, sua autonomia, o respeito à posição do colega e o

saber tomar decisões coletivas. Estas são características que evidenciam os conteúdos apresentados anteriormente.

Procedimentos:

Vamos introduzir o tema tempo usando o filme Interestelar e discutindo sobre a questão do tempo apresentada no filme. Para tal, usaremos duas aulas de 100 minutos cada para passar o filme (170 minutos, aproximadamente). Depois, vamos dividir a turma em grupos, comentar resumidamente sobre o filme (resumo segue abaixo), iniciar a discussão nas duas semanas seguintes, dentro de sala de aula e na plataforma do Facebook. Para auxiliar aos alunos na elaboração das explicações, podemos criar um glossário de termos, indicar fontes para estudo, discutir temas da relatividade mais complicados, etc. Como sugestão, podemos passar o documentário abaixo (20'), que explica como a gravidade influencia o nosso tempo. Ele é muito claro na sua abordagem sobre espaço-tempo e ainda trata de buraco negro e buraco de minhoca.

O anexo-F da tese oferece um resumo do filme que também foi usado para confeccionar as perguntas. Por exemplo, alguns pontos do filme são muito importantes do ponto de vista da Física e merecem ser estudados com mais calma. Assim, vamos propor um trabalho em grupo (valendo ponto), onde a turma precisa ser dividida em grupos de até 4 alunos. Os grupos devem abrir um grupo no Facebook e postar explicações sobre os temas abaixo. Após isso, devem convidar os outros alunos (outros grupos da turma) para comentar sobre suas postagens. Os temas são relacionados com o filme Interestelar e são destacados a seguir:

a) No filme, existe uma questão intrigante em relação ao tempo: ele não passa da mesma forma para todas pessoas. Podemos ver isso em dois momentos do filme: 1) quando eles começam a viagem a falam que cada hora deles na nave corresponde a sete anos na Terra. Outro exemplo disso é quando Murphy (a filha de Cooper que ficou na Terra) encontra seu pai estando mais velha que ele. Diante disso, responda no Facebook as perguntas abaixo:

1. Na opinião do grupo, como isso é possível? Caso considerem que não é possível, explique o motivo (Respondam com suas palavras);
2. O que é tempo para vocês?

3. Como vocês entendem que o tempo passa? Ele é igual para todos, ou não?

(Explicar o ponto de vista do grupo)

b) A parte em que Cooper precisa deixar parte da nave para trás, para que a Personagem chamada Amélia pudesse conseguir fugir, e o robô fala sobre as leis de Newton, alegando que para ir para frente é necessário deixar algo para trás. Construa uma explicação em grupo, e poste no grupo do Facebook sobre o que o robô Tars desejou dizer no momento em que parte da nave precisava ir para trás para a outra parte com Amélia poder ir para frente.

Avaliação: Observação das postagens dos alunos na plataforma do Facebook usando os esquemas de Lemke (1990), WERTSCH (1998), McNEIL (2011).

ANEXO F

Resumo sobre o filme Interestelar

O filme se inicia mostrando que pragas nas colheitas fizeram a civilização humana regredir para uma sociedade agrária em futuro de data desconhecida. Cooper (Matthew McConaughey), ex-piloto da NASA, tem uma fazenda com sua família. Murphy (Mackenzie Foy e Jessica Chastain), a filha de dez anos de Cooper, acredita que seu quarto está assombrado por um fantasma que tenta se comunicar com ela. Pai e filha descobrem que o "fantasma" é uma inteligência desconhecida que está enviando mensagens codificadas através de radiação gravitacional, deixando coordenadas em binário que os levam até uma instalação secreta da NASA liderada pelo professor John Brand.

O cientista revela que um "buraco de minhoca" foi aberto perto de Saturno e que ele leva a planetas que podem oferecer condições de sobrevivência para a espécie humana. As "missões Lázaro" enviadas anos antes identificaram três planetas potencialmente habitáveis orbitando o buraco negro Gargantua: Miller, Edmunds e Mann – nomeados em homenagem aos astronautas que os pesquisaram. Brand recruta Cooper para pilotar a nave espacial Endurance e recuperar os dados dos astronautas; se um dos planetas se mostrar habitável, a humanidade irá seguir para ele na instalação da NASA, que é na realidade uma enorme estação espacial.

Além de Cooper, a tripulação da Endurance é formada pela bióloga Amélia, filha de Brand; o cientista Romilly, o físico planetário Doyle, além dos robôs TARS e CASE. Eles entram no "buraco de minhoca" e se dirigem a Miller, porém descobrem que o planeta possui enorme dilatação gravitacional temporal por estar tão perto de Gargântua: cada hora na superfície equivale a sete anos na Terra. Eles entram em Miller e descobrem que é inóspito já que é coberto por um oceano raso e agitado por ondas enormes. Uma onda atinge a tripulação enquanto Amélia tenta recuperar os dados de Miller, matando Doyle e atrasando a partida. Ao voltarem para a Endurance, Cooper e Amélia descobrem que 23 anos se passaram.

Na Terra, Murphy, agora adulta, trabalha como cientista da NASA ajudando Brand na equação que permitirá o lançamento de uma enorme estação espacial

usando a gravidade. Brand admite em seu leito de morte que já resolveu o problema e determinou que é impossível; ele escondeu a verdade para manter a esperança ainda viva e colocar sua fé no "Plano B": usar óvulos fertilizados a bordo da Endurance para recomeçar a espécie humana. Porém Murphy conclui que a equação pode funcionar com os dados adicionais da singularidade de um buraco negro.

A Endurance está com pouco combustível e é capaz de visitar apenas mais um planeta antes de voltar para a Terra. Eles selecionam Mann depois de uma votação tensa, por ser o único ainda transmitindo. Entretanto, eles descobrem que o planeta é gelado e inóspito; Mann sempre soube que o Plano B era o verdadeiro objetivo da missão e falsificou os dados sobre a viabilidade de seu mundo para que a Endurance o resgatasse. Ele quebra o visor do capacete de Cooper e o deixa para morrer, indo para a Endurance numa nave auxiliar. Romilly é morto por uma bomba armada secretamente por Mann a fim de proteger seu segredo. Amelia resgata Cooper em outra nave auxiliar. Mann atraca de forma incorreta na nave espacial e é morto numa explosão que também danifica a Endurance, porém Cooper usa sua nave auxiliar para controlá-la.

Quase sem combustível, Cooper e Amélia planejam catapultar a Endurance ao redor de Gargântua numa rota para Edmunds. TARS e Cooper se jogam no buraco negro se sacrificando para coletar os dados da singularidade e ajudar Amélia reduzindo a massa da nave espacial. Eles emergem em um "tesseracto" extradimensional, onde o tempo é mostrado como dimensão espacial enquanto portais mostram pequenos momentos do quarto de infância de Murphy. Cooper raciocina que os supostos alienígenas que criaram o buraco de minhoca são na verdade humanos avançados que dominaram outras dimensões e construíram esse espaço para que ele pudesse se comunicar com a filha e salvar a humanidade.

Cooper percebe que o "fantasma" de Murphy, na realidade, era ele mesmo, num período temporal mais avançado. De novo usando radiação gravitacional, passa os dados da singularidade coletados por TARS para o relógio de pulso de Murphy, que, adulta, também entende que o "fantasma" era o pai, comunicando-se com ela através da dimensão temporal, para que ela solucione a equação de Brand e lance a estação espacial da NASA, permitindo assim, evacuar a Terra.

Cooper acorda décadas depois numa estação espacial da NASA, um cilindro de O'Neill que orbita Saturno e serve de base para a humanidade viajar pelo buraco de minhoca. Cooper que envelheceu apenas alguns anos, devido à relatividade temporal, reencontra Murphy, já mulher idosa, que havia liderado a espécie em seu êxodo. Ela convence o pai a viajar para reencontrar Amélia, que começou a preparação de Edmunds, descobrindo ser habitável para a humanidade. Cooper se reúne com TARS, que também foi salvo, e os dois roubam uma nave da NASA e partem para Edmunds.

ANEXO G - Artigo publicado que é um recorte deste trabalho, com foco nos licenciandos (disponível em: <https://periodicos.ufrj.br/ensinosaudeambiente/article/view/28064/21166>)

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

ENSINO, SAÚDE E AMBIENTE

Crenças de Autoeficácia Docente no Ensino de Física: Uma Análise sobre o Percurso de Formação Docente

Self-Efficacy Beliefs in Physics Teaching: An Analysis About the Teacher Training Course

Raul dos Santos Neto¹; Marcelo Bernardo de Lima²; Miriam Struchiner³

1 Msc, NUTES-UFRJ/CEFET-RJ, RJ, Rio de Janeiro, Brasil - profraulneto@hotmail.com./0000-0002-4350-4001

2 Msc, NUTES-UFRJ, RJ, Rio de Janeiro, Brasil - profmbernardo@gmail.com./0000-0003-0717-8285

3 Dra, NUTES-UFRJ, RJ, Rio de Janeiro, Brasil - miriamstru@gmail.com./0000-0002-9979-2364

Recebido em 12/02/2019. Publicado em Dezembro/2019

Palavras-chave:
Crenças de autoeficácia Docente. Formação de Professores. PIBID

RESUMO: Um dos fatores importantes no trabalho docente é a confiança, ou crença, que o sujeito tem em suas capacidades para ensinar e sobre seu papel no processo de ensino e aprendizagem. A literatura aponta que a percepção de autoeficácia influencia nas escolhas, motivações, frequência e formas de mobilização em uma prática docente (EVANS *et al.*, 2014; WOOLFOLK HOY *et al.*, 2009). Desta forma, observar o percurso dos professores em formação em relação à suas crenças de autoeficácia docente, e como elas podem ser afetadas quando são introduzidos em contextos reais, pode ser importante para os cursos de formação de professores. Este trabalho procura identificar as fontes das crenças de autoeficácia dos professores de Física em formação, analisando como fontes das crenças foram impactadas pelas atividades realizadas no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). A metodologia de trabalho envolveu o uso do referencial da Teoria Social Cognitiva de Bandura (1997) para analisar as crenças e de Bakhtin (1984) para atribuir sentido à fala dos participantes. Os resultados apontam que uma mudança nas fontes de crenças de autoeficácia como consequência da interpretação que os licenciandos fizeram dos resultados de suas interações na escola básica.

Keywords:
Beliefs of teacher self-efficacy. Teacher training. PIBID

ABSTRACT: One of the most important factors in the teaching work is the confidence, or belief, that the subject has in his teaching abilities and his role in the teaching and learning process. The literature points out that the perception of self-efficacy influences the choices, motivations, frequency and forms of mobilization in teaching practice (EVANS *et al.*, 2014, WOOLFOLK HOY *et al.*, 2009). In this way, observing the trajectory of the teachers in training regarding their beliefs about teachers self-efficacy, and how they can be affected when they are introduced in real contexts, may be important for teacher training courses. This paper seeks to identify the sources of the self-efficacy beliefs of physics teachers in training, analyzing how the beliefs were impacted by the activities carried out in the context of the Institutional Scholarship Initiative (PIBID). The work methodology involved the use of the Cognitive-Social Theory of Bandura (1997) to analyze the beliefs and of Bakhtin (1984) to assign meaning to the participants' speech. The results indicate that a change in the sources of self-efficacy beliefs as a consequence of the interpretation that the undergraduates made of the results of their interactions in the basic school.

Introdução

Estudos sobre o Ensino de Física, e de outras áreas, têm mostrado a complexidade envolvida tanto na formação, quanto na prática docente. São múltiplos fatores, internos e externos, que acabam por moldar, ou influenciar, as práticas dentro de sala de aula. Neste contexto, um fator que merece um olhar cuidadoso é o de como as crenças de autoeficácia docente podem afetar a formação e as práticas docentes futuras dos licenciandos.

Um fator importante para a formação docente é observar como os professores são afetados pelo contexto (EVANS *et al.* 2014; LAKSHMANAN, HEATH, PERLMUTER, & ELDER, 2011; ANDERSEN, DRAGSTED, EVANS, & SORENSEN, 2004; ROBERTS, HENSON, THARP, & MORENO, 2001). Desta forma, é importante identificar como as crenças de professores em formação, a respeito do ofício docente, podem ser afetadas em cenários reais. Isto pode sinalizar aos cursos de formação sobre como orientar, ou estimular, melhor os licenciandos no sentido de apresentarem maior resiliência frente a obstáculos, além de se sentirem mais satisfeitos e motivados com o ofício docente (PFITZNER-EDEN, 2016; CHESNUT E BURLEY, 2015; HOLZBERGER *et al.*, 2013; BELTMAN *et al.*, 2011; KLASSEN E CHIU, 2011; KLASSEN E CHIU, 2010; KLASSEN E TZE, 2014).

Neste trabalho, as lentes teóricas de Bandura (1997) e Bakhtin (1984) foram usadas de forma integrada, buscando identificar as fontes das crenças de autoeficácia dos professores de Física em formação, analisando como essas crenças foram impactadas pelas atividades realizadas no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Espera-se que os apontamentos sobre as possíveis mudanças nas fontes das crenças ajudem na compreensão sobre o caminho de desenvolvimento profissional dos futuros professores.

Relacionando crenças e conhecimentos

É importante conceituar o que entende-se por crença e por conhecimento, uma vez que esses termos são, muitas vezes, usados como sinônimos (BORKO & PUTNAM, 1996; FENSTERMACHER, 1994). Assim, neste trabalho, conhecimento é entendido como o conjunto de informações organizado de forma sistemática e que é possível ter acesso por meio de ensino formal e prático, além de ser factual e verificável (ALEXANDER *et al.*, 1996), enquanto crenças de autoeficácia são compreendidas a partir de Bandura (1977, 1997), como sendo a "percepção do indivíduo na sua própria capacidade para organizar, e executar, cursos de ação necessários para produzir certas realizações" (1997, p.3).

Bandura observou que as crenças de autoeficácia dos professores "podem ser impactantes nas formas como os professores pensam, sentem e ensinam" (BANDURA, 1997,

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

p.12)”, enquanto Demir & Ellett (2014) afirmam que as fontes de crenças de autoeficácia são componentes chaves para o design e a implementação efetiva do desenvolvimento profissional em programas de formação de professores. Somado às crenças, o contexto exerce forte influência na forma de pensar do indivíduo.

Algumas pesquisas apontam que as diferenças na crenças de autoeficácia do professor, ou em suas práticas, foram fortemente influenciadas por tradições, cultura e políticas educacionais (EVANS ET AL., 2014; VIELUF, KAPLAN, KLIEME, & BAYER, 2012; HOFSTEDE *et al.*, 2010). Eles também identificaram que o uso frequente de múltiplos métodos de ensino estava correlacionado com crenças construtivistas e maior percepção de auto-eficácia.

Bandura (1997) sugeriu quatro fontes que influenciam as crenças de capacidade pessoal: experiências de domínio (experiências pessoais anteriores), experiências vicárias (aquelas aprendidas pela observação de outros agentes), persuasão verbal e diferenças fisiológicas/afetivas. Acrescentou, ainda, que essas fontes são afetadas por pequenas e grandes diferenças culturais. Por exemplo, características individuais de ensino de um mesmo professor de Física, não são percebidas da mesma forma em turmas diferentes. Isto afeta tanto a motivação do professor, quanto a receptividade da turma para aquele professor. Assim, tanto a crença de auto-eficácia do professor, quanto a do aluno, são influenciadas pela microcultura em que operam.

Em relação à estrutura do conhecimento profissional dos professores, variados estudos buscaram identificar suas fontes e explorar os processos de ação e raciocínio pedagógicos para os quais esse conhecimento é usado (SHULMAN, 1987). Para Zimmerman (2000), é a partir de um conhecimento profissional básico que professores constroem um modelo pedagógico com o objetivo de ensinar uma certa disciplina, o qual é composto de, pelo menos, três modelos que interagem entre si: a) um modelo da natureza da ciência (um modelo epistemológico - o que existe e o que pode ser conhecido/entendido); b) um modelo do processo de aprendizagem (como “algo” pode ser conhecido/entendido); c) um modelo de ensinar (o que deve ser feito para que “algo” possa ser entendido/conhecido).

Avaliar como as crenças de autoeficácia docente (CAD) interferem na práticas pode ser importante para os cursos de formação de professores. Por exemplo, Pajares (1992) alega que existe a crença entre alunos de licenciatura de que eles já conhecem o campo de trabalho (escola) porque são oriundos de lá. Assim, os licenciandos podem se relacionar de uma forma diferente no estágio supervisionado, ou PIBID, quando comparados com estágios de outros grupos de formação. Isto pode afetar esta etapa da formação profissional.

Outra crença comum é a de que, para ser bom professor, basta conhecer o conteúdo a

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

ser ensinado (HUBERMAM, 1995; TABACINICK E ZEICHNER, 1991; SHULMAM, 1986). Entretanto, falta-lhes a percepção de que o trabalho docente envolve outras dimensões que influenciam tanto as atividades, quanto às motivações para as ações dentro de sala de aula. É importante explorar quais direcionamentos o referencial das CAD oferece sobre a formação docente e as formas de trabalho.

Metodologia

O estudo procurou registrar e analisar fatos e declarações de licenciandos de Física sobre suas crenças a respeito de sua autoeficácia docente. Para tal, adotou-se uma abordagem qualitativa a partir observação participante, com uso de gravações de entrevistas, questionários e diário de campo. Pesquisas qualitativas combinam número variado de métodos e instrumentos de coleta de dados. Além disso, a observação participante oportuniza a relação do objeto com seu contexto, contrapondo-se ao princípio de isolamento no qual fomos formados (MAZZOTTI, 1998).

Os sujeitos dessa pesquisa são oito alunos de Licenciatura em Física de uma Instituição Federal de Ensino e um professor de Física da Escola Básica (EB), todos no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da CAPES. A função do professor da EB no PIBID é atuar como supervisor dos alunos de Licenciatura em Física, em parceria com os professores da graduação (pesquisador deste trabalho), na elaboração de projetos e ações que visam, dentre outras coisas, elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura e promover a integração entre educação superior e educação básica.

Como os professores supervisores do PIBID são considerados cofomadores dos futuros docentes, foi importante observar tanto o professor da escola, quanto os licenciandos, em relação às suas crenças e conhecimentos mobilizados durante a elaboração e aplicação das atividades. As atividades no PIBID envolveram elaboração de estratégias variadas para o Ensino de Física, com diferentes abordagens, tais como o uso de vídeos, de simuladores, de experimentos baixo custo, dentre outras abordagens. Como nas reuniões do PIBID variados assuntos e demandas, inclusive do Curso de Física, são tratados, foram selecionados somente excertos das discussões e negociações relacionadas com os propósitos deste trabalho de avaliar as crenças de autoeficácia docente.

As atividades do PIBID na escola básica ocorreram em Mauá, distrito de Magé-RJ, em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, com aproximadamente 26 alunos, entre 14-18 anos, com 100 minutos. de carga horária semanal de Física.

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

A localidade da escola é considerada de difícil acesso pela Secretaria de Educação do Estado e sua comunidade tem poucas oportunidades de ascensão social por meio dos estudos oferecida aos alunos. Por exemplo, no local não há cinema, bancos, faculdades, shopping center ou grandes redes de comércio. No início das atividades, os alunos apresentavam baixa participação em sala de aula, problemas disciplinares, problemas de relacionamento entre alunos e aluno-professor, além de elevado número de faltas. Assim, foi considerada a possibilidade de haver uma diminuição na crença de autoeficácia docente dos professores em formação, dada a difícil realidade.

Para coleta e construção dos dados, foram utilizados questionários, entrevistas individuais e gravações (autorizadas), as quais foram transcritas para posterior discussão e análise. Houve reuniões do PIBID durante um período de seis meses, no ano de 2017, onde as questões usadas para direcionar as reuniões do PIBID tratavam de temas como: Qual sua visão sobre o papel do professor? O problema está em tópicos específicos da Física ou nas estratégias escolhidas? Qual o melhor recurso para esse tema e porque? Quais suas expectativas sobre a atividade? Consigo dar aulas combinando adequadamente variadas tecnologias com os conteúdos de Física e as abordagens de ensino? Como avaliar as atividades? Como se forma um bom professor?

Aos participantes serão atribuídos símbolos de identificação, tais como: os licenciandos serão identificados pelas siglas L-1 (licenciando-1), e assim sucessivamente, enquanto o pesquisador será chamado de (Pq) e o professor de Física da Escola Básica (PF).

Os dados foram analisados à luz do referencial de Bakhtin (1984), pois seus conceitos podem servir como ferramentas para analisar discursos de sala de aula, atribuindo sentido ao que foi dito. A utilização da linguagem, segundo Bakhtin (1997), efetua-se em forma de enunciados (orais e escritos) concretos e únicos que emanam dos integrantes de uma ou de outra esfera da atividade humana. As interações discursivas são consideradas, portanto, como constituintes do processo de construção de significados ou entendimento (REZENDE e OSTERMANN, 2006), sendo a dialogicidade, ou pluralidade de vozes, um dos aspectos mais importantes da obra de Bakhtin. Para o autor, a enunciação é um elemento do diálogo, fazendo parte de um processo de comunicação ininterrupto. Ela é determinada tanto pelo fato de que procede de alguém, como pelo fato de que se dirige para alguém, constituindo o produto da interação do locutor e do ouvinte. Toda a enunciação, mesmo na forma imobilizada da escrita, é sempre uma resposta a alguma coisa e é construída como tal. A enunciação dependerá do fato de se tratar de uma pessoa do mesmo grupo social ou não, do fato desta ser inferior ou superior na hierarquia social, ou ainda, do fato do ouvinte estar ligado ao locutor por laços sociais mais ou menos estreitos.

Resultados

A primeira reunião foi de planejamento das atividades para serem realizadas na escola básica, ou seja, os licenciandos ainda não tiveram um contato mais profundo com os alunos da escola. Nestas primeiras reuniões foram feitas algumas perguntas aos licenciandos sobre suas percepções sobre o papel docente, suas capacidades em usar adequadamente estratégias e tecnologias no ensino e sobre como ensinar Física. As demais sessões conterão excertos das reuniões seguintes onde os participantes da pesquisa falaram sobre suas percepções sobre como as atividades foram recebidas na escola básica, além de refletirem sobre as mesmas.

Extrato 1: Reunião do PIBID para estratégias de ensino (antes do contato com os alunos da EB)

Pesquisador (Pq): Como vocês estão pensando em trabalhar?

PF: Os conteúdos de Física do primeiro ano envolvem Astronomia, Leis de Newton e Relatividade. São muitos assuntos e difíceis para eles. [...] Também acho que podemos buscar dar mais protagonismo aos alunos da EB... Tentar outras formas de ensino.

L-1: Acho que podemos tentar o que funcionou no ano passado. Podemos tentar estimular os alunos a estudarem para exames externos como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA).

PF: Eu não vou ter tempo de preparar material para isso. Vocês podem me ajudar nisso?

L3- Podemos fazer apostilas e dar aulas no contraturno da turma.

PF: Isso não vai ficar pesado para vocês?

L-1: Temos bastante material e acho importante termos mais atuação na escola.

L-2: Verdade! Acho que vai ser bom para nós

Os licenciandos, no início das atividades, apresentaram crenças de autoeficácia no Ensino de Física compatíveis com a concepção tradicional de professor, em que lhe é atribuído o papel central, a partir de um discurso monológico para transmitir conteúdo e planejar para fixar conteúdo (MOREIRA; 2013). O interessante é que a fala do professor sobre dar protagonismo aos alunos pode ser atribuído sentido de ter sido endereçada ao pesquisador, identificado como representante da faculdade, pois o planejamento direcionava para aulas tradicionais.

Extrato 2: Reuniões de planejamento

Pq: Que tipo de estratégias vocês estão pensando e por que?

L-1: Acho que experimentos baixo custo é bem legal, pois deixa a aula mais interessante para eles.

L-4: Sim, pois ajuda a fixar a matéria.

L-2: Inclusive o professor falou que eles precisam de algo mais concreto. Só olhar no quadro não é bom.

L-2: Simulador também é bom.

PF: A escola não tem computador para os alunos. Isso pode ficar complicado.

L-4: Podemos levar o nosso? Pois ia ajudar bastante mesmo eles verem o fenômeno.

L-1: No caso da OBA tem muita coisa para falar. Não vai dar tempo de fazer muitos experimentos.

Quando perguntados sobre as estratégias de ensino, eles argumentaram que gostavam muito da abordagem com experimentos de baixo custo e uso de simuladores, pois ajudava na

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

compreensão do fenômeno e na fixação da matéria. Porém, como o tempo era curto nas aulas, teriam que passar o conteúdo em slides para “andar” mais rápido. Essa fala denota a compreensão de que conhecimento é depositado e não construído e que os recursos eram somente para reforçar o conteúdo ensinado. Logo, quando não há tempo suficiente, o mais importante é passar todo conteúdo como mencionado por L-4.

Também informaram que se sentiam confiantes que poderiam ensinar com as estratégias comentadas anteriormente, pois em disciplinas da Faculdade viram como poderiam utilizar certas estratégias (oficinas de ensino) e que gostavam quando o professor da Escola Básica fazia algum experimento (o que precisava ser incrementado, na fala de grande parte deles). Este tipo de fala denota uma fonte predominantemente vicária para suas crenças pois estavam fundamentados nas experiências dos professores da Faculdade e do professor supervisor (por exemplo, vide fala de L-2).

Já, em relação à concepção de Ciência dos licenciandos, verificou-se que ela não é epistemologicamente clara, pois sete licenciandos tiveram dificuldades para responder as perguntas sobre o que é e para o que serve a Física, alegando que nunca tinham pensado nessa dimensão. Contudo, apresentaram, predominantemente, uma visão indutivista-positivista, alegando que a leis da Física estão aí para qualquer um observar (realidade objetiva) e que os avanços tecnológicos são comprovações da eficácia do método científico. Esse resultado já era esperado, pois historicamente essa é a visão predominante nos cursos de formação em Física (RESENDE *et al.*, 2009; BORGES, 2006; MOREIRA, 2013). Portanto, a fonte de crença dos licenciandos pode ser classificada como vicária.

Além disto, foi identificada uma grande ênfase na experimentação (comentada por todos), e a observação do cotidiano do aluno como estratégia de ensino, explicando o funcionamento das coisas. Contudo, dois licenciandos destacaram a importância de se pautarem na História e Filosofia da Ciência (HFC) como estruturante do processo de construção do conhecimento. Isso sugere uma parcial incoerência entre a concepção de natureza da ciência e formas de construção de conhecimento, nos moldes propostos por Zimmerman (2000), uma vez que a experimentação estava mais relacionada, pela fala dos alunos, com a visão empirista-indutivista, enquanto a HFC está mais relacionada com a visão epistemológica de Bachelard (1996).

Quando perguntados sobre sua visão de colaboração em sala de aula, as respostas foram muito diretas, alegando que colaborar era importante. Porém, a visão de colaboração era entendida como o mesmo que dividir espaço central de discurso, ou seja, eles entendem que ajudar no processo é ir para frente da turma e dar aula junto com o professor. Mais uma vez, isso denota uma visão de que o papel central do professor é só falar, e este papel é

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

representativo de autoridade naquele locus. A dimensão dialógica com os alunos da escola não foi contemplada na fala de nenhum licenciando durante as reuniões. Essa percepção está alinhada com a de Pajares (1992), o qual observou que os licenciandos se consideram conhecedores do local e das formas de trabalho futuro e têm grandes possibilidades de reproduzirem as formas de trabalho que viram em seus antigos professores.

Ainda sobre este tópico, García (1999) observa que os problemas que mais ameaçam os professores, em seus primeiros anos, podem ser, dentre outros, a repetição cega de condutas observadas em outros professores; o isolamento em relação a seus pares; a dificuldade para integrar o conhecimento adquirido em sua etapa de formação com sua prática profissional e a busca pelo desenvolvimento de uma percepção técnica do ensino.

Após um mês de atividades na escola básica, as reuniões seguintes foram usadas para refletir sobre as mesmas e elaborar ajustes necessários no planejamento. A difícil realidade do trabalho docente se mostrou quando a turma escolhida como foco de análise neste trabalho se apresentou apática e com pouca frequência dos alunos. Os alunos não tomavam notas nas aulas e não interagiam com os licenciandos ou mesmo com o professor de Física. Houve a preocupação de que a crença na própria capacidade para organizar, e executar, cursos de ação necessários ao ensino fosse diminuir. Porém, os licenciandos focaram suas observações nas aulas no professor, para aprender como exercer boas práticas docentes. Com isso, todos licenciandos passaram a sentar-se nas primeiras carteiras da Escola Básica e não olhavam para a turma. Parecia que o professor dava aula para os licenciandos, e para duas alunas que copiavam o que ele apontava no quadro.

Extrato 3: Reunião do PIBID após algumas semanas de aula

Pq: Por que vocês estão ficando todos sentados nas primeiras carteiras? Vocês conseguem olhar as reações dos alunos?

PF: Fui eu quem sugeri isso, porque fiquei preocupado em dar problema disciplinar.

L-2: É teve isso sim! Mas, ficar olhando para alunos não vai me ajudar a aprender a dar aula.

L-1: Eu quero participar da aula. Ficar só olhando não é bom.

Pq: O que vocês consideram que é necessário para se tornar um bom professor?

L-4: Não adianta saber o assunto e não saber passar adiante. Por isso a gente precisa aprender com o professor como fazer isso. Na faculdade, a gente aprende o conteúdo. Aqui, a dar aula.

L-1: A turma quer nada!

L-2: Desanima entrar nessa turma.

L-4: Não dá para trabalhar com eles!

Por fim, a percepção dos licenciandos a respeito da turma da escola básica era muito parecida com a noção do professor (esta, é a pior turma pois só tem alunos desinteressados). Um fator que pode explicar a fala dos licenciandos, é porque consideram o professor da escola básica como referência profissional. Logo, sua fala tem muito peso nesse processo de formação das crenças sobre o ofício docente, sendo uma fonte vicária de crença de

autoeficácia (BANDURA, 1998).

Os principais resultados foram sintetizados na tabela-1 para auxiliar na discussão e análise das possíveis mudanças nas crenças dos licenciandos.

Tabela-1: Crenças iniciais dos licenciandos

Dimensão	Crença	Fonte
Formação profissional (visão de ensino)	Basta saber Física para ser bom professor; ênfase no conteúdo e na experimentação.	vicária (baseada na experiência dos outros)
Papel docente	Falar; discurso monológico; Ser professor é estar na frente falando.	vicária
Uso das TDIC	Ferramental somente	domínio
Epistemológica	positivista-indutivista	vicária

Fonte: autor

O impacto das atividades no PIBID sobre as crenças dos licenciandos

Várias discussões foram realizadas nas reuniões do PIBID para discutir sobre a integração de outras dimensões ao ofício docente, tais como: como o contexto sociocultural interfere em minhas aulas? quais caminhos pedagógicos escolher? como conciliar o conteúdo específico com a pedagogia adequada? Saber o conteúdo e técnicas de ensino bastam para ser um bom professor?

Houve necessidade de se discutir sobre outras dimensões como as influências do contexto sociocultural, por exemplo. Assim, após uma prática mais reflexiva nas atividades do PIBID, foi possível identificar algumas mudanças de crenças. Com isso, os licenciandos, e o professor, começaram a dar mais voz aos alunos da EB, promovendo mais debates do que a simples observação de um experimento. Na realidade, o que mudou não foi o tipo de atividade, mas como ela era executada. Por exemplo, quando se fazia experimentos buscava-se estimular aos alunos a produzirem explicações sobre os temas. Isso também produziu nos licenciandos perguntas sobre como estimular o debate e como promover um espírito mais questionador nos alunos.

Os excertos abaixo, revelam que a fala dos licenciandos mudou em relação à visão de ensino, pela observação de outras dimensões que antes não eram contempladas. Por exemplo, houve um deslocamento da visão anterior (grande ênfase no conhecimento dos conteúdos como principal característica de um bom professor) para uma visão que contemplasse aspectos socioculturais, como vemos nas falas a seguir:

Extrato 4

L-3: [...] os problemas da turma, e a forma como foi buscada uma solução, sem envolver mandar aluno para fora de sala, me mostraram como é difícil ser professor. Mas, também mostrou como é importante olhar para outras coisas em sala de aula. Acho que o trabalho me ajudou a entender o que é ser professor. Entender que não basta escrever coisas no quadro e esperar que os alunos entendam quando eu falo”.

L-6: A turma era muito difícil de se trabalhar, pois a turma não participava, tinha frequência bem baixa, os alunos não faziam as atividades propostas. Então, o foco foi trabalhar com essa turma com o objetivo de interagirmos com a turma, e os alunos com eles mesmos, para que pudessem trabalhar juntos. Esse foi o nosso maior desafio[...] O projeto, e as discussões, estão me proporcionando experiências incríveis, e me fazendo refletir a todo o momento, e confirmando, que estou seguindo o caminho certo para me tornar professor [...] Agora sinto que estou aprendendo o que é ser professor[...] Ser professor é olhar para os alunos também e ouvir o que eles pensam!

L-1: Não tinha ideia que escolher um recurso tecnológico era tão complicado, pois sempre pensei no que era melhor para eu usar e não no que o aluno precisa usar.

L-8: Aprendi que é importante diversificar as formas de apresentar o conteúdo, pois cada um aprende de uma forma diferente. Falei isso porque vi que os alunos respondendo a mesma questão na prova usando exemplos diferentes das atividades que fizemos. Por exemplo, teve aluno que usou mais o conteúdo do filme que a gente passou para explicar sobre tempo, enquanto outro usou a discussão em sala.

Isso reflete a fala de Huberman (1992) que alega existirem dois aspectos no início da carreira docente: o da “sobrevivência” e o da “descoberta”. O primeiro é o confronto inicial com a complexidade da condição profissional. O segundo aspecto faz referência ao ânimo inicial, à empolgação por estar, finalmente, em situação que demanda responsabilidade e por se sentir parte de um determinado grupo profissional. Isso é corroborado pela fala de GARCÍA (1999), quando comenta sobre a transição do papel de estudantes para o de professores, afirmando que estes passam por diferentes etapas, nas quais se farão exigências pessoais, profissionais, organizacionais, contextuais e psicológicas (p. 112).

As atividades reflexivas no PIBID promoveram uma crença de autoeficácia no grupo de que seria possível contornar os problemas encontrados em sala de aula, quando trabalhassem levando em consideração a voz dos alunos. Assim, o exercício da alteridade é necessário para dar sentido ao comportamento dos alunos, em vez de só confiar nos recursos metodológicos existentes para o ensino de Física. A crença de que é melhor trabalhar em grupo afetou o estado motivacional, além de prepará-lo no sentido de ter menos vulnerabilidade ao estresse profissional e de ter aumentando a resiliência deles diante de obstáculos, experiências aversivas e realizações pessoais (DEMIR, K. & ELLETT, 2014; EVANS, 2014). Pode-se notar que as experiências (por exemplo, vide a fala de L-6) vividas no contexto real foi uma nova fonte de crença (fonte de domínio).

A mudança foi identificada quando comparamos a postura inicial dos licenciandos (não estavam tão engajados na turma, por não acreditarem que suas ações poderiam produzir os resultados desejados) com o momento posterior, quando suas crenças de autoeficácia mudaram positivamente, pela percepção de que era possível trabalhar na turma, desde que ajustes fossem feitos ajustes e que fosse dada voz aos alunos.

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

A contribuição das TDIC para a mudança relatada anteriormente é evidenciada quando os licenciandos foram perguntados sobre suas crenças a respeito de conseguir ensinar, combinando adequadamente tecnologias, conteúdos e abordagens de ensino com recursos aprendidos, ou desenvolvidos, ao longo de sua formação/experiências no ensino. As respostas mostraram que eles têm continuado tendo grande crença de autoeficácia em seu conhecimento tecnológico, pedagógico dos conteúdos, mas de outra forma. Por exemplo, no caso de uma estratégia em particular (o uso do Facebook), os licenciandos alegaram que tinham grande expectativa sobre o uso desta ferramenta para o aprendizado dos alunos, acreditando que toda turma participaria com grande entusiasmo, que iria aprender mais sobre o tema estudado e perceber a importância da pesquisa, desenvolvendo, assim, um maior senso crítico. Os excertos abaixo revelam que os resultados não foram os esperados, mas que eles identificaram outras vantagens no uso:

Extrato 5:

L-1: Eles continuam copiando e colando da internet sem observar as fontes.

L-2: Sim! Mas, não são todos! Tem aluno construindo texto próprio. Isso é muito legal!

L-4: Acho que o importante para eles foi a oportunidade de trabalhar em grupo. Ficaram mais animados..

L-3: Acho que nós também falhamos, pois não deu tempo de responder todo mundo nas postagens! Isso desanimou alguns alunos”.

L-1: gente consegue melhorar isso! É só organizar melhor!!

L-2: Achei que a parte mais positiva do que foi feito é que eles produziam as frases sobre o tópico de Física e não a gente. Com isso, eles tiveram que pensar no assunto mais do que se tivessem só copiando do quadro”.

L-6: Sem falar que o trabalho no Facebook integrou alunos que nem se falavam antes para trabalhar juntos. Isso foi legal também!

Contudo, eles ainda mantêm muito de uma visão instrumental do uso das TDIC, evidenciada na alegação de (L-8), em que todos concordaram: “pena que a escola não tem laboratório de informática, pois a simulação é melhor do que escrever no quadro.” Ela apresenta uma imagem dinâmica do fenômeno, contribuindo para a assimilação dos conteúdos estudados.

Outra mudança observada foi em relação à importância atribuída à experimentação na elaboração das atividades. Inicialmente, eles alegavam, em vários momentos nas reuniões do PIBID, que precisavam fazer mais experimentos, como se isso fosse resolver todos problemas do Ensino de Física. Pode-se considerar que este fato aponta para a necessidade observar que esse discurso é um reflexo de um modelo de formação docente relacionado ao modelo da racionalidade técnica, onde “a atividade profissional consiste na solução instrumental de um problema feita pela rigorosa aplicação de uma teoria científica ou uma técnica” (SCHÖN 1983, p. 21).

Segundo Diniz-Pereira (2014), há pelo menos três conhecidos modelos de formação

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

de professores que estão baseados no modelo de racionalidade técnica: o modelo de treinamento de habilidades comportamentais, no qual o objetivo é treinar professores para desenvolverem habilidades específicas e observáveis (AVALOS, 1991; TATTO, 1999); o modelo de transmissão, no qual conteúdo científico e/ou pedagógico é transmitido aos professores, geralmente ignorando as habilidades da prática de ensino (AVALOS, 1991); o modelo acadêmico tradicional, o qual assume que o conhecimento do conteúdo disciplinar e/ou científico é suficiente para o ensino e que aspectos práticos do ensino podem ser aprendidos em serviço (ZEICHNER, 1983; TABACINICK E ZEICHNER, 1991).

No início da intervenção, as crenças de autoeficácia dos licenciandos tinham mais proximidade com o modelo de racionalidade tecnicista. Contudo, após a intervenção, esse modelo foi se tornando um híbrido de outros modelos, pela mistura de uma racionalidade tecnicista e prática com a racionalidade crítica, como aponta Carr & Kemmis (1986):

“No modelo da racionalidade crítica, a educação é historicamente localizada – ela acontece contra um pano de fundo sócio-histórico e projeta uma visão do tipo de futuro que nós esperamos construir –, uma atividade social – com conseqüências sociais, não apenas uma questão de desenvolvimento individual –, intrinsecamente política – afetando as escolhas de vida daqueles envolvidos no processo – e finalmente, problemática – seu propósito, a situação social que ele modela ou sugere, o caminho que ele cria ou determina relações entre os participantes, o tipo de meio na qual ele trabalha e o tipo de conhecimento para o qual ele dá forma” (CARR e KEMMIS: 1986, p. 39).

As experiências vivenciadas pelos licenciandos se tornou uma nova fonte de crenças (fonte de domínio) que acabaram por auxiliar na reformulação, ou adequação, do modelo de ensinar e do papel do professor (por exemplo, vide extrato 4).

A tabela-2 apresenta um resumo de como as crenças foram alteradas após as atividades reflexivas.

Tabela-2: Crenças após as atividades

Dimensão	Crença	Fonte
Formação profissional (visão de ensino)	Só saber Física não é suficiente para ser bom professor. É necessário conhecer o contexto sociocultural dos alunos e aprender a integrar outros conhecimentos à prática docente; A experimentação sem reflexão não produz conhecimento.	Domínio e persuasão verbal do pesquisador.
Papel docente	Trabalho colaborativo com os alunos é mais produtivo; Ser professor é propiciar espaço para discussão e protagonismo.	vicária; domínio e persuasão verbal

Enseino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

Uso das TDIC	Mistura de Instrumental com percepção de novas possibilidades de dar protagonismo ao aluno; Ajuda a deslocar o professor do papel central no ensino tradicional	Domínio e persuasão verbal do pesquisador.
Epistemológica	positivista-indutivista	vicária

Fonte: autor

Conclusões

Em geral, a fonte de crença de autoeficácia não foi estática, mas se deslocou de vicária (prioritariamente no início) para experiências de domínio. A interpretação que os licenciandos fizeram das atividades, influenciaram no desenvolvimento das crenças de autoeficácia, como já é apontado na literatura (AZZI; POLYDORO; BZUNECK, 2006; NAVARRO, 2002).

De acordo com a literatura, a eficácia é uma das poucas características do professor que pode ser relacionada ao desempenho do aluno (TSCHANNEN-MORAN *et al.*, 1998), pois professores que têm altas expectativas de eficácia evidenciam mais esforço e persistência em tarefas específicas de ensino; eles se envolvem em atividades que apoiam a aprendizagem (ROSS, 1998).

A partir das análises é possível concluir que houve um deslocamento da fonte de CAD em três etapas. No início, era mais forte a fonte vicária (alunos da licenciatura se espelham nas experiências de professores que tiveram na escola básica enquanto alunos e no supervisor do PIBID).

Depois, com as experiências vivenciadas pelos próprios licenciandos (experiências de domínio), a principal fonte de CAD passou a ser a de domínio. Contudo, com o passar do tempo, a persuasão verbal (discussões nas reuniões do PIBID com o pesquisador) passou a ser uma fonte tão importante quanto a das experiências de domínio como fonte de CAD, pois com a reflexão sobre as experiências, as observações ganharam novas dimensões e olhares, se tornando uma fonte de CAD. Assim, estas observações nas etapas de formação de crenças sobre a capacidade de ensinar um determinado conteúdo podem ajudar a orientar os cursos de formação de professores a influência das CAD nas práticas futuras dos docentes.

Outro fator importante é que os estados afetivos e fisiológicos também foram muito importantes para as crenças dos licenciandos. Contudo, ao serem contextualizados nas discussões nas reuniões do PIBID, os problemas foram vistos não mais como impeditivos para as práticas, mas como parte do processo e como variáveis que devem ser levadas em consideração no planejamento e integração dos saberes. Desta forma, a eficácia aumenta com a experiência de domínio da ferramenta e com a persuasão verbal (discussão e reflexão sobre os contextos), promovendo melhores condições de gerenciar problemas sem perder a

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

motivação (MULHOLLAND E WALLACE; 2001; GHAITH & YAGHI, 1997; WOOLFOLK HOY & BURKE-SPERO, 2005). Essa observação encontra eco na fala de outras pesquisas, que alegam que uma experiência bem sucedida com o ensino parece ter um impacto positivo na eficácia do ensino de Ciências (CANTRELL ET AL., 2003; KNOBLOCH & WHITTINGTON, 2002).

Acredita-se que pode existir um ciclo virtuoso, onde as mudanças nas crenças do professor levam a mudanças nas práticas de ensino, que trazem mudanças na aprendizagem dos alunos, que trazem mudanças adicionais nas práticas do professor, que resultam em mudanças adicionais nas crenças e assim por diante. Entretanto, é necessário ponderar que, embora a literatura traga orientações, não há uma receita definida para esta mudança.

Por fim, no caso específico do uso das TDIC, é preciso avaliar como as crenças se relacionam com o Conhecimento Tecnológico Pedagógico dos Conteúdos (CTPC) como apresentado por Mishra e Koehler (2006), pois podem ter ramificações importantes para a formação de professores. Como este referencial estuda como são mobilizados, conscientemente, ou não, estas três dimensões do conhecimento no trabalho docente, apontamos a necessidade de mais pesquisas sobre como os candidatos a professores poderiam aprimorar seu próprio CTPC explorando primeiro suas próprias suposições de conhecimento e crença, além de refletir sobre suas epistemologias sobre Ciência e aprendizagem. Por outro lado, o CTPC tem foco no professor (MISHRA & KOEHLER, 2006), o que pode ser uma limitação para trabalhos colaborativos com alunos se envolvendo no planejamento de atividades. Assim, são necessários novos estudos que identifiquem como os alunos mobilizam seus conhecimentos tecnológicos nas construções de processos de aprendizagem e quais são as crenças dos estudantes sobre como eles aprendem melhor.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer a todos que auxiliaram para a realização do presente trabalho e, agradecer de forma especial, ao apoio dado aos autores tanto pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, quanto ao CnPq.

REFERÊNCIAS

- ABDAL-HAQQ, I. Making time for teacher professional development. Washington, DC: ERIC Clearinghouse on teaching and teacher education. 1995
- AGUIRRE, J.M. & HAGGERTY, S.M. Preservice teachers meanings of learning. **International Journal of Science Education**, 17(1): 119-131. 1995
- AGUIRRE, J.M., HAGGERTY, S.M. & LINDER, C.J. Student-teachers conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. **International Journal of Science Education**, 12(4): 381-390. 1990

- AGUIRRE, J. & SPEER, N. M. Examining the relationship between beliefs and goals in teacher practice. **Journal of Mathematical Behavior**; 18, 327-356. 2000
- ALEXANDER, P. A., MURPHY, P. K., & WOODS, B. S. Of squalls and fathoms: Navigating the seas of educational innovation. **Educational Researcher**, 25(3),31-36,39. 1996
- ALBION, P. R. Self-efficacy beliefs as an indicator of teachers' preparedness for teaching with technology. **Retrieved**. v. 25, Jul. 1999. Disponível em: <http://www.usq.edu.au/users/albion/papers/site99/1345.html>. Acesso em: 7 jul. 2018.
- ALBION, P. R. Some factors in the development of self-efficacy beliefs for computer use among teachers education students. **Journal of Technology and Teacher Education**. v. 9, n. 3, p. 321-347, 2001.
- ANDERSON, L M. Nine prospective teachers and their experiences in teacher education: The role of entering conceptions of teaching and learning. In R. Sternberg & B. Torff(Eds.), **Understanding and teaching the implicit mind** (pp. 187-215). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 2001
- AVALOS, B. Approaches to teacher education: initial teacher training. London: **Commonwealth Secretariat**, 1991. CARR, W. KEMMIS, S. **Becoming**
- BACHELARD, G. A. **A formação do Espírito Científico**. Tradução E.S. Abreu. Rio de Janeiro. 1996
- BANDURA, A. Self-Efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. **Psychological Review**, v.84, p. 191-215. 1977
- BANDURA, A. Social Foundations of thought and action. **A Social cognitive theory**. New Jersey. Englewood Cliffs, 1986.
- BANDURA, A. **Self-efficacy: The exercise of control**. New York. W. H. Freeman and Company, 1997
- BANDURA, A. AZZI, R. POLYDORO, S. A. J. e colaboradores. **Teoria social Cognitiva: Conceitos básicos**. Porto Alegre. p. 97-114. 2008
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BORGES, Oto. Formação inicial de professores de Física: formar mais! formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.2 .p. 135 – 142, 2006.
- BORKO, H., & PUTNAM, R. . learning to teach. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.), **Handbook of educational psychology** (pp. 673-708). New York: Macmillan.1996
- BULLOUGH, R. V. JR., & PINNEGAR, S. Guidelines for quality in autobiographical forms of self-study. **Educational Researcher**; 30(3), 13-21. 2001
- CANTRELL, P. YOUNG, S. MOORE, A. Factors affecting science teaching efficacy of preservice elementary teachers. **Journal of science teacher education**, 14, 177-192. 2003
- CAPRARA, G. V. et al. Efficacy beliefs as determinants of teachers' job satisfaction. **Journal of Educational Psychology**, 95, 821-832. 2003
- CARDELLE-ELAWAR, M. & NEVIN, A. The role of motivation in strengthening teacher identify: Emerging themes. **Action in teacher Education**. 25, 48-58. 2003
- CARR, W. KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. London: The Falmer Press, 1986.
- COLE, D. A. GONDOLI, D. M., & PEEKE, G. Structure and validity of parent and teacher perceptions of children's competence: A multitrait-multimethod-multigroup investigation. **Psychological Assessment**, 10,241-249. 1998
- DANIELWICZ, J. **Teaching selves: Identity, pedagogy, and teacher education**. Albany: State University of New York Press. 1997
- DAVIS, H. A. HARTSHORNE, R. HAYES, S. RING, G. Developing an innovative identity: preservice teachers' beliefs about technology an innovation. Paper presented at the **Annual Conference of the American Psychological Association**, Toronto, Canada. 2003
- DEMIR, K. & ELLETT, C. D. Self beliefs, change processes and professional development teacher. In: EVANS, R. LUFT, J. CZERNIACK, C. PEA, C. (eds.). **The Role of Science**

- Teachers' Beliefs in International Classrooms.** Sense Publishers, Rotterdam, Netherlands. 2014
- DE VRIES, Y. & BEIJAARD, D. Teachers' conceptions of education: A practical knowledge perspective on "good" teaching. *Interchange*, 30,371-397. 1999
- DINIZ-PEREIRA, J. E. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. Perspectivas em Diálogos. *Revista de Educação e Sociedade*, v. 1, n.1, 34-42. 2014
- ENTWISTLE, N. Contribution of psychology to learning and teaching. In: N. ENTWISTLE (Ed.), **New Directions in Educational Psychology: Learning and Teaching.** London: The Falmer Press. 1985
- EVANS, R. H. Cultural Effects on Self-Efficacy Beliefs. In: EVANS, R. H; LUFT, J; CZERNIAK, C; PEA, C. (Orgs). *The Role of Science Teachers' Beliefs in International Classrooms.* Rotterdam, The Netherlands : Sense Publishers, 2014. pp. 35-48
- FENSTERMACHER, G. The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. In L. Darling Hammond (Ed.), **Review of research in education** (Vol. 20, pp. 1-54). Washington, DC: American Educational Research Association. 1994
- FREEMAN, D. The hidden side of the work: Teacher knowledge and learning to teach. *Language Teaching*, 35, 1-13. 2002
- FOX, D. Personal Theories of Learning. *Studies in Higher Education*, 8(2): 151-163. 1983
- GARCÍA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa.** Porto: Porto Editora (Coleção Ciências da Educação – século XXI), 1999.
- GARCÍA, C. M. Aprender a enseñar: un estudio sobre el proceso de socialización de profesores principiantes. Madrid. **Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia** : C.I.D.E., 1991.
- GHAITH, G., & YAGHI, H. Relationships among experience, teacher efficacy and attitudes towards the implementation of instructional innovation. *Teaching and Teacher Education*, 14,451–458. 1997
- GODDARD, R. D. HOY, W.K. WOOLFOLK HOY, A. Collective efficacy beliefs: theoretical developments, empirical evidence, and future directions. *Educational Researcher*, 33, 3-13. 2004
- GOULD, I. Changes in preservice teachers' schema for understanding teaching. *Action in Teacher Education*, 21(4), 90-100. 2000.
- GREGOIRE, M. Is it a challenge or a threat? A dual process model of teachers' cognition and appraisal processes during conceptual change. *Educational Psychology Review*, 15,147-179. 2003
- GREGOIRE, M., ASHTON, P., & ALGINA, M Changing preservice teachers' beliefs about teaching and learning in mathematics: An intervention study. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 164-186. 2004
- GUSTAFSON, B.F. & ROWELL, P.M. Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17(5): 589-605. 1995
- HOY, A. W. DAVIS, H. PAPE, S. Teacher Knowledge and Beliefs. In: Patricia A. Alexander, Philip H. Winne (Org.). **Handbook of Educational Psychology.** P.715-737 2006.
- HUBERMAN, M. O Ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (org.). **Vidas de professores.** 2. ed. Portugal: Porto Editora, p. 31-61, 1992.
- KORTHAGEN, F. A. J. In search of the essence of a good teacher. Towards a more holistic approach in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 20, 77-97. 2004
- LABONE, E. Teacher Efficacy: maturing the construct through research in alternative paradigms. *Teaching and Teacher Education*, 20, 341-359. 2004
- LADSON-BILLINGS, G. **Crossing over to Canaan: The journey of the new teachers in diverse classrooms.** San Francisco: Jossey-Bass. 2001
- LEVITT, K. E. An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, 86, 1-22. 2001

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

- MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D.; BRITO, G. S. O Ensino de Física e as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: uma análise da produção recente. In: **ANAIS DO SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 19. 2011, Manaus. 2011
- MAZZOTTI, A. J. A., GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**. São Paulo: Pioneiras; 1998
- MIDDLETON, V. A. **Increasing preservice teachers' diversity beliefs and commitments**. *The urban Review*, 34, 343-361. 2002
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054. 2006.
- MOREIRA, M.M. Grandes Desafios Para O Ensino Da Física Na Educação Contemporânea. Conferência proferida na **XI Conferência Interamericana sobre Enseñanza de la Física**, Guayaquil, Equador, julho de 2013.
- MULHOLLAND, J., & WALLACE, J. . Teacher induction and elementary science teaching: Enhancing self-efficacy. **Teaching and Teacher Education**, 17, 243-261. 2001
- PAJARES, E. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, 62, 307-332. 1992
- REZENDE, F; OSTERMANN, F; FERRAZ, G. "Ensino-aprendizagem de Física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI". **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 31, No. 01, 2009, p. 1402.
- RICHARDSON, V. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In]. Sikula (Ed.), **Handbook of research on teacher education** (2nd ed., pp. 102-119). New York: Macmillan. 1996
- SCHÖN, D. **The reflective practitioner**. New York: Basic Books, 1983.
- SCHRAW, G., & OLAFSON L. Teachers' epistemological world views and educational practice. **Issues in Education: Contributions from Educational Psychology**, 8(2), 99-148. 2002
- SCHUTZ, P. A. CROWDER, K. C. WHITE, V. E. The development of a goal to become a teacher. **Journal of Education Psychology**, 93, 299-308. 1999
- SHUELL, T.J. The role of educational psychology in the preparation of teachers. **Educational Psychologist**, 31, 15-22. 1996
- SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**. Washington, 15, 4-14, 1986.
- STAUB, E C., & STERN, E. The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence for elementary mathematics. **Journal of Educational Psychology**, 94, 344-355. 2002
- STRAUSS, S. Confessions of a born-again constructivist. **Educational Psychologist**, 31, 15-22. 1996
- TSCHANNEN-MORAN, M. WOOLFOLK HOY, A. Teacher efficacy: Capturing and elusive construct. **Teaching and Teacher Education**, 17, 783-805. 2001
- ZIMMERMANN, E. Modelos De Pedagogia De Professores De Física: Características E Desenvolvimento. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.17, n.2 p.150-173. 2000
- ZOHAR, A., DEGANI, A., & VAAKNIN, E. Teachers' beliefs about low achieving students and higher order thinking. **Teaching and Teacher Education**, 17, 469- 485. 2001

SOBRE OS AUTORES

AUTOR 1.

O autor é doutorando em Educação em Ciências e Saúde pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre na mesma área pela UNIPLI, além de ser Licenciado em Física pela UERJ. É Professor Efetivo do Curso de Licenciatura em Física do CEFET-RJ, Campus

Ensino, Saúde e Ambiente - V12 (3), pp. 86-103, Dez. 2019

Petrópolis. Neste trabalho, atuou como pesquisador principal, conduzindo a pesquisa de campo, levantando os dados, analisando em conjunto os mesmos e na escrita do artigo.

AUTOR 2.

O autor 2 é doutorando e mestre em Educação em Ciências e Saúde pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É formado em Ciências Biológicas pela UECE e participa do mesmo grupo de pesquisa dos demais autores, onde pode auxiliar nas discussões e análise dos dados.

AUTOR 3

Doutora em Educação pela Universidade de Boston, USA. É Professora Associada III do NUTES/UFRJ e Coordenadora do Laboratório de Tecnologias Cognitivas Universidade Federal do Rio de Janeiro, atuando como líder do grupo de pesquisa "Pesquisa e Desenvolvimento de Ambientes Construtivistas de Aprendizagem Presenciais e a Distância com uso de Tecnologias da Informação e Comunicação/ CnPq. Assim, ela participou deste trabalho tanto orientação teórica quanto auxílio na escrita e análise dos dados.

ANEXO H -: Artigo publicado sobre outro recorte da tese sobre a integração das tecnologias
(Disponível em: <https://relatec.unex.es/article/view/3446/2392>)



ARTIGO / ARTICLE

Um Panorama Sobre a Integração do Conhecimento Tecnológico na Formação de Professores de Ciências

An Overview of the Integration of Technological Knowledge in the Formation of Science teachers

Raul dos Santos Neto¹ y Miriam Struchiner²

Recibido: 14 abril 2019
 Revisado: 25 octubre 2019
 Aceptado: 15 noviembre 2019

Dirección autores:

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ). Av. Maracanã, 229 - Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, 20271-110, Brasil.

²Instituto NUTES. Universidad Federal de Rio de Janeiro. Av. Carlos Chagas Filho, 373, Rio de Janeiro - RJ, 21941-590, Brasil.

E-mail / ORCID

profraultneto@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4350-4001>

miriamstru@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9979-2364>

Resumo: Saber formar professores de ciências na sociedade da informação é uma necessidade desafiadora. Para estudar como as tecnologias são mobilizadas e integradas na prática educacional, o referencial teórico do Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo, mais conhecido como TPACK, foi utilizado. Portanto, este trabalho é uma revisão sistemática da literatura de artigos presentes na bases de dados da CAPES/MEC (Brasil) no período de 2006-2018 sobre o uso do referencial teórico do TPACK. O objetivo deste trabalho foi identificar como o referencial do TPACK é estudado nas publicações sobre formação de professores de Ciências, observando os focos de pesquisa para montar um panorama sobre as contribuições no uso do TPACK. Foram utilizados os procedimentos metodológicos propostos por Sampaio e Mancini (2007) para revisão de literatura de artigos. As principais tendências de pesquisa envolviam estudos sobre a confiança em instrumentos para avaliar dimensões de conhecimento no modelo teórico do TPACK, barreiras para o desenvolvimento do TPACK e natureza do TPACK. Os resultados permitiram elencar semelhanças e diferenças entre tendências metodológicas, e de foco de pesquisa, bem como identificar lacunas sobre o uso do modelo TPACK em áreas importantes como o Ensino de física e para a formação de professores.

Palabras clave: Formação de Professores, Ensino de ciências, TPACK, Tecnologia educacional.

Abstract: Knowing how to train science teachers in the information society is a challenging need. To study how technologies are mobilized and integrated into educational practice, the theoretical framework of Technological Knowledge, Pedagogical Content, better known as TPACK, was used. Therefore, this document is a systematic review of the literature of articles in the CAPES / MEC (Brazil) databases of 2006-2018 on the use of the TPACK theoretical framework. The objective of this work was to identify how the TPACK framework is studied in the publications on the training of science teachers, observing the research approach to create an overview of the contributions in the use of TPACK. The methodological procedures proposed by Sampaio and Mancini (2007) were used to review the articles. The main research trends involved studies on the confidence in the instruments to evaluate the dimensions of knowledge in the theoretical TPACK model, the barriers to the development of TPACK and the nature of TPACK. The results allowed to enumerate similarities and differences between the trends of methodological approach and research, as well as to identify the gaps on the use of the TPACK model in important areas such as physics teaching and teacher training.

Keywords: Teacher Education, Science Teaching, TPACK, Educational Technology.

1. Introdução

A evolução das mídias digitais e a crescente circulação de informação vêm criando novas demandas, além de fomentar mudanças, para a formação docente. Um destaque de possíveis mudanças neste novo cenário, é sobre o papel tradicional do professor como fonte de informação e guardião do currículo, o qual entrou em crise em um mundo interconectado (Coll, 2010; Cox, 2009). Portanto, questões como estas não podem ser menosprezadas diante dos desafios enfrentados na formação de professores.

Por outro lado, escola e professores são instigados a integrarem as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), já tão familiares aos jovens em suas práticas culturais, utilizando-as em benefício do desenvolvimento do conhecimento e de sua formação crítica, promovendo autonomia, criatividade e a possibilidade de aprender e compartilhar o conhecimento em rede (Coll, 2010).

Buscando melhor compreender como os professores mobilizam seus conhecimentos quando integram as TDIC em suas práticas educativas, Mishra e Koehler (2006) propuseram o sistema conceitual do Conhecimento Pedagógico Tecnológico dos Conteúdos (CTPC), mais conhecido pela sigla TPACK, cuja origem vem da expressão inglesa *Technological Pedagogical Content Knowledge*.

Os autores observaram que as formas como os professores utilizavam pedagogicamente as tecnologias estavam intimamente relacionadas à natureza dos problemas de ensino de cada disciplina acadêmica, às questões específicas do seu conteúdo e à cultura do seu campo de conhecimento. Os autores constataram, então, que os aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo proposto por Shulman (1986) eram fundamentais para a compreensão das estratégias de uso das TDIC escolhidas, conscientemente ou não, pelos professores.

O referencial do CTPC procura articular os conhecimentos pedagógicos, os conhecimentos de conteúdo e os conhecimentos tecnológicos com as estratégias escolhidas pelos professores na integração de TDIC em suas práticas.

Sobre o tema, Harris et al (2007) lembram que o ensino é uma atividade que depende do contexto, abrangendo grande variedade de cenários socioculturais, situações e interconexões entre teoria e prática. Envolve a aplicação de conhecimentos pedagógicos e de conteúdo que se expressam de maneira única, mesmo quando os contextos são aparentemente similares. Ainda, segundo os autores, a integração de tecnologias traz a necessidade de o domínio de novo conhecimento neste cenário.

O grande desafio que se coloca para os professores nas iniciativas de integração de TDIC é desenvolver possibilidades pedagógicas para o uso eficiente de tecnologias educacionais, a partir de uma estrutura de conhecimento integrado de ensino de seu conteúdo específico (Niess, 2005). Assim, o objetivo deste trabalho é identificar como o referencial do CTPC é estudado em pesquisas publicadas sobre formação de professores de Ciências, observando os focos de pesquisa para montar um panorama sobre as contribuições no uso do CTPC e identificar possíveis lacunas.

1.1. O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC ou TPACK)

Segundo a literatura sobre CTPC (Mishra & Koehler, 2006; Cox & Graham, 2009; Koehler & Mishra, 2009;), há sete dimensões presentes nesse modelo. São elas: Conhecimento do conteúdo (CC ou CK), o conhecimento pedagógico (CP ou PK), o conhecimento tecnológico (CT ou TK), o conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC

ou PCK), o conhecimento tecnológico do conteúdo (CTC ou TCK), o conhecimento tecnológico pedagógico (CTP ou TPK) e o conhecimento tecnológico-pedagógico do conteúdo (CTPC ou TPACK). Para facilitar a leitura, vamos utilizar as abreviações em português.

Analisando separadamente cada dimensão, percebe-se que o conhecimento do conteúdo (CC) se refere aos conhecimentos mobilizados para o ensino, incluindo a identificação de aspectos centrais do conteúdo, conceitos, teorias, procedimentos e metodologias da área de conhecimento, e o conhecimento dos modelos de organização deste conteúdo específico. Envolve, também, o entendimento da natureza da área e respectivas metodologias de pesquisa. Há fortes indícios que os currículos dos cursos de áreas chamadas duras, como a Física, privilegiam o conhecimento do conteúdo em detrimento dos demais Chai et al (2013).

O campo do Conhecimento Pedagógico (CP) refere-se à compreensão sobre os métodos e práticas de ensino e como eles se relacionam com os valores e objetivos educacionais (Mishra & Koehler, 2006). Envolve a percepção das características do público-alvo, conhecimentos sobre caminhos e buscas por motivação dos alunos e a compreensão do papel do aluno e do professor no processo de ensino-aprendizagem. Em relação ao Conhecimento Tecnológico (CT), este está associado aos valores e às visões atribuídas às tecnologias e ao conhecimento sobre as formas de como utilizá-las na educação. Logo, compreende não apenas o conhecimento sobre os atributos dos recursos e ferramentas tecnológicas, mas, também, o entendimento sobre suas implicações para a sociedade.

O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) refere-se ao entendimento de quais abordagens, representações e formulações de conceitos e estratégias pedagógicas se adequam melhor ao ensino daquele assunto e de como arranjar os temas de maneira a serem mais bem compreendidos. Inclui, por exemplo, o conhecimento dos conceitos prévios dos alunos em relação ao tema, de maneira a orientar a escolha das melhores estratégias que incorporem representações apropriadas do conteúdo para auxiliar na superação das dificuldades dos alunos (Shulman, 1986; Mishra e Koehler, 2006).

Pesquisas recentes têm se apropriado dos conceitos do CTPC para investigar como e por que professores integram as tecnologias em suas práticas de ensino e onde encontram dificuldades neste processo (Niess, 2005, Lee & Tsai, 2008, Tondeur et al, 2008).

Ainda que a temática CTPC seja relativamente nova, a quantidade de material existente já permitiu que algumas revisões sistemáticas da literatura fossem feitas como o intuito de tentar analisar o estado da arte sobre a produção atual. Por exemplo, Rolando et al. (2015) apresenta uma revisão sobre o CTPC no contexto Lusófono, relatando que a pesquisa sobre o tema na língua portuguesa está na fase inicial, recomendando que a pesquisa empírica sobre o modelo CTPC se beneficiaria da utilização de instrumentos validados, o que permitiria uma compreensão melhor sobre o tema pela comparação com os resultados obtidos em outros países. Segundo os autores, esta comparação contribuiria para uma melhor compreensão e reorientação das políticas públicas voltadas para a utilização de tecnologias educacionais no ensino.

Por sua vez, a revisão de literatura de Willermark (2017) observou 107 artigos de revistas revisadas por pares sobre o uso do CTPC em estudos empíricos publicados de 2011 a 2016, procurando observar as características gerais destes estudos. O trabalho contribuiu com uma análise sobre as características gerais de CTPC em artigos recentes e sobre as abordagens usadas para identificar o CTPC do professor. A revisão revela que

existe uma variedade de abordagens e instrumentos para examinar o CTPC do professor, onde o mais comum é o auto-relato. O trabalho também alertou para o fato que os estudos se concentraram principalmente em examinar o CTPC do professor com base na perspectiva do conhecimento, e não da competência. Por isso, a autora recomenda um olhar para as competências dos professores, porque existem lacunas entre o autorrelato e o desempenho na prática e a aplicação desse conhecimento e entre exercícios de desempenho e comportamento típico.

Por fim, na revisão de literatura feita por Voogt et al. (2013), os autores apresentam um resumo conceitual do CTPC sobre como o CTPC é visto nos trabalhos estudados, procurando fornecer uma melhor compreensão sobre a natureza do CTPC. Este trabalho em específico será melhor comentado na parte de resultados.

Sampaio e Mancini (2007) destacam que uma revisão da literatura deve indicar novos rumos para futuras investigações e identificar quais métodos de pesquisa foram utilizados em uma área. Neste sentido, a contribuição desta revisão da literatura está em situar o foco das análises na Formação de Professores de Ciências, onde esperamos contribuir para a formação de futuros professores, fornecendo elementos para discussão e tomadas de decisão sobre a implementação e desenvolvimento do CTPC nos cursos de formação docente.

2. Metodologia

Foram utilizados, neste trabalho, os procedimentos metodológicos propostos por Sampaio e Mancini (2007), que apontam que uma revisão sistemática requer uma pergunta clara, a definição de uma estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos artigos e, acima de tudo, uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada.

O processo de desenvolvimento desse tipo de estudo de revisão inclui caracterizar cada estudo selecionado, avaliar a qualidade deles, identificar conceitos importantes, comparar as análises estatísticas apresentadas e concluir sobre o que a literatura informa em relação a determinada intervenção, apontando ainda problemas/questões que necessitam de novos estudos.

2.1. Perguntas de investigação

O objetivo deste trabalho é identificar como o referencial do CTPC é estudado em pesquisas publicadas sobre formação de professores de Ciências, observando os focos de pesquisa para montar um panorama sobre as contribuições no uso do TPACK e identificar possíveis lacunas. Para tal, pretende-se responder às seguintes perguntas sobre os artigos: 1) Quais foram as abordagens de pesquisa? 2) Qual era o foco das pesquisas?

2.2. Processo de busca

Com o objetivo de identificar como o referencial do CTPC é usado na formação de professores de Ciências, realizou-se uma pesquisa na base de dados da plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior do Ministério de Educação e Cultura do Brasil (CAPES/MEC), buscando identificar, classificar e avaliar de forma crítica os estudos que versaram sobre o modelo CTPC. O foco foi em artigos em Inglês, publicados no período entre 2006 e 2018. A escolha do ano de 2006 se deve ao fato do artigo de Mishra e Koehler (2006) ser a base deste referencial, onde buscou-se avaliar, até o ano de 2018. Para tal, utilizamos as seguintes palavras-chaves na língua inglesa: TPACK, Science Education, and Teacher Education.

2.3. Critérios de inclusão e exclusão

No primeiro momento, foi usada a palavra-chave TPACK resultando em 327 artigos, 19 dissertações, uma resenha e um artigo de revista. Destes, 288 eram na língua inglesa, sete em espanhol, seis em turco, três em norueguês e um em variados idiomas.

Os itens repetidos foram eliminados, restando assim 38 documentos, aos quais foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão para compor a amostra final de documentos analisados. Foram utilizados dois critérios objetivos para selecionar a amostra final de documentos: a) o artigo devia ter relação direta com a formação de professores; b) artigos em inglês e revisados por pares da área e c) tratar-se de artigo sobre o Ensino de Ciências.

2.4. Análise dos dados

Para análise dos dados, usamos classificações adaptadas a partir da abordagem estruturada/sistêmica para a revisão da literatura, como apresentado por Lee, Wu e Tsai (2009) e Tsai e Wen (2005), onde os temas de pesquisa são: Formação de professores; Ensino-aprendizagem (recursos); Ensino-aprendizagem (Processo); Políticas Públicas, Currículo e Avaliação; Abordagens Cultural, Social e de Gênero; História, Filosofia, Epistemologia e Natureza da Ciência; Educação não-formal. Para classificar os enfoques metodológicos mais usados associados ao CTPC, utilizamos a classificação de Chai et al (2013): Estudo de caso; Avaliação de artefato; Desenvolvimento de software; Estudo de intervenção; Validação de instrumentos; Estudos Survey; Análise de documentos.

Em relação aos resultados para as pesquisas de Estudos de Caso, segundo Chai et al (2013), a seleção foi feita baseada na percepção e prática dos professores, quando usada alguma forma de ferramenta tecnológica (por exemplo, criação de filmes) ou ambiente (por exemplo, simulação). Foram considerados como estudos de intervenção aqueles cujo objetivo fosse orientado por instituições públicas ou privadas na direção de buscar melhorias em cursos ou quadro de professores, empregando o modelo CTPC nos programas. Quando a avaliação centrava no uso de cursos online, classificados de acordo com os cinco aspectos da aprendizagem significativa (ativo, autêntico, intencional, construtivo e cooperativo) foram categorizados como avaliação de artefato. No caso de Estudos Survey, foram classificados aqueles que avaliaram como os professores em atividade usam o modelo CTPC em sua prática, utilizando grande número de sujeitos e de enquetes para coleta de dados. Foram classificados como estudos de Validação de instrumentos, os artigos cuja ênfase era a criação e validação de pesquisas de autorrelato sobre a identificação das sete dimensões do CTPC com uso de fator de análise.

Também foi usada análise de conteúdo de Bardin (2011) para identificar as perguntas de pesquisa nos artigos encontrados. Neste processo de tratamento e análise de dados, buscou-se encontrar convergências e incidências de palavras e frases nos objetivos enunciados nos estudos. A análise de conteúdo pode ser definida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (Bardin, 2011, p. 48).

Para tal, foram observados primeiramente os resumos dos artigos para fazer o levantamento dos dados. Quando estes não continham todas as informações, realizou-se um estudo do trabalho completo. Fez-se o que Bardin (2011) chama de leitura

flutuante, utilizando-se a regra da exaustividade, regra da representatividade, regra da homogeneidade e regra de pertinência, garantindo assim que os trabalhos selecionados atendessem aos objetivos da pesquisa.

Na segunda etapa, foram utilizados como unidades de análise, os elementos que estruturam as pesquisas da área, procedendo-se, por fim, à construção de categorias de síntese.

3. Resultados

3.1. Quais foram as abordagens de pesquisa?

Em relação ao tipo de pesquisa, identificou-se que a maior parte dos estudos 59% (22 artigos) é de natureza qualitativa, seguido por 28% (11 artigos) quantitativos e 13% (5 artigos) mistos. Isto revela uma preferência da área educacional para estudos qualitativos (Johnson e Onwuegbuzie, 2004; André, 2001). Os artigos que procuram identificar as dimensões do CTPC, sobre crenças na tecnologia para melhorar aulas e sobre validade do referencial CTPC foram os trabalhos que utilizaram uma abordagem quantitativa.

Em relação aos resultados encontrados para o enfoque de pesquisa, segundo classificação de Tsai (2005), eles apontam para uma ênfase nas relações de ensino-aprendizagem, pela observação de 20 artigos (53%) da seguinte forma: 26% artigos focaram nos recursos e 27% nos processos. Também se identificou que 23% dos trabalhos focaram em História, Filosofia, Epistemologia e Natureza da Ciência, enquanto 10 % procuraram avaliar políticas e currículos sobre formação de professores para o uso das TDIC e 12% em estudos sobre Abordagens Cultural, Social e de Gênero. Assim, há forte preocupação com os processos e com as ferramentas utilizadas no contexto educacional, o que pode sugerir uma visão muito instrumental de uso das tecnologias.

Nesta revisão não foram encontrados artigos sobre a formação de professores de Física relacionados com o CTPC, ainda que o tema geral envolvesse Ensino de Ciências. Foram identificados artigos sobre Biologia (4 artigos), Matemática (6) e Química (5). Possivelmente, isto se deve ao fato do uso do CTPC associado à formação de professores de Ciências ser relativamente recente.

Essa observação é corroborada pela avaliação de Nogueira (2015) que também não identificou nenhuma menção em nenhum estudo sobre seu uso na formação de professores de Física, o que pode sinalizar para uma lacuna na área do Ensino de Física.

Outro dado importante foi que o número de estudos envolvendo temas como cultura, sociedade e gênero aumentaram nos últimos anos (pulou de um estudo entre 2006-2015 para seis entre 2015-2018). Isto, pode sinalizar que os pesquisadores estão considerando como importantes outros fatores, como os socioculturais, para o desenvolvimento do CTPC.

Como observou-se também um aumento de estudos sobre processos de ensino-aprendizagem, com foco no trabalho colaborativo. Desta forma, pode-se sugerir que projetos colaborativos de aprendizagem, aprimorados por tecnologia, passaram a ser vistos como uma boa estratégia de desenvolvimento profissional. Especialmente, quando lembramos que professores aprendem uns com os outros, e com seus alunos, à medida que compartilham e aplicam o conhecimento. Isto é exemplificado no trabalho de McKenney (2018) que informa que o suporte básico ao processo pode permitir conversas aprofundadas, onde as informações fornecidas nas

discussões podem afetar as decisões de design e fomentar o uso do conhecimento de conteúdo pedagógico tecnológico integrado existente dos professores.

A análise sobre os focos dos trabalhos permitiu construir três grupos principais de objetivos de pesquisa utilizando o referencial do CTPC, os quais são: Avaliação de confiança em instrumentos para avaliar dimensões de conhecimento no modelo teórico do CTPC; Barreiras para o desenvolvimento do CTPC; Natureza do CTPC.

3.2. Avaliação de confiança em instrumentos para avaliar dimensões de conhecimento no modelo teórico do CTPC

Variados trabalhos, em diversos países, procuram desenvolver instrumentos válidos e confiáveis para avaliar os conhecimentos dos professores de acordo com o modelo CTPC. Por exemplo, Brantley e Ertmer (2013) fornecem uma revisão crítica da CTPC, abordando o desenvolvimento, verificação, utilidade e aplicação da estrutura do CTPC como uma forma de explicar a cognição do professor, no que tange à necessidade de integração tecnológica.

Outros estudos foram feitos com base no referencial do CTPC para avaliar domínios específicos, como o CT ou CPT necessário para desenvolver o CTPC (Rieys, 2016; Koh et al, 2010; Pamuk et al. 2015; Shinas et al. 2013; Archambault and Barnett 2010; Kazu and Erten 2014; Lee & Tsai 2010). O trabalho de Chittleborough (2014) mostrou que a dimensão do conhecimento tecnológico fomentou um aumento no conhecimento pedagógico dos professores em formação.

Quatro Estudos de intervenção buscavam avaliar como os currículos e políticas educacionais trabalhavam a integração das TDIC na formação de professores e, também, buscavam avaliar estratégias e cursos que permitissem o desenvolvimento do CTPC. Os resultados apontam para um melhor desenvolvimento da CTPC quando as ações eram feitas de forma reflexiva e baseadas em soluções de problemas. Também foi mostrado que os participantes tiveram dificuldades em compreender a diferença entre o CP e o CT. Isso dificultou o entendimento sobre a integração da CTPC, o que fez os autores sugerirem a necessidade de se refinar o modelo. Alguns artigos alegaram que a reflexão pode ajudar os futuros professores a simplificar a complexidade de sua prática, pois a consciência inicial CTPC era limitada e superficial (Koh, Woo e Lim, 2013; Lee e Kim, 2014; Liangyue, 2013 e Reyes, 2016).

Janssen et al. (2016) comparou a eficácia de dois tipos de apoio para planejamento de aulas. Ambos os tipos continham a mesma informação tecnológica, mas diferiam quanto à informação pedagógica e de conteúdo. O primeiro tipo recebeu esta informação separadamente (suporte separado); o segundo tipo recebeu essa informação de forma integrada. Os grupos foram instruídos a criar um plano de aula com tecnologia e justificar suas decisões de design. Os resultados mostraram que os professores em formação que usaram o suporte integrado tinham mais justificativas pedagógicas relacionadas ao conteúdo, além de apresentarem planos de aula de maior qualidade, comparados com o grupo que recebeu apoio separado. Ambos os grupos tinham poucas justificativas relacionadas à tecnologia, e a integração de tecnologia era de baixa qualidade.

Em alguns artigos houve a preocupação em avaliar artefatos específicos com objetivo de estudar como professores em formação percebiam as dimensões do CTPC. Por exemplo, alguns avaliaram como cursos on-line para formação de professores promovia a percepção das dimensões do CTPC (Rienties, Brouwer, Bohle Carbonel, Townsend, Rozendal, Van der Loo, Dekker e Lygo-Baker; 2013; Housseini, 2016; Harvey e Caro, 2017).

Blonder e Rap (2015) estudaram o uso do Facebook para estudar o CTPC e Crenças de Autoeficácia no uso das TDIC. Outros trabalhos estudaram o CTPC com uso de narrativas digitais (Sancar-Tokmak, Surmeli e Ozgelen; 2014), enquanto Chen et al. (2015) avaliaram como a wiki aumentou as relações das dimensões do CTPC. Os trabalhos avaliaram que as dimensões do CTPC são ampliadas, produzindo um aumento específico no CTC, como elemento mediador de outras dimensões.

Alguns trabalhos sugerem que, embora o referencial do CTPC seja útil do ponto de vista organizacional, é difícil separar cada um dos domínios e limites dos domínios do CT, CP e CC. Para Archambault e Barnett (2010) esta dificuldade de separação ocorre devido ao fato deles não estarem provavelmente separados. Os trabalhos também apontaram que a construção do CT, CC, CP foram validadas e reconhecidas pelos professores. No entanto, as dimensões do CPC, CTC, CTP e CTPC continuam sendo difíceis de separar e identificar. Segundo alguns autores, Isso pode revelar uma lacuna na formação desses professores no que diz respeito à integração adequada das dimensões do CTPC (Zelkowski et al, 2013 e Pamuk et al, 2015; Luik et al. 2018; Valtonen et al., 2018).

3.3. Barreiras para o desenvolvimento do CTPC

Os trabalhos que identificaram barreiras para a integração das tecnologias no contexto educacional, apresentaram um destaque para a falta de confiança dos professores em formação sobre o uso das TDIC em termos da infraestrutura das escolas. A principal alegação era que os professores em formação estavam céticos quanto à eficácia das escolas em se equipar adequadamente para usar as TDIC nas aulas (Chittleborough, 2014; Kopcha e Jung (2014); Martinovic e Zuo Chen, 2012; Khan, 2011; Lye, Wee, Kwew, Abas e Tay, 2014; Bauer, 2013 e Bower, Highfield, Furney e Mowbray, 2013; Sheffield et al. 2015; Kontkanen et al., 2016; Polly e Tracy, 2016).

Em relação à metodologia escolhida por estes trabalhos, todos trabalhos mencionados anteriormente usaram o Estudo de Caso. A escolha desta metodologia pode ser justificada pela fala de Robert Yin (2001) de que os estudos de caso são especialmente indicados como estratégia quando se colocam questões do tipo «como» e «por que» e onde o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos.

Outros trabalhos que usaram a metodologia de validação de instrumentos identificaram que existe uma forte relação entre aquilo que o futuro professor aprende no curso de formação universitária e a forma que ele vai usar este conhecimento na vida profissional, ou seja, ocorre uma conservação do CTC formado no ensino universitário (Archambault e Barnett, 2010; Kabakci e Coklar, 2014). Ainda usando a mesma metodologia, alguns trabalhos mostraram que o CTC surgido na licenciatura é relativamente fraco e que o ensino universitário não é eficiente na tentativa de ampliar o conhecimento neste domínio (Zelkowski, Gleason, Cox e Bismark, 2013; Young et al, 2012; Chai e Tsa, 2010).

Outros trabalhos sugerem que, embora muitos professores em formação sejam "nativos digitais", não é seguro assumir que as habilidades básicas de tecnologia se traduzem no contexto da prática da sala de aula (Pamuk, Ergun, Cakir, Yilmaz e Ayas, 2015; Luik et al. 2018; Valtonen et al., 2018).

Genericamente, estes trabalhos sugerem que só quando os professores estão familiarizados com uma ampla variedade de atividades de aprendizagem, dentro de um dado conteúdo específico, é que eles conseguem escolher adequadamente, e aplicar as TDIC de modo efetivo.

3.4. Natureza do CTPC

Alguns estudos procuram entender para que serve o referencial do CTPC, delimitando tanto sua aplicação na prática e na formação de professores quanto na sua constituição como constructo teórico conceitual sobre o trabalho docente. Por exemplo, o artigo de Brantley-Dias et al (2013) discutiu o que é o CTPC, comparando com o trabalho de Shulman (1987). Algumas perguntas foram usadas para organizar a discussão, tais como: Que valor agregado o CTPC oferece à comunidade educacional em termos de descrever, desenvolver e/ou medir a capacidade dos professores de usar a tecnologia de forma eficaz? O CTPC promove o tipo de ensino e aprendizado necessário para preparar os alunos para o século 21? E, finalmente, que pesquisa adicional é necessária para avançar nossa compreensão do que é preciso para os professores alcançarem um uso significativo da tecnologia?

Cox e Graham (2009) observaram que o constructo CTPC tem desempenhado um papel importante em permitir que os educadores considerem como as tecnologias emergentes podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, Hammond e Manfra (2009) descreveram o CTPC como uma linguagem comum que permitia aos educadores de várias disciplinas discutirem como a tecnologia poderia ser melhor integrada.

Alguns trabalhos alegam que a estrutura CTPC poderia ser usada de maneira mais ampla - por exemplo, para capacitar professores em serviço a tomar decisões mais informadas sobre o uso da tecnologia em sala de aula (Cox & Graham, 2009; Groth, Spickler, Bergner & Bardzell, 2009; Harris & Hofer, 2011). No mesmo contexto, Doering et al. (2009) afirmaram que todos os professores precisam estar cientes de suas bases de conhecimento atuais nas áreas de CT, CTP e CTPC. Essa consciência sobre o CTPC permite que os professores estabeleçam metas de aprendizagem para si próprios. Entretanto, Brantley-Dias (2013) questionou esta ideia alegando que há pouca evidência para apoiar essa afirmação, propondo uma reconsideração sobre o público-alvo da CTPC e, então, concentrar nossos esforços de forma mais restrita para atender às necessidades do público-alvo definido.

Como já mencionado, o trabalho de Voogt et al. (2013) apresentam um resumo conceitual do CTPC em sua revisão alegando que o CTPC é visto, principalmente, de quatro maneiras: (a) como uma nova definição de integração tecnológica; (b) como a integração do conhecimento de conteúdo, pedagogia e tecnologia - isto é, os meios para alcançar a integração de tecnologia (por exemplo, Niess, 2005); (c) como a base de conhecimento necessária para ensinar com tecnologia, conforme definido por três domínios de conhecimento (conteúdo, pedagogia e tecnologia) e as interseções entre eles (por exemplo, Mishra & Koehler, 2006); e (d) como um corpo distinto de conhecimento que pode ser desenvolvido e avaliado por si próprio (por exemplo, Angeli & Valanides, 2009).

Outros trabalhos buscaram entender possíveis diferenças nas percepções dos professores sobre o CTPC em relação ao gênero, idade e currículos. Por exemplo, Lin, Tsai e Chai (2013) fizeram um estudo survey procurando mostrar quais relações existiam entre as percepções sobre CTPC dos professores de ciências e suas características demográficas, tais como experiência de ensino, sexo e idade. Ele identificou que professores de ciências do sexo feminino têm maior autoconfiança no Conhecimento Pedagógico. No entanto, mostrou menor autoconfiança no CT que os do sexo masculino. Além disso, no caso de professores atuantes, as percepções das mulheres têm uma significativa dificuldade com o CT em relação à idade. Os demais trabalhos também estudaram como as dimensões do CTPC eram percebidas por

professores em exercício, relatando que os professores identificaram um efeito direto do CT e CP sobre o CTPC. Eles também identificaram essas fontes de conhecimento para desenvolver o CTP e CTC. No entanto, os participantes não viram claramente os efeitos do CC e CPC sobre o CTPC. Os resultados mostraram que os participantes não distinguem CP de CPC. No geral, estes estudos confirmam a necessidade de dar mais clareza sobre o quadro do CTPC e visitar instrumentos de pesquisa construídos diretamente em torno deste quadro (Lin, Tsai e Chai, 2013; Koh et al, 2013; Young et al, 2013; Shinas et al., 2013; Kimmons e Hall, 2018; Kabakci, 2018)

4. Conclusões e discussões

Observou-se que os trabalhos deram grande foco na análise dos constructos das habilidades e proficiências da dimensão tecnológica; nas crenças e atitudes dos professores no uso de tecnologias; no suporte dado pelas tecnologias e nas barreiras encontradas para uso das TDIC. Com isso, é possível fazer um mapeamento interessante da área para a utilização em cursos de formação de professores. Por exemplo, foi identificado que o número de estudos envolvendo temas como cultura, sociedade e gênero aumentaram nos últimos anos (pulou de um estudo entre 2005-2015 para seis entre 2015-2018), o que pode sinalizar que os pesquisadores estão considerando como importantes outros fatores, como os socioculturais, para o desenvolvimento do CTPC.

Outra observação que pode ser feita é em relação aos tipos de pesquisa, pois revelou-se uma forte preocupação com os processos e com as ferramentas utilizadas no contexto educacional. Isto pode sugerir uma visão muito instrumental de uso das tecnologias, o que demanda uma observação mais acurada sobre a Filosofia da Tecnologia adotada pelos pesquisadores nos moldes propostos por Verkerk et al. (2018).

Por fim, foi identificada outra carência de estudos com foco nos alunos. O CTPC dá grande ênfase no professor, sem levar em consideração as percepções dos alunos, bem como seus contextos socioculturais. Nesse contexto, Chai et al (2013) comentam que há necessidade de distinguir se o CTPC é centrado no professor ou no estudante. Esta preocupação se justifica, também pela fala de outros autores (Almas e Krumsvik, 2008; Hammond e Manfra, 2009) que revelam que as crenças pedagógicas dos professores e as habilidades tecnológicas são fatores importantes que influenciam como CTPC é mobilizado em sala de aula. Assim, acredita-se que os apontamentos fornecidos pela revisão ora apresentada podem servir de base para orientar os cursos de formação de professores e para direcionar novas pesquisas envolvendo o referencial do CTPC em áreas como o Ensino de Física no Brasil, por exemplo.

Embora o referencial do CTPC tenha sido introduzido formalmente há pouco mais de 10 anos (Mishra & Koehler, 2006), ele teve rápida disseminação e já foi refinado e conceituado de várias maneiras (Voogt et al., 2013). Assim, é possível reconhecer os benefícios obtidos com a introdução do CTPC, ainda que o construto, como existe atualmente, não esteja plenamente compreendido. Desta forma, existe a necessidade de mais esclarecimentos, e discussões, para orientar adequadamente futuros esforços educacionais destinados a preparar professores e alunos para o século XXI.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de

Financiamento 001, e do CNPq. Também agradecemos imensamente aos revisores deste trabalho pelas valiosas contribuições.

6. Referencias

- Almås, A. Krumsvik, R. (2008). Teaching In Technology-rich Classrooms: Is There A Gap Between Teachers' Intentions And Ict Practices?. *Research In Comparative And International Education*, 3, 10.2304/3.2.103.
- André, M. (2001). Pesquisa Em Educação: Buscando Rigor e Qualidade. *Cadernos De Pesquisa*, 113, 51-64.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological And Methodological Issues For The Conceptualization, Development, And Assessment Of Ict-pack: Advances In Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 52, 154-168.
- Archambault, L.M. Barnett, J.H. (2010). Revisitando O Conhecimento Pedagógico De Conteúdo Em Tecnologia: Explorando O Framework TPACK. *Computadores E Educação*, 55, 1656 - 1662.
- Bardin, L. (2011). Análise De Conteúdo. São Paulo: Edições 70.
- Blonder, R. Shelley, R. (2015). I Like Facebook: Exploring Israeli High School Chemistry Teachers' TPACK And Self-efficacy Beliefs. *Educ Inform Technol* 1-28.
- Bower, M; Highfield, K; Furney, P; Mowbray, L. (2013). Supporting Pre-service Teachers' Technology-enabled Learning Design Thinking Through Whole Of Programme Transformation. *Educational Media International* 50(1), P.39-50. 2013
- Brantley-dias, L. Ertmer, M. A. (2013) Goldilocks And TPACK. *Journal Of Research On Technology In Education*, 46(2), 103-128, doi: 10.1080/15391523.2013.10782615
- Chai, C-s. Koh, J. H-I & Tsai, C.C. (2013). A Review Of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), P. 31-51. 2013.
- Chen, Y-h. Jang, S - J. Chen, P - J. (2015). Using Wikis And Collaborative Learning For Science Teachers' Professional Development. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 31, 330-344
- Chittleborough, G (2014). Learning How To Teach Chemistry With Technology: Pre-service Teachers' Experiences With Integrating Technology Into Their Learning And Teaching. *Journal Of Science Teacher Education*, 25(4), Pp.373-393.
- Coll, C. Monereo, C. (Eds.) (2010). *Psicologia Da Educação Virtual: Aprender E Ensinar Com As Tecnologias Da Informação E Comunicação*. Artmed Editora S.A. Rio Grande Do Sul.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009) Diagramming TPACK In Practice: Using A And Elaborated Model Of The Tpack Framework To Analyse And Depict *Teacher Knowledge*. *Techtrends*, 53, 60-69.
- Groth, R., Spickler, D., Bergner, J., & Bardzell, M. (2009). A Qualitative Approach To Assessing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, 9, 392-411.
- Hardy, M. (2010). Enhancing Preservice Mathematics Teachers' TPACK. *Journal Of Computers In Mathematics And Science Teaching*, 29(1), 73-86.
- Hammond, T. C., & Manfra, M. M. (2009). Giving, Prompting, Making: Aligning Technology And Pedagogy Within TPACK For Social Studies Instruction. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, 9(2).
- Harris, J. Grandgenett, N., & Hofer, M. (2007). Testing A TPACK-based Technology Integration Assessment Rubric. In C. Crawford, D. A. Willis, R. Carlesen, I. Gibson, K. McFerrin, J. Harris, J., & Hofer, M. J. (2011). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) In Action: A Descriptive Study Of Secondary Teachers' Curriculum-based, Technology-related Instructional Planning. *Journal Of Research On Technology In Education*, 43, 211-229.
- Harvey, D. E Caro, R. (2017). Building TPACK In Preservice Teachers Through Explicit Course Design. *Techtrends*, 61(2), 106-114.
- Hosseini, Z. (2016). The Potential Of Directed Instruction To Teach Effectively Technology Usage. *World Journal On Educational Technology*, 8(3), 172-179.

- Janssen, Noortje, & Lazonder, Ard W. (2015). Implementing Innovative Technologies Through Lesson Plans: What Kind Of Support Do Teachers Prefer? *Journal Of Science Education And Technology*, 24(6), 910-920.
- Johnson, R. B. Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Kabakci Yurdakul, L. (2018). Modeling The Relationship Between Pre-service Teachers' TPACK And Digital Nativity. *Educational Technology Research And Development*. 66. 10.1007/S11423-017-9546-x.
- Kabakci Yurdakul, I. Coklar, A. N. (2014). Modeling Preservice Teachers' TPACK Competencies Based On Ict Usage. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 30(4), 363-376.
- Kimmons, R., & Hall, C. (2018). How Useful Are Our Models? Pre-service And Practicing Teacher Evaluations Of Technology Integration Models. *Techtrends*, 62(1), 29-36.
- Koehler, M.J.; Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development Of Technological Pedagogical Content Knowledge. *J. Educ. Comput. Res.*, 32, 131-152.
- Koehler, M.J. Mishra, P. Yahya, K. (2007). Tracing The Development Of Teacher Knowledge In A Design Seminar: Integrating Content, Pedagogy And Technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Koh, J. Chai, C. Tsai, C-c. (2013). Examining Practicing Teachers' Perceptions Of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Pathways: A Structural Equation Modeling Approach. *Instructional Science*, 41, 793-809.
- Kontkanen, S; Dillon, P; Valtonen, T; Renkola, S; Vesisenaho, M; Väisänen, P. (2016). Pre-service Teachers' Experiences Of Ict In Daily Life And In Educational Contexts And Their Proto-technological Pedagogical Knowledge. *Education And Information Technologies*, 21(4), 919-943.
- Kopcha, T. Ottenbreit-leftwich, A. Jung, J. Baser, D. (2014). Examining The TPACK Framework Through The Convergent And Discriminant Validity Of Two Measures. *Computers & Education*, 78, 87-96
- Lee, C-j ; Kim, C. (2014). An Implementation Study Of A TPACK-based Instructional Design Model In A Technology Integration Course. *Educational Technology Research And Development*, 62(4), 437-460.
- Lee, M & Tsai, C (2008). Exploring Teachers' Perceived Self Efficacy And Technological Pedagogical Content Knowledge With Respect To Educational Use Of The World Wide Web. *Instructional Science*, 38(1), 1-21. doi: 10.1007/s11251-008-9075-4
- Lee, M.-h., Wu, Y.-t., & Tsai, C.-c. (2009). Research Trends In Science Education From 2003 To 2007: A Content Analysis Of Publications In Selected Journals. *International Journal Of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
- Lin, T-c. Tsai, C-c. Chai, C. S. Lee, M-h. (2013). Identifying Science Teachers' Perceptions Of Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK). *Journal Of Science Education And Technology*, 22, P.325-336. 2013
- Luik, P., Taimalu, M., & Suviste, R. (2018). Perceptions Of Technological, Pedagogical And Content Knowledge (TPACK) Among Pre-service Teachers In Estonia. *Education And Information Technologies*, 23(2), 741-755.
- Mckenney, S., Boschman, F., Pieters, J. (2016). Collaborative Design Of Technology-enhanced Learning: What Can We Learn From Teacher Talk? *Techtrends*, 60, 385. <https://doi.org/10.1007/S11528-016-0078-8>
- Mishra, P; Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework For Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Maeng, J. L. Mulvey, B. K. ; Smetana, L. K. ; Bell, R. L. (2013). Preservice Teachers' TPACK: Using Technology To Support Inquiry Instruction. *Journal Of Science Education And Technology*, 22, 838. doi: 10.1007/s10956-013-9434-z
- Niess, M.L. (2005). Preparing Teachers To Teach Science And Mathematics With Technology: Developing A Technology Pedagogical Content Knowledge. *Teaching And Teacher Education*, 21, 509-523.
- Niess, M. L. (2008). *Guiding Preservice Teachers In Developing TPACK*. In The American Association Of Colleges For

- Teacher Education (Aacte) Committee On Innovation And Technology (Eds.), *Handbook Of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) For Educators* (pp. 223–250). New York: Routledge
- Nogueira, F. Pessoa, T. Gallego, M-j. (2015). Desafio E Oportunidades Do Uso Da Tecnologia Para A Formação Continuada De Professores: Uma Revisão Em Torno Do TPACK Em Portugal, Brasil E Espanha. *Tear: Revista De Educação Ciência E Tecnologia, Canoas*, 4(2).
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H., & Ayas, B. (2015). Exploring Relationships Among TPACK Components And Development Of The TPACK Instrument. *Education And Information Technologies*, 20(2), 241-263.
- Price, & R. Weber (Eds.) (2010). *Proceedings Of The Society For Information. Technology & Teacher Education International Conference*. (pp. 3833–3840). Chesapeake, Va: Aace
- Polly, D. Rock, T. (2016). Elementary Education Teacher Candidates' Integration Of Technology In The Design Of Interdisciplinary Units. *Techtrends*, 60(4), 336-343.
- Reyes, V. C.; Nadya Jr, R.; Gregory, S., & Doyle, H. (2016). An Exploratory Analysis Of TPACK Perceptions Of Pre-service Science Teachers: A Regional Australian Perspective. *International Journal Of Information And Communication Technology Education*, 12(4), 1-14.
- Rienties, B. Brouwer, N. Bohle Carbonell, K. Townsend, D. Rozendal, A-p. Van Der Loo, J. Dekker, P. Lygo Baker, S. (2013). Online Training Of TPACK Skills Of Higher Education Scholars: A Cross-institutional Impact Study. *European Journal Of Teacher Education*, 36(4), 480-495.
- Rolando, L. G. R., Luz, M. R. M. P., & Salvador, D. F. (2015). O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo no Contexto Lusófono: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática Na Educação*, 23(3), 174–190. <http://doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.174>
- Sahin, I. (2011). Development Of Survey Of Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK). *Turkish Online Journal Of Educational Technology*, 10(1), 97-105.
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83–89.
- Sheffield, R; Dobozy, E; Gibson, D; Mullaney, J, & Campbell, C. (2015). *Teacher Education Students Using TPACK In Science: A Case Study*. *Educational Media International*, 52(3), 227-238.
- Shulman, L. S. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth In Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Tsai, C.-c. Wen, L. M. C. (2005). Research And Trends In Science Education From 1998 To 2002: A Content Analysis Of Publication In Selected Journals. *International Journal Of Science Education*, 27(1), 3-14
- Tondeur, J.; Hermans, R.; Van Braak, J.; Valke, M. (2008). Exploring The Link Between Teachers' Educational Belief Profiles And Different Types Of Computer Use In The Classroom. *Computers In Human Behavior*, 24, 2541-2553.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., & Sointu, E. (2018). Differences In Pre-service Teachers' Knowledge And Readiness To Use Ict In Education. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 34(2), 174-182.
- Verkerk, M. J. Hoogland, J. Van Der Stoep, J. Vries, M. J. (2018). *Filosofia Da Tecnologia: Uma Introdução*. 1. Ed. Viçosa, Minas Gerais: Ultimato, 2018.
- Voogt, J., Fisser, P, Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge - a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Young, J. R. Young, J. L. Shaker, Z. (2012). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Literature Using Confidence Intervals. *Techtrends*, 56(5), 25-33
- Yin, R. (2001). *Estudo De Caso: Planejamento E Métodos*. Ed. Bookman. Porto Alegre.
- Zelkowski, J. Gleason, J. Cox, D. C. Bismarck, S. (2013). Developing And Validating A Reliable TPACK Instrument For Secondary Mathematics Preservice Teachers. *Journal Of Research On Technology In Education*, 46, 173.

ANEXO I

A EXPLORAÇÃO DE DIFERENTES MÍDIAS NAS AULAS DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA COM O TEMA USINAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Jehny Daisy Caldas de Schepper¹, Débora de Souza da Silva², Ricardo Monteiro da Silva³, Raul dos Santos Neto⁴

¹ CEFET/UnED Petrópolis/ Estudante - Licenciatura em física, jehnydaisy_c.schepper@hotmail.com

² CEFET – UnED Petrópolis/Estudante - Licenciatura em física, deborapollyanna@gmail.com

³ Colégio Estadual Mauá/Professor, ricardo.fisica-matematica@hotmail.com

⁴CEFET – UnED Petrópolis/Professor, profraulneto@hotmail.com

Resumo

Os objetivos propostos pelo movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) incorporam valores que estão vinculados aos interesses coletivos. Tais valores se relacionam às necessidades humanas e desenvolvem questionamentos sobre problemas socioeconômicos, no qual todos fazem parte. Neste artigo, discutiremos inicialmente a importância do uso do CTS e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Ciências. A seguir os autores deste trabalho descrevem uma sequência didática aplicada no segundo ano do ensino médio de uma escola estadual do Estado Rio de Janeiro, cujo tema escolhido foi Energia e Usinas geradoras de energia Elétrica. A sequência didática que aqui será discutida foi desenvolvida a partir da aproximação Escola/Universidade, que neste caso se tornou possível devido a participação dos autores no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Com a análise da aplicação desta sequência didática aplicada na realidade escolar do ensino médio iremos refletir a respeito da importância de se abordar de forma crítica as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Tendo como objetivo principal a formação crítica e participativa dos alunos.

Palavras-chave: CTS, Tecnologias de Informação e Comunicação, Ensino de Física, Energia, usinas Geradoras de Eletricidade.

Introdução

A algumas décadas o ensino de Física na escola básica é objeto de críticas e propostas de reformulações. Os currículos de Física, que predominaram no Brasil por muitos anos e ainda hoje são vigentes em muitas das escolas brasileiras, é dividido em blocos (Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo). Em geral essa é a mesma sequência ditada pelos livros que foram importados dos manuais estrangeiros do século XIX (TERRAZAN, 1992). Acreditamos que essa divisão da Física para o ensino médio, com pouca ou nenhuma contextualização do universo em que o aluno vive, irá contribuir pouco para a formação de um cidadão crítico e consciente dos problemas enfrentados pela sociedade contemporânea.

Neste trabalho apresentaremos uma sequência didática que contempla o estudo de usinas geradoras de energia elétrica, essa sequência didática foi desenvolvida pelo professor da disciplina na escola básica em conjunto com licenciandos em Física participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência do CEFET-RJ. O tema, por nós escolhido, está diretamente relacionado

a questões científicas, tecnológicas, políticas sociais e ambientais da sociedade moderna. Com isso defendemos que os nossos alunos devem ser preparados para compreender esse assunto não apenas dentro dos modelos e conceitos da Física. Para tanto optamos por fazer uma abordagem contextualizada no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). No que diz respeito a perspectiva CTS, corroboramos com Santos e Mortimer (2001) que defende que esta contribui para uma reflexão crítica, possibilitando um preparo do aluno para o exercício da cidadania. Na seção *O enfoque CTS no ensino de ciências* iremos apresentar uma breve discussão a respeito da história do CTS e também de algumas vantagens deste no ensino de ciências.

Na sequência didática também estimulamos os alunos a se expressarem por diferentes mídias, utilizando recursos tecnológicos (vídeos, computador, internet e outros) para pesquisa, tais recursos encontram-se cada vez mais presentes em nossa sociedade. Os jovens como futuros cidadãos participativos na sociedade em que vivem devem estar preparados para fazer uso destas tecnologias de forma a buscar e filtrar as informações que ali se encontram disponíveis. Dessa forma, acreditamos que estes recursos podem ser atrativos para os nossos alunos e com isso, despertar a curiosidade e atenção deles em relação aos temas abordados em nossas aulas. Na seção *A aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ensino de ciências* faremos uma breve abordagem a respeito do papel que pode ser desempenhado por essas tecnologias em sala de aula.

E por fim na seção *Planejamento e execução da sequência didática* iremos apresentar a nossa sequência didática e faremos uma análise qualitativa da mesma. Neste trabalho, pretendemos apresentar e demonstrar algumas possibilidades de uma abordagem em CTS e do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em um ensino de ciências que tenha por objetivo a formação de um cidadão reflexivo e crítico.

O enfoque CTS no ensino de ciências

O CTS trata de desenvolvimento de valores a partir da educação básica, onde esses valores estão vinculados aos interesses da comunidade. Valores básicos como solidariedade, consciência do compromisso social, respeito ao próximo, cumprimento de regras e defender os direitos (Santos e Schnetzler, 1997).

Um maior enfoque é dado quando se trata da questão da educação científica, desmistificando que ciência é uma atividade de domínio exclusivo de um grupo pequeno e seleto de especialistas, que trabalham em busca de um conhecimento pessoal sobre o Universo (Santos; Mortimer, 2001). Acreditamos que a ciência não é uma atividade única e exclusiva desse grupo de especialistas, seu desenvolvimento está ligado diretamente com as novas tecnologias, ou, pode se dizer, que as tecnologias estão ligadas diretamente com a ciência e sociedade, e implicam nas condições sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais. Defendemos, que o uso da ciência e da tecnologia possui implicações para a sociedade, consequências que podem ser consideradas boas ou ruins para o convívio de um grupo social, por isso, esse uso precisa ser controlado socialmente, e para que uma decisão democrática possa ser tomada, é preciso primeiro que se tenha o letramento científico e tecnológico, que se refere tanto a compreensão de conceitos científicos como à capacidade de aplicar esses conceitos.

Essa necessidade de controlar a ciência e a tecnologia pela comunidade, contribuiu diretamente para os objetivos do ensino de ciência, onde antes esse ensino servia para formar mão de obra, e agora o principal objetivo do currículo com o CTS, é formar cidadãos conscientes e críticos (Santos; Mortimer, 2001). O CTS ressalta muitos objetivos ao longo desses anos que vem sendo estudado e implementado, apontados por diversos autores, como: (i) promover o letramento científico; (ii) relacionar a ciência com aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; (Santos; Schnetzler, 1997). (iii) auxílio aos alunos na construção de conhecimentos, habilidades e valores, necessários para a tomada de decisões responsáveis sobre questões de ciência tecnologia sociedade e ambiente e atuar na solução de tais problemas (Santos, 2007); (iv) contextualização no ensino de ciência em uma perspectiva crítica (Renato; Freitas; Menezes, 2013).

Conforme Barboza e Bazzo (2014), os estudos em CTS apontam três grandes direções nos campos da pesquisa, das políticas públicas e da educação. Ainda segundo os autores, essas três direções coexistem, se completam e se fossem aplicadas de forma bem sucedida seriam capazes de contribuir para alterar a realidade vigente no que diz respeito a produção econômica, modelo de sociedade e equidade social. No campo da educação, um currículo com ênfase em CTS trata das relações entre a teoria científica e a prática (Santos; Mortimer, 2001). Sendo assim, o enfoque em CTS deve favorecer para que o aluno não conheça somente os conceitos científicos estudados, mas que também possibilite que este possa ser capaz de posicionar-se criticamente a respeito do assunto (Santos; Andrade, 2013).

A aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ensino de ciências

As TIC exercem cada vez mais um papel fundamental na forma de nos comunicarmos, aprendermos e vivermos. O grande desafio do uso dos equipamentos tecnológicos no ensino é a forma como serão utilizados e como será feito o controle sobre o tipo de tecnologia que será implementada nas aulas ou nas atividades. Defendemos, que ter acesso à informação não significa construir o conhecimento. É necessário que as informações adquiridas sejam processadas e relacionadas com significados já existentes, e com isso, interpretá-las e transformá-las em conhecimento.

Segundo Moran (2001), educar com novas tecnologias é um desafio que até agora não foi enfrentado com profundidade, são feitas apenas adaptações, pequenas mudanças. “Ensinar com novas tecnologias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial” (Moran, 2001, p. 28).

A utilização das tecnologias nas escolas básicas se baseia muito no uso do computador e da internet, e acabam ficando de lado, outros recursos de comunicação, como o audiovisual. Como afirma Silva e Fernandes

Não devemos esquecer que os meios de comunicação audiovisuais desempenham indiretamente um papel educacional relevante. Os alunos chegam à escola trazendo um saber que é fruto da sua vivência no interior da família, e, do contato com os meios de comunicação. Ao chegar à escola, precisam interagir com os colegas e professores, entrar em contato com outros saberes e com outros processos, visando adquirir novos

conhecimentos. Enfim, vindo à escola o aluno espera desenvolver-se e aprimorar-se nos mais diversos aspectos da sua própria vida e na daquele coletivo em que se constitui a escola. (Silva, Fernandes, p. 6)

Assim como Silva e Fernandes, reconhecemos a importância que os meios de comunicação audiovisuais podem desempenhar na formação dos nossos alunos. Na sequência didática, que iremos apresentar mais adiante, estimulamos os nossos alunos a fazer uso das TIC como fonte de pesquisa e de expressão. Dessa forma, acreditamos que a adoção dessas tecnologias associada a reflexão e ao debate promovido com os pares, torna possível uma interpretação mais crítica a respeito das informações cada vez mais acessíveis na sociedade contemporânea.

Planejamento e execução da sequência didática

O material (textos, slides e propostas detalhadas de atividades) que utilizamos para apresentação do conteúdo foi planejado e desenvolvido por licenciandos em Física participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do CEFET-RJ / UnED Petrópolis em conjunto com o professor regente da turma.

Nosso objetivo com os alunos é o de que eles compreendam o conceito de conservação de energia, o funcionamento de alguns modelos de usinas geradoras de energia elétrica e os impactos ambientais, sociais e econômicos relacionados a estas usinas. A nossa proposta foi aplicada em quatro turmas de 2º ano do Ensino Médio, do C E Mauá que se localiza em Mauá, município de Magé-RJ. Foram realizados cinco encontros (com cada turma), com dois tempos de 50 minutos cada. No decorrer do processo os alunos produziram três atividades. Os encontros e as atividades estão descritos a seguir.

1º Encontro

No início deste encontro a turma foi dividida em 5 grupos e para cada grupo foi entregue um texto com um tema distinto, em cada um dos textos haviam questões para reflexão para que os alunos discutissem entre si. Os temas presentes nos textos foram: Aumento das contas de luz, Crise energética: Risco de apagão, Usinas Nucleares, Fontes Renováveis de Energia e Usina de Belo Monte. Os alunos tiveram vinte minutos para ler e discutir dentro de seus grupos o texto e as questões para reflexão. Após esse momento os alunos foram estimulados a se expressarem para o resto da turma a respeito do conteúdo dos seus textos e de suas reflexões. Neste mesmo encontro foi feita uma apresentação para os alunos, com o tema: Fontes de Energia Renováveis e não renováveis.

No final desse encontro, foi proposta uma atividade, na qual os alunos em grupos de cinco a oito integrantes deveriam produzir um vídeo com duração entre quinze e vinte minutos, com o tema Usinas hidrelétricas e termelétricas. Neste vídeo eles deveriam explicar o funcionamento dessas usinas, suas vantagens, desvantagens e outras questões que eles considerassem pertinentes. O prazo para entrega deste material foi de cinco semanas.

2º Encontro

Neste encontro foi feita uma apresentação do funcionamento de usinas hidrelétricas e termelétricas. No decorrer da apresentação foram discutidas as transformações de energia que ocorrem nessas usinas, questões ambientais sociais

e econômicas relacionadas as mesmas. Mesmo sendo uma apresentação expositiva, estimulamos os alunos a participarem de todo o processo.

3º Encontro

Neste momento fizemos uma apresentação relacionada com energia nuclear, na qual abordamos a fissão nuclear, fusão nuclear e algumas aplicações tecnológicas da energia nuclear. No final deste encontro foi proposto para os alunos que eles deveriam produzir um texto, individualmente, o qual deveriam seguir as seguintes regras: (I) Você é um repórter de um grande jornal, de mídia impressa, no ano de 1945 e deve escrever uma reportagem que informe a comunidade a respeito da bomba nuclear lançada pelos Estados Unidos sobre a cidade de Hiroshima; (II) devem ser abordados fatos históricos relacionados com o tema; (III) Naquela época a comunidade não possuía a menor noção do que é energia nuclear, portanto, dentro do seu texto você deve explicar o que é energia nuclear e como funciona uma bomba nuclear. (IV) O prazo para entrega desta atividade é de uma semana.

4º Encontro

Esta semana discutimos com os alunos o funcionamento de usinas nucleares, as transformações de energias que ocorrem neste tipo de usina, questões sociais, ambientais e econômicas. Também foi apresentado um comparativo do funcionamento de uma usina nuclear com uma usina termelétrica.

No final deste encontro foi proposta uma nova atividade para ser apresentada na semana seguinte. Nesta atividade os alunos deveriam se preparar para um debate no qual eles discutiriam a respeito de usinas hidrelétricas, termelétricas e nucleares. Para tanto foram sorteados cinco alunos que fizeram o papel de jurados e os demais alunos se dividiram em três grupos que tiveram seus temas (usina hidrelétrica, termelétrica e nuclear) também sorteados. Quanto ao debate, foram passados para os alunos as seguintes regras: (I) Questão do debate: você mora em uma cidade hipotética que apresenta uma geografia favorável a construção de usinas hidrelétricas, termelétricas e nucleares. O governo pretende construir uma usina em sua cidade de um desses três modelos e vocês (alunos) são responsáveis por discutir e decidir em uma assembleia qual modelo de usina deve ser construída em sua cidade; (II) Cada grupo terá dez minutos para apresentar o seu modelo de usina e fazer críticas aos demais modelos; (III) Cabe aos integrantes do júri fazer pelo menos três perguntas relacionadas as usinas de cada grupo e criticar as respostas dadas por eles; (IV) No final da arguição o júri deve se concentrar na frente da turma e discutir entre si, por qual modelo eles irão optar.

5º Encontro

Este encontro foi destinado ao debate dos alunos. A análise do debate assim como dos demais encontros e das atividades, será apresentada a seguir.

Análise da aplicação da sequência didática

Neste trabalho nos preocupamos em fazer uma análise qualitativa com pontos que nos chamaram a atenção na manifestação e participação dos alunos durante os encontros e nas atividades que eles produziram. A análise a seguir está relacionada com fatos que nos chamaram a atenção nas quatro turmas nas quais aplicamos a nossa sequência didática.

Para avaliar a participação dos alunos como indicativo de interesse e como potencializados do aprendizado, usamos as lentes teóricas de Dewey que argumenta que a Educação é um “processo pelo qual uma cultura é transmitida de geração para geração, acontecendo por meio da comunicação de hábitos, atividades, pensamentos e sentimentos dos membros mais velhos da cultura aos mais novos” Ozmon; Craver (2004, p. 151).

Dessa forma, a Educação não se deverá limitar ao ensino escolar e formal, mas também como fazendo parte da própria vida. Face a esta realidade, Dewey (1959) faz uma viragem de pensamento, afirmando a importância do aluno ser educado em conformidade com as necessidades sociais, bem como sob tutela de alguém com uma certa experiência, de modo que na sociedade não existam desníveis de educação e não se encontrem indivíduos à margem da sociedade. Nesse contexto, a educação deve servir para a emancipação e para a transformação social do indivíduo.

A contribuição de Dewey na pedagogia moderna foi de desmistificar a ideia de que existe uma dissociação entre a escola e a vida, o que não existia na realidade do aluno. Nesse bojo, consideramos o bom ensino aquele que estimule e fomente iniciativas centradas no aluno, promovendo condição para a produção e exploração de interesse, ou seja, a escola deve propiciar um ambiente de oportunidades, sem o qual torna-se difícil entender e apreender o interesse latente do aluno.

Lembrando que Dewey, apud Marques (1998, p.51), estabeleceu alguns princípios, dos quais destacamos: a) Atividade: O verdadeiro conhecimento é aquele que provém da experiência e esta requer uma atividade, uma ação; b) Utilidade: A aprendizagem só tem significado, quando esta é útil para a criança, e esta consegue fazer uma aplicação concreta da vida real; c) O Princípio da União dos Meios e dos Fins: Tudo quanto é objetivo útil para o indivíduo deveria estar sempre patente no currículo escolar, assim, o currículo deveria ser concebido para responder os problemas quotidianos; d) Democracia: A escola deve promover uma educação para a cidadania e a democracia só se ensina através de aprender, fazendo, isto é, *learn by doing*, e isto exige que o aluno participe na tomada de decisões; e) O princípio Científico: Fundamenta-se como um meio que procura ver todas as inovações da ciência no tempo atual, de modo que se desenvolva a reflexão analítica e o pensamento crítico no processo do progresso humano.

Para tratamentos dos dados usamos a análise de conteúdos de Bardin, que pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que tem como objetivo ultrapassar as incertezas e enriquecer a leitura dos dados coletados. Como afirma Chizzotti (2006, p. 98), “o objetivo da análise de conteúdo é compreender criticamente o sentido das comunicações, seu conteúdo manifesto ou latente, as significações explícitas ou ocultas”.

Além disso, precisamos lembrar que existem diversas formas de documentar o material coletado, tais como: notas de campo, diário de pesquisa, fichas de documentação, transcrição etc. Entretanto, o material também pode ser documentado por meio de fotos, filmes, áudios e outros, pois todas as formas de documentação têm relevância no processo de pesquisa, possibilitando uma adequada análise (Flick, 2009).

Nesse contexto, a leitura dos textos e a troca de opiniões do primeiro encontro proporcionou uma reflexão dos alunos a respeito do tema, possibilitando que os alunos relacionassem o conteúdo que viria a ser estudado com assuntos que estão presentes no nosso cotidiano. Podemos destacar também que uma parcela significativa dos textos produzidos pelos alunos, a respeito da bomba de Hiroshima, revelou que os mesmos buscaram fazer pesquisas em diferentes fontes. Nesta atividade, também foi possível observar, em alguns textos, uma boa contextualização do momento histórico da segunda guerra mundial com os conceitos relacionados a construção da bomba.

Na análise dos vídeos protagonizados pelos alunos, cujo os temas estavam relacionados a usinas termelétricas e hidrelétricas, observamos que eles fundamentaram seus argumentos em questões bem atuais. Destacamos também, que em alguns trabalhos os alunos se demonstraram bem descontraídos em seus vídeos, fazendo brincadeiras e incorporando personagens, estes fatos nos levaram a crer que uma atividade diferenciada e de certa forma, com determinada liberdade de expressão, despertou o interesse dos alunos. No que diz respeito ao interesse, o mesmo pode ser observado nos debates realizados nas turmas no último encontro. Nesta última atividade, podemos destacar que os alunos se demonstraram bem preparados para o debate, com argumentos bem fundamentados, demonstrando também que eles adotaram uma postura crítica a respeito dos temas discutidos nos debates.

Considerações finais

Neste trabalho discutimos a construção e aplicação de uma sequência didática de um tópico física com uma abordagem em CTS. De acordo com o que foi discutido na seção *O movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de ciências*, a abordagem em CTS no ensino pode despertar o senso crítico no educando, possibilitando que este tenha consciência na tomada de decisões no que se refere a ciência e tecnologia em sua comunidade.

Dentro da perspectiva de uma formação crítica, foi constatado que as atividades propostas nesta sequência proporcionaram a pesquisa, por parte dos alunos, em diferentes fontes. Isso possibilitou que pudéssemos discutir, durante os nossos encontros com os alunos, questões relacionadas com fontes confiáveis e não confiáveis, também foi possível trazer para discussão o fato de que um mesmo assunto pode apresentar opiniões diversas de diferentes autores. No que diz respeito a consulta de diferentes fontes de pesquisas com os alunos, destacamos de Barbosa e Bazzo (2014) que afirmam que nenhuma mensagem é neutra e que devemos utilizar o pensamento crítico para avaliarmos o conteúdo. Os autores também destacam que as discussões em grupo tornam-se importantes como espaço de conhecimento de diferentes pontos de vista.

Com uma abordagem do tema a partir da contextualização com uma situação problema, presente na sociedade contemporânea, notamos que foi possível dar significado aos conceitos científicos abordados em sala de aula durante o desenvolvimento de nossa proposta. Também foi possível observar que a ligação ciência e cotidiano associada a uma proposta que possibilitou que os educandos assumissem uma posição mais participativa na construção do próprio conhecimento, possibilitou um maior interesse por parte dos mesmos. Com as manifestações

interesse as argumentações dos alunos durante a construção do vídeo, nos textos produzidos e no decorrer dos debates, acreditamos que o desenvolvimento de atividades, devidamente planejadas, com enfoque em CTS apresentam um potencial para colaborar com o desenvolvimento do senso crítico dos educandos.

Referências

BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. A Escola que Queremos: É Possível Articular Pesquisas Ciências-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Práticas Educacionais?. **Revista Eletrônica de Educação**. v. 8, n. 2, p. 363-372, 2014.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

DEWEY, J. **Democracia e Educação**. 3 ed. S. Paulo: Nacional, 1959.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de J. E. Costa. 3 ed. São Paulo: Artmed, 2009.

MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas: Papirus, 2001.

OZMON, H. A.; CRAVER, S. M. **Fundamentos Filosóficos da Educação**. 6 ed. S. Paulo: Artmed, 2004.

RENATO, C. FREITAS, D. MENEZES, E. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**, 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/joaogabrielsousa5/cts-no-curriculo-de-cincias-no-brasil>> Acesso em 15 de Agosto de 2016.

SANTOS, V. H. O.; ANDRADE, C. S. **O Uso do Tema Tecnologia nas Aulas de Física: Investigando os Discursos dos Professores à Luz da Perspectiva CTS**. 2013. Trabalho apresentado ao 9. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, 2013.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, Novembro de 2007.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia- Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p.133-162, 2001.

SILVA, J. A. M., FERNANDES, N. L. R. **Tecnologias da informação e comunicação na educação de jovens e adultos**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/tcc_tecnologias.pdf.> Acessado em 15 de 2016.

TERRAZZAN, E. A. A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.