

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

JOÃO UILSON VIEIRA FILHO

**A APRENDIZAGEM DE FÍSICA MEDIADA POR TECNOLOGIA DE
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC):
UM ESTUDO COM BASE EM TESES E DISSERTAÇÕES**

ITAJUBÁ-MG
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

JOÃO UILSON VIEIRA FILHO

**A APRENDIZAGEM DE FÍSICA MEDIADA POR TECNOLOGIA DE
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC):
UM ESTUDO COM BASE EM TESES E DISSERTAÇÕES**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shitsuka

ITAJUBÁ-MG
2021

JOÃO UILSON VIEIRA FILHO

**A APRENDIZAGEM DE FÍSICA MEDIADA POR TECNOLOGIA DE
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC):
UM ESTUDO COM BASE EM TESES E DISSERTAÇÕES**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Shitsuka (Orientador)

Prof. Dr. Agenor Pina da Silva

Prof. Dr. Carlos Henriques Barroqueiro

**ITAJUBÁ-MG
2021**

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família que sempre está comigo, me apoia em minhas decisões e é a base de todas as minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela oportunidade e possibilidade de escolher.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe, o meu pai (*in memoriam*), o meu padrasto, as minhas irmãs, a minha esposa e os meus dois filhos por me ensinarem, em meio a tantas dificuldades, o encanto da vida.

Agradeço aos meus amigos, aos colegas de trabalho, aos colegas do mestrado, aos professores e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá, pela presença, pelo apoio, pelo incentivo, pelo conhecimento e pela educação de qualidade e gratuita.

Agradeço ao professor Dr. Ricardo Shitsuka pela confiança, companheirismo, dedicação e simplicidade em compartilhar o seu conhecimento.

Meu muito obrigado!

“De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que ele estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sono uma ponte, da procura um encontro.”

Fernando Sabino

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo analisar como as teses e dissertações da Região Sudeste do Brasil abordam o processo de aprendizagem dos conteúdos de física mediados pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Para tanto, constituímos um *corpus* documental realizando buscas no catálogo de teses e dissertações da Capes e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Selecionamos os trabalhos tomando como critério de seleção a área de conhecimento, tema da pesquisa e a região da instituição de ensino superior. Temos como principal teórico o russo Lev Semyonovich Vygotsky. Após a seleção foram encontradas 20 dissertações para a análise. A abordagem metodológica adotada na presente pesquisa foi a qualitativa. A análise e categorização dos dados foram feitas com base na perspectiva de Bardin. Dentre os resultados da pesquisa identificamos a existência tanto de dificuldades quanto de fatores facilitadores da aprendizagem dos conteúdos de Física mediados por TIC. Entre as dificuldades, destacamos problemas com a manutenção e a gestão dos equipamentos de TIC, além de questões relacionadas à formação docente e a condições socioeconômicas dos alunos. Salientamos também que a divulgação das ações empreendidas pelas universidades tem potencial de impactar positivamente o processo de aprendizagem nas escolas de educação básica e também em outros níveis de ensino. Ademais, os discentes participantes da pesquisa entendem que a aprendizagem mediada por TIC faz com que os alunos se posicionem como sujeitos do processo de aprendizagem, reconhecendo seus saberes prévios como pressupostos para novos conhecimentos.

Palavras-chave: Aprendizagem mediada. Conteúdos de Física. TIC.

ABSTRACT

This Thesis aims to analyze how theses and dissertations from Southeast Region of Brazil approach the learning process of physics content mediated by Information and Communication Technologies (ICT). For this purpose, we constituted a documental corpus by searching the Capes theses and dissertations catalog and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations. We selected the works based on the area of knowledge, research topic and the region of the higher education institution as selection criteria. Our main theorist is the Russian Lev Semyonovich Vygotsky. After selection, 20 dissertations were found for analysis. The methodological approach adopted in this research was qualitative. Data analysis and categorization were performed based on Bardin's perspective. Among the research results, we identified the existence of both difficulties and factors that facilitate the learning of Physics contents mediated by ICT. Among the difficulties, we highlight problems with the maintenance and management of ICT equipment, in addition to issues related to teacher education and the socioeconomic conditions of students. We also emphasize that the dissemination of actions undertaken by universities has the potential to positively impact the learning process in basic education schools and also at other levels of education. Furthermore, the students participating in the research understand that learning mediated by ICT makes students position themselves as subjects of the learning process, recognizing their prior knowledge as prerequisites for new knowledge.

Keywords: Mediated learning. Physics content. ICT.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição das dissertações analisadas por ano de publicação	47
Gráfico 2 – Níveis de ensino pesquisados pelas dissertações (escolas públicas e privadas)	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Representação do percurso feito para seleção do *corpus* do trabalho..... 31
- Figura 2 – Números de Programas de Pós-graduação, titulação, público e privado.48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo de dissertações por Instituições de Ensino Superior Pública e Privada.....	45
Tabela 2 – Concentração de dissertações por Estado da Região Sudeste.	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Informações do primeiro momento de seleção do <i>corpus</i> da pesquisa.	27
Quadro 2 – Informações do segundo momento de seleção do <i>corpus</i> da pesquisa.	28
Quadro 3 – Informações do terceiro momento de seleção do <i>corpus</i> da pesquisa.....	29
Quadro 4 – Informações do quarto momento de seleção do <i>corpus</i> da pesquisa.	30
Quadro 5 – Dados dos trabalhos que compõem o <i>corpus</i> desta pesquisa.....	32
Quadro 6 – Subcategorias de aprendizagem como processo nas dissertações analisadas.	50
Quadro 7 – Subcategorias de organização da aprendizagem nas dissertações analisadas.	57
Quadro 8 – Subcategorias de aprendizagem mediada por TIC abordadas nas dissertações.....	65

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CETIC – Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação

CGI.BR – Comitê Gestor da Internet no Brasil

CTI – Colégio Técnico Industrial

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EJA – Educação de Jovens e Adultos

Etecs – Escolas Técnicas

ICT – Information and Communication Technology

IES – Instituições de Ensino Superior

IFSP – Instituto Federal de educação Ciência e Tecnologia de São Paulo

IFSULDEMINAS – Instituto Federal de educação Ciência e tecnologia do Sul de Minas Gerais

IFTM – Instituto Federal de educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro

ISTA – Instituto Santo Tomás de Aquino

FPE – Funções Psicológicas Elementares

FPS – Funções Psicológicas Superiores

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PECIM – Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PROEJA – Educação Profissional Integrada à Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos

PROFIS – Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SD – Sequência Didática

TI – Tecnologia de Informação

TDIC – Tecnologia Digital da Informação e Comunicação

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativa

UNESP – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNIGRANRIO – Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy

UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá

USP – Universidade de São Paulo

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	15
2 INTRODUÇÃO	16
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
3.1 Processo de seleção dos trabalhos que irão compor o corpus desta pesquisa. 	26
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	36
4.1 Aprendizagem	36
4.2 Aprendizagem mediada por TIC	39
4.3 Educação em Ciências no Brasil.....	42
4.4 Aprendizagem de física mediada por TIC na Região Sudeste	44
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO CORPUS DOCUMENTAL.....	45
5.1 Contextualizando os trabalhos de pesquisa analisados.....	45
5.2 A aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC: dificuldades e facilitadores discutidos nas dissertações	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
6.1 Trabalhos Futuros	83
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	93

1 APRESENTAÇÃO

Sou natural do Ceará, graduado em Filosofia pelo Instituto Santo Tomás de Aquino (ISTA). Iniciei meu trabalho na docência no Estado de Minas Gerais em 2012, na cidade de Patrocínio. Trabalhei com turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e fiz uma especialização *latu senso* em Educação Profissional Integrada à Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM).

Em 2015 ingressei como docente no Instituto Federal de Ciência Educação e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, lecionando na cidade de Araçuaí, no Vale do Jequitinhonha. Em 2018 permutei para o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS).

Na Rede Federal tive a oportunidade de trabalhar com projetos de extensão, pesquisa e ensino, buscando uma proposta integradora, no âmbito do ensino, para o aprendizado de filosofia.

Em 2016, trabalhei em um projeto de pesquisa que tinha como objetivo relacionar Filosofia a literatura de cordel. A proposta foi pensar os folhetos de cordel como mediadores para a aprendizagem de Filosofia. Em 2018, por meio de um projeto integrador entre Filosofia e Informática, juntamente com os alunos, começou a ser desenvolvido um jogo eletrônico para ensinar e aprender Filosofia.

Na época do projeto integrador eu já pesquisava sobre as potencialidades das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensino e aprendizagem com a finalidade de trabalhar com os conteúdos de Filosofia. Ao mesmo tempo, me preparava para dar continuidade aos estudos, visando ingressar no mestrado

Em meio a pesquisas sobre programas de pós-graduação *Stricto sensu*, considerando o meu percurso acadêmico e profissional de interdisciplinaridade e aprendizagem mediada, deparei-me com o programa de Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI e elaborei um projeto que, mais tarde, passaria por adaptações, mas permanecendo o essencial: pensar o processo de ensino e aprendizagem mediado por TIC. Após algumas etapas de refinamento, chegamos à proposta atual: A aprendizagem de física mediada por Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC): um estudo com base em teses e dissertações.

2 INTRODUÇÃO

Analisar a aprendizagem dos conteúdos de Física mediada por Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) exige de nós uma reflexão sobre os desafios da Educação em Ciências no Brasil. Por sua vez, pensar esses desafios nos ancora na dura realidade das escolas brasileiras, lugar ao qual a produção científica brasileira tem se voltado. As escolas não podem ser pensadas como uma entidade para além do contexto político, econômico, social e cultural de sua época (FERRETTI, 2010, p. 105).

Dentre os desafios da Educação em Ciências no Brasil, elencamos a tardia inserção da educação científica no currículo escolar. Segundo Silva *et al.* (2017): “Em se tratando da inserção no currículo escolar, a educação científica no Brasil tem início de fato na década de 1930” (*Ibid*, 2017, p. 287). Fica evidente, portanto, que a educação científica é relativamente recente no cenário educacional brasileiro.

Além disso, pensando o processo de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, também consideramos recentes as ações voltadas para institucionalizar a produção científica no sistema educacional brasileiro. Tomamos como exemplo as ações impulsionadas pelo “crescimento e o progresso do país”, datadas a partir de 1950, como, por exemplo, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 4024/61), que “descentralizou as decisões curriculares que estavam sob a responsabilidade do MEC” (NASCIMENTO *et al.*, 2010, p. 228).

Refletindo sobre ações voltadas para a ciência no Brasil a partir da década de 1950, Silva *et al.* (2017) afirmam:

O processo de aprimoramento do ensino de ciências no Brasil teve sequência na década de 1950 com a produção de kits de experimentos, tradução de projetos norte americanos e a instituição de centros de estudo científico na década de 1960 (LUIZ, 2007). Após este período, houve a implementação de centros de pesquisa em ensino de ciências no Brasil, que atualmente são consolidados e se constituem como importantes fontes de conhecimento da área (SILVA *et al.*, 2017, p. 287).

Aqui chamamos a atenção para o termo “ensino de ciências” utilizado pelos autores. Diferentemente dos autores, ao longo da presente pesquisa, empregamos o termo “educação em ciências”, por entendermos que este é mais abrangente no sentido de constituir um fundamento epistemológico para o ensino de ciências.

A diferença entre “ensino de ciências” e “educação em ciências” se baseia, portanto, no fato deste último ser um referencial para o primeiro. Enquanto o termo

“ensino de ciências” se refere à ação prática, seja dentro ou fora da sala de aula, pautada em questões como contexto, currículo e aprendizagem, a “educação em ciências” tem como escopo a diversidade de áreas de conhecimento como História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Portanto, optamos por adotar este último. Assim, podemos afirmar que ações como a produção de materiais e a criação de centros científicos e de pesquisa, quando somadas a investimentos governamentais, são fundamentais para o presente e o futuro da ciência no país.

O termo “Educação em Ciências” é entendido, nessa pesquisa, conforme consta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), isto é, “a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias” que compreende os componentes curriculares de Química, Biologia e Física (BRASIL, 2018a, p. 547). Entretanto, como o foco de nossa pesquisa é analisar a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC, o tratamento conferido à Educação em Ciências será direcionado unicamente ao componente curricular de Física.

Sobre a aprendizagem do componente curricular de física mediada pela TIC, Santos e Oliveira (2012) relatam que o uso das TIC na sala de aula pode dinamizar e tornar as aulas de física mais atrativas, desde que as atividades tenham sido bem planejadas e estejam de acordo com as finalidades pedagógicas que se deseja alcançar. Assim, é fundamental a elaboração de um planejamento com objetivos claros, levando em consideração o uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse mesmo itinerário de planejamento, Pinto (2018) reforça a importância de se planejar e executar atividades de forma colaborativa, refletindo sobre a relação entre professores e alunos, estimulando a interação entre esses sujeitos e, por fim, a interação dos professores com as TIC, pensando no desenvolvimento da aprendizagem.

No decorrer da pesquisa faremos uso de dois termos distintos: i) Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC); ii) Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). De modo geral, utilizamos o termo TIC, no entanto, mantivemos as citações em que os autores utilizam o termo TDIC. Entendemos este último, como tecnologias mais específicas, por incluírem outros recursos digitais, como a internet. Dito isso, consideramos as TIC mais abrangentes que as TDIC (SANTOS, 2015, p. 37). Ainda segundo Santos,

A tecnologia combina ferramentas como áudio, fotos, vídeos, textos entre outros e também ambientes virtuais. Do ponto de vista educacional, estes ambientes virtuais possibilitam que alunos e professores realizem uma interação via internet e também executem demandas como trabalhos, avaliações, fóruns entre outras atividades possíveis (SANTOS, 2015, p. 43).

As Tecnologias de Informação e Comunicação, dentre elas as digitais, fazem parte da vida de muitos alunos e professores, sendo visível o aumento, nos últimos anos, do uso das TIC no meio educacional (CGI.BR, 2016, p. 38). Muitos professores identificaram potencial de aprendizagem por meio desses instrumentos e os utilizam como facilitadores, dentro e fora da sala de aula, ainda que se observe resistência entre alguns professores, que consideram as TIC empecilhos ao trabalho docente e, conseqüentemente, ao desenvolvimento dos alunos.

Somando-se ao que foi discutido anteriormente, como planejamento, clareza, objetivo do processo de ensino e aprendizagem e também a execução das atividades de forma colaborativa, consideramos relevante discutir o percurso de formação docente, uma vez que o diálogo entre ensino e pesquisa, para a atuação do professor, é fundamental. De acordo com Martins e Varani,

O estímulo ao professor para que desenvolva atividades de pesquisa com rigor científico e com critérios acadêmicos pode qualificar sua atuação docente. Dominando os instrumentos e processos da pesquisa científica, os professores poderão, por exemplo, sistematizar melhor suas experiências educativas exitosas e, assim, socializá-las nos veículos que são próprios das comunidades acadêmico-científicas da área da educação. Além do fato de que, com o desenvolvimento da competência à pesquisa científica, os professores estarão, necessariamente, atualizando seus conhecimentos e práticas educativas. (MARTINS; VARANI, 2012, p. 669)

Pensando na relação entre ensino e pesquisa na educação escolar como um fazer investigativo, completam os autores:

Em relação à qualificação do pesquisador da área da educação, a articulação entre ensino e pesquisa lhe possibilitará manter contato direto com a realidade educativa escolar para dela, isto é, da concretude dos processos educacionais escolares, formular os problemas a serem investigados. Ou seja, os problemas a serem tomados como “objetos” de investigação serão, assim, os problemas reais que afligem a realidade educativa escolar e seus sujeitos, e não abstrações formuladas pelos pesquisadores. Dessa maneira, o pesquisador terá melhores condições de aproximar-se, envolver-se e dialogar com os sujeitos da prática educativa escolar, pois estes estarão estimulados a colaborar com a pesquisa a ser empreendida, dado o interesse que a investigação despertará. (MARTINS; VARANI, 2012, p. 669)

Em relação ao desenvolvimento de pesquisa, por parte do professor, e a articulação entre ensino e pesquisa, os autores enfatizam a importância do diálogo constante entre as universidades públicas e as escolas de educação básica, sobretudo as escolas públicas, o que possibilita pensar em um sistema educacional de qualidade e

gratuito, perpassando a “troca entre o professor – com a sua prática – e o pesquisador” (CHARLOT, 2005, p. 95). Tal constatação se baseia no fato de que muitas pesquisas realizadas no país têm como *locus* de coleta de dados as escolas de ensino fundamental e médio. Isso significa dizer que as pesquisas estão, de algum modo, dentro das escolas.

Portanto, por meio de projetos de ensino, Sequências Didáticas (SD), desenvolvimento de aplicativos e Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), entre outras, as pesquisas desenvolvidas tendem a aplicar, constatar ou reformular modelos de ensino e aprendizagem vigentes em unidades educacionais, adequando-os às mais diversas realidades. Assim, acreditamos ser imprescindível, para a qualidade da educação básica e pública no Brasil, a parceria entre universidades e escolas no desenvolvimento da educação científica.

Todavia, existem dificuldades em se conciliar a pesquisa e o processo de ensino e aprendizagem, tanto no ensino superior quanto na educação básica. Parece haver uma dicotomia: de um lado, o pesquisador; do outro, o professor. Para Moreira, o professor pode não se reconhecer como pesquisador, pois “não participam da pesquisa em ensino de Física, não se sentem pesquisadores, não recebem apoio institucional para serem professores pesquisadores” (MOREIRA, 2018, p. 74). Com isso, os professores se distanciam ainda mais da pesquisa e da produção científica em sua própria área de conhecimento. Por outro lado, o pesquisador nem sempre se vê como professor comprometido com a atuação na docência em sua instituição de ensino e nem comprometido com as escolas de educação básica, onde muitas vezes suas pesquisas são realizadas. Segundo Moreira, isso acontece porque,

Nas universidades, os professores são avaliados por suas publicações no contexto dessa cultura publicacionista. Seu ensino recebe pouca ou nenhuma atenção, mas são eles que participam muito da formação de professores para a escola. Na Física também é assim. O que importa são as publicações em revistas de “alto impacto” (MOREIRA, 2018, p. 75).

Não queremos, com essa constatação, desmerecer ou negligenciar a relevância da publicação científica. As publicações são primordiais para as pesquisas e, no caso das pesquisas sobre educação em ciências, esse material, defendemos, deveria constar do currículo escolar, uma vez que a formação e a atuação dos docentes dialogam com a ação investigativa de pesquisadores.

Embora reconheçamos a importância das publicações, vale salientar a relação, tal como descreve Moreira, entre “cultura publicacionista” e “falsa ciência”:

Conhecimentos produzidos e não publicados não existem. A publicação é importante para o crescimento de qualquer área, mas, hoje, vive-se uma cultura publicacionista na qual o que vale são os artigos publicados em revistas “bem indexadas” e com alto “factor de impacto”. A publicação está trivializada, comercializada e até mesmo predatória. Na ciência, esse publicacionismo está acabando com a criatividade, porque pesquisadores não se arriscam em projetos que podem não gerar *papers*, e está originando uma falsa ciência, pois muitos resultados publicados não são reproduzíveis (MOREIRA, 2018, p. 75).

Esse é o risco que se corre: o de gerar resultados que não são “reproduzíveis”. Nesse sentido, acabamos priorizando o “publicacionismo” e a “falsa ciência” em vez de priorizarmos a criatividade, fazendo com que as publicações impactem negativamente o desenvolvimento da área pesquisada.

Uma cultura que priorize o pesquisador professor é crucial para uma melhor qualidade do ensino e da aprendizagem. Ao nos distanciarmos dessa urgente necessidade, aumentamos a distância entre as IES e as escolas de educação básica. Em se tratando de pesquisa em educação em ciências, essa distância, infelizmente, fica evidenciada nas notas dos estudantes brasileiros quando o assunto é avaliação externa. Uma consulta às avaliações do *Programme for International Student Assessment* (PISA) ou Programa Internacional de Avaliação de Estudantes mostra que o Brasil amarga uma das piores posições quando se trata de ciência (SETOGUTI, 2017, p. 1636).

Conforme Fialho e Mendonça (2020), o PISA não é o único instrumento de avaliação da aprendizagem dos estudantes brasileiros. As notas das escolas públicas, quando comparadas às obtidas em outros mecanismos de avaliação, como as do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), são, em geral, desanimadoras. O bom desempenho nesses instrumentos de avaliação se restringe aos alunos dos Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia (IFs), de algumas Escolas Técnicas (Etecs) do Estado de São Paulo, alguns Colégios Técnicos Industriais (CTI) e outras poucas escolas do país.

Diante dos desafios encontrados na educação em ciências no Brasil, a dicotomia existente entre o professor e o pesquisador, somada às baixas notas dos estudantes brasileiros no PISA, chamamos a atenção para o uso das TIC como instrumentos mediadores no contexto educacional para a aprendizagem de física.

Queremos, com isso, analisar como as teses e dissertações da Região Sudeste do Brasil abordam o processo de aprendizagem dos conteúdos de física mediada por Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), assim como reflete Knittel (2014), ao analisar os aspectos positivos e negativos quanto ao uso de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem.

Optamos por analisar publicações da Região Sudeste em decorrência da distribuição de pesquisadores e de publicações estar centrada nesta região. (SIDONE *et al.*, 2016, p. 17). Conforme Sidone *et al.* (2016), “o Estado de São Paulo (SP) figura como principal destaque, com cerca de 31% do total nacional no triênio 2007-2009, o que corresponde a quase 891.779 participações em trabalhos contabilizadas nesse período.” Em uma escala menor, Minas Gerais e Rio de Janeiro apresenta um quantitativo de produções que corresponde a “pouco mais de 10% do total nacional em 2007-2009” (SIDONE *et al.*, 2016, p 17-23).

Dados igualmente interessantes foram encontrados por Dutra dos Reis e Vieira de Melo (2018). Discorrendo especificamente sobre o ensino de física, os autores afirmam que “houve amplo número de publicações na região sudeste com aproximadamente 50% do total de trabalhos publicados na área, em sua maioria por universidades públicas” (DUTRA DOS REIS; VIEIRA DE MELO, 2018, p. 8).

Feita a delimitação por região, fizemos também um recorte temporal de 2015 a 2019. O critério para esse recorte deu-se pelo aumento do uso da internet pelos professores e alunos em sala de aula. Uma pesquisa realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil através do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação – CETIC, em 2015 e publicada em 2016, mostrou aumento no uso das TIC nas escolas brasileiras:

A assimilação das TIC na educação é aferida por seu uso nas atividades pedagógicas realizadas por professores das escolas públicas. A pesquisa TIC Educação 2014 (CGI.br, 2015) aponta que houve ampliação nesse uso. Em 2010, 7% dos docentes utilizavam o computador e a Internet nas atividades em sala de aula com alunos – em 2014, 30% (CGI.BR, 2016, p. 38).

Vale ressaltar o aumento de 23% do uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação por parte dos docentes em 2014. Os dados apontam para um crescimento significativo quanto ao uso da internet pelos professores e alunos em sala de aula, crescimento que continua nos anos posteriores, conforme dados apresentados pelo mesmo Comitê Gestor da Internet no Brasil em 2020:

Em 2019, metade dos professores de escolas urbanas (51%), usuários de Internet, afirmavam ter disponibilizado conteúdos na rede para os alunos nos três meses anteriores à realização da pesquisa, 48% haviam tirado dúvidas dos alunos pela Internet e 35% haviam utilizado recursos da rede para receber trabalhos e lições dos alunos. (CGI.BR, 2020, p. 88).

Paralelamente ao aumento no uso da internet por professores e alunos em sala de aula, observamos também a necessidade de mapearmos a produção científica na Região Sudeste nesse período. Visto que, não nos deparamos com estudos de mapeamento, conforme nossa proposta de pesquisa entre os anos de 2015 a 2019.

Até 2015, trabalhos de mapeamento, como os realizados por Sidone *et al.* (2016) e Dutra dos Reis e Vieira de Melo (2018), refletem sobre a produção científica e o ensino de física na Região Sudeste, respectivamente. Buscamos, portanto, mapear as pesquisas que a partir de 2015 abordam a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC.

Ao fazer uma revisão de literatura de teses e dissertações publicadas entre 2008 a 2018, Serra *et al.* (2018, p. 8), analisaram aquelas que apresentavam alguma abordagem em tecnologias móveis no processo de ensino e aprendizagem. Além de terem identificado um aumento no uso dos dispositivos móveis e no uso da internet no país nesse período, os autores constataram também, que dentre as pesquisas mapeadas, a maior parte se concentrava na região Sudeste (55%). As regiões Nordeste e Sul, por sua vez, apresentaram percentuais de publicações de 25% e 20%, respectivamente.

Esse trabalho de mapeamento também é importante para que seja possível identificar tanto fatores facilitadores quanto desafiadores da aprendizagem de física mediada por TIC. Com o intuito de investigar o uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem, um mapeamento das pesquisas produzidas entre 2006 e 2016 foi feito por Reis *et al.* (2017). No geral, os autores identificaram preocupação e ensejo por pesquisas futuras que tratem sobre como devem ser usadas as TIC por professores e alunos no processo de aprendizagem.

A partir deste panorama, pensando a aprendizagem dos conteúdos de física mediada pelas TIC, levantamos o seguinte problema de pesquisa: Como as teses e dissertações da Região Sudeste do Brasil abordam o processo de aprendizagem dos conteúdos de física mediada por Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC)?

Ao pensar em aprendizagem, recorreremos à teoria sócio-histórica de Lev Semionovitch Vygotsky (1991), relacionando aprendizagem e desenvolvimento. Para isso, trabalhamos com os conceitos de *contexto histórico social de aprendizagem*, *interação social*, *mediação*, *mais capaz*, *instrumentos mediadores*, *Zona de Desenvolvimento Proximal*, *Nível de Desenvolvimento Real*, *Nível de Desenvolvimento Potencial*, *Funções Psicológicas Elementares e Superiores*. O *corpus* documental será categorizado e analisado sob a ótica desses conceitos vygotskyanos, que serão melhor discutidos no capítulo 4.

Destarte, guiados pelo nosso problema de pesquisa, estabelecemos como objetivo geral:

- Analisar como as teses e dissertações da Região Sudeste do Brasil, registradas entre os anos de 2015 a 2019 no Catálogo de teses e dissertações da Capes, e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, abordam o processo de aprendizagem de conteúdos de física mediada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Para isso, nos guiaremos pelos os seguintes objetivos específicos:

- Levantar as principais dificuldades e fatores facilitadores da aprendizagem dos conteúdos de física mediados por TIC, tal como apresentados nas teses e dissertações analisadas.
- Verificar como o processo de aprendizagem dos conteúdos de física mediados por TIC são descritos pelas teses e dissertações analisadas.

No atual contexto de desvalorização da ciência no Brasil, com cortes massivos nos investimentos em educação, reiteramos a importância da atuação das IES na produção científica. A atuação das IES durante a pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV2) tem possibilitado acumular conhecimento sobre esse novo vírus e a possibilidade de desenvolvimento de vacinas. Diante disso, ressaltamos a importância de se divulgar as pesquisas em educação desenvolvidas no país.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta pesquisa adotamos a abordagem qualitativa. Segundo Pereira *et al* (2018, p. 67), os métodos qualitativos “são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo”. Afirmção semelhante é compartilhada por Ludke e Andre (2013) e Koche (2011). Essa interpretação, mesmo que pautada na subjetividade do pesquisador, requer dados consistentes, coletados com rigor e analisados criteriosamente.

Essa pesquisa tem cunho bibliográfico, uma vez que trabalharemos com pesquisas elaboradas previamente. Como define Gil (2002), a pesquisa bibliográfica “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2002, p. 44).

O *corpus* a ser analisado é constituído por teses e dissertações catalogadas no banco de teses e dissertações da Capes e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Ainda segundo Gil,

A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados, muito dispersos pelo espaço (GIL, 2002, p. 45).

Quanto ao local onde as pesquisas foram desenvolvidas, selecionamos os trabalhos realizados na Região Sudeste do Brasil que, junto aos temas “aprendizagem de conteúdos de física” e “mediação de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)”, formam os critérios de delimitação do *corpus* do presente trabalho.

Restringimos à análise os trabalhos Região Sudeste apoiando-nos em Sidone *et al.* (2016, p. 17), que refletem sobre as pesquisas realizadas nessa região. Para Sidone *et al.*, “o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisadores é altamente concentrado na região Sudeste, com destaque às capitais dos estados”. Por essa razão, consideramos necessário pensar como a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC tem sido abordada no Sudeste.

Sobre os bancos de dados de onde foram selecionadas as teses e dissertações que compõem o *corpus* desta investigação, é importante ressaltar que o banco de Catálogo de teses e dissertações da Capes, assim como a BDTD,

Tem como objetivo integrar, em um só portal, os sistemas de informação de teses e dissertações existentes no país, de forma a permitir consultas simultâneas e unificadas aos conteúdos informacionais destes acervos assim como disponibilizar em todo o mundo, via Internet, o catálogo nacional de teses e dissertações em texto integral (BLATTMAMM; SANTOS, 2009, p. 4).

Nesse sentido, a busca por teses e dissertações nesses bancos de dados tem como fundamento o fato de se tratar de um sistema de informação onde se encontram disponíveis as pesquisas realizadas e registradas nas mais diversas instituições de ensino no território nacional, sendo possível o acesso online a um arcabouço de produção científica.

O material objeto de análise dessa pesquisa pode ser acessado por meio dos seguintes links: 1) <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/> 2) <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. A seleção do material ocorreu em quatro momentos distintos. Os três primeiros momentos foram divididos em duas fases de busca e seleção. O quarto momento, consistiu numa busca pelo trabalho completo e pela análise mais detalhada desses trabalhos. Por fim, formamos o *corpus* desta pesquisa.

A busca nesses dois bancos de dados tomou como base os trabalhos de Moreira (2018) e Vital e Urt (2018), que delinearam um percurso metodológico de busca por teses e dissertações tanto no Catálogo de teses e dissertações da Capes quanto na BDTD. Salientamos, no entanto, “a possibilidade eventual de que alguns trabalhos [...] ainda não estejam cadastrados nas respectivas plataformas” (MOREIRA, 2018, p. 122). De todo modo, ao buscarmos em duas plataformas diferentes, tivemos acesso ao maior número possível de produções.

Ainda, embora o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes tenha maior número de pesquisas registradas do que a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, essa última possibilita o acesso ao trabalho completo

Em um primeiro momento buscamos por "Aprendizagem" AND "Física" AND "TIC". No segundo momento buscamos por "Ensino" AND "Aprendizagem" AND "Física" AND "Tecnologia" AND "Informação" AND "Comunicação". Acrescentamos a palavra “Ensino” e escrevemos, por extenso, a sigla TIC, visando alcançar um número ainda maior de trabalhos.

A seleção se deu por meio da leitura dos resumos, bem como pelos critérios de seleção já explicitados nos objetivos e problema de pesquisa. Desse modo, alguns trabalhos foram excluídos por três principais razões: i) não abordavam a aprendizagem

em física; ii) não abordavam a mediação da aprendizagem de física por Tecnologia de Informação e Comunicação e iii) não faziam parte da região de delimitação da pesquisa, isto é, dos registros nas Instituições de Ensino Superior (IES) com programas de mestrado e doutorado da Região Sudeste.

A seleção inicial foi feita a partir da leitura dos resumos, no entanto, não foram encontradas teses entre os trabalhos selecionados. Decidimos, portanto, refazer essa etapa, filtrando os resultados por teses. Embora os resultados das primeiras buscas tenham retornado teses e dissertações, optamos por refinar a busca incluindo apenas teses, utilizando as mesmas palavras-chave.

3.1 Processo de seleção dos trabalhos que irão compor o corpus desta pesquisa

Do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, selecionamos 105 pesquisas. Em seguida, filtramos os resultados por Grande Área Conhecimento, incluindo: Multidisciplinar; Ciências Exatas e da Terra e Engenharias. As demais áreas foram ignoradas por não estarem relacionadas diretamente à Física. Esses filtros retornaram 82 resultados, isto é, 22 pesquisas foram descartadas. Posteriormente, filtramos as pesquisas segundo a IES, considerando apenas aquelas localizadas na região Sudeste, o que resultou em uma redução de 50 trabalhos, totalizando apenas 32. Por fim, excluímos da seleção os trabalhos que não abordavam, como questão central, a aprendizagem, resultando em um total de 12 pesquisas.

Utilizando as mesmas palavras-chave, procedemos à busca na BDTD e encontramos 134 trabalhos. Realizamos as mesmas etapas de seleção de trabalhos adotadas no catálogo de teses e dissertações da Capes e, ao final da busca, encontramos apenas 3 pesquisas, portanto, o *corpus* foi constituído por 15 pesquisas, conforme apresentamos no quadro 1, abaixo:

Quadro 1 – Informações do primeiro momento de seleção do *corpus* da pesquisa.

1º MOMENTO	
1ª FASE Catálogo de teses e dissertações da capes	2ª FASE Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
Busca por: "Aprendizagem" AND "Física" AND "TIC"	Busca por: "Aprendizagem" AND "Física" AND "TIC"
105 resultados	134 resultados
93 excluídos	131 excluídos
Após filtro e critério de seleção, 12 dissertações foram encontradas.	Após critério de seleção, 3 dissertações foram encontradas.
15 dissertações selecionadas	

Fonte: elaborado pelo autor.

Verificamos, após busca detalhada em dois bancos de dados (1ª e 2ª fase), que, embora tenhamos encontrado mais de 200 trabalhos, o número de trabalhos selecionados, ao passar pelo crivo de critério de seleção, caiu para 15.

No segundo momento, buscamos, em ambos os endereços eletrônicos, por trabalhos que continham as seguintes palavras-chave: "Ensino" AND "Aprendizagem" AND "Física" AND "Tecnologia" AND "Informação" AND "Comunicação". A principal diferença, em relação ao primeiro momento, foi o acréscimo da palavra "Ensino" e a escrita, por extenso, dos termos que compõem a sigla TIC.

Com isso, encontramos, no catálogo de teses e dissertações da Capes, 124 trabalhos. Seguindo o itinerário do primeiro momento, fizemos um filtro por Grande Área de Conhecimento, a saber: Multidisciplinar; Ciências Exatas e da Terra e Engenharias, obtendo um retorno de 95 pesquisas, das quais 78 foram desconsideradas, também por terem como foco de pesquisa, apenas o ensino, a ação do professor e não atenderem aos critérios pré-estabelecidos para a seleção. Assim, 17 trabalhos foram selecionados. Dos 17 selecionados, 4 já haviam sido selecionados no primeiro momento, restando apenas, 13 trabalhos.

Na busca feita na BDTD, foram encontrados 222 trabalhos. Utilizando os mesmos critérios de seleção do momento anterior, 197 trabalhos foram excluídos. Dos 25 restantes, 13 trabalhos foram encontrados e 12 foram excluídos, considerando que, nos procedimentos anteriores de seleção, 1 já havia sido excluído e 11 já haviam sido analisados e incluídos no *corpus*. Com isso, 13 trabalhos foram selecionados, totalizando 26 dissertações, conforme apresentado no quadro 2:

Quadro 2 – Informações do segundo momento de seleção do *corpus* da pesquisa.

2º MOMENTO	
1ª FASE Catálogo de teses e dissertações da capes	2ª FASE Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
Busca por: "Ensino" AND "Aprendizagem" AND "Física" AND "Tecnologia" AND "Informação" AND "Comunicação"	Busca por: "Ensino" AND "Aprendizagem" AND "Física" AND "Tecnologia" AND "Informação" AND "Comunicação"
124 resultados	222 resultados
111 excluídos	209 excluídos
Após filtro e critério de seleção, 13 dissertações foram encontradas.	Após critério de seleção, 13 dissertações foram encontradas.
26 dissertações selecionadas	

Fonte: elaborado pelo autor.

Os critérios de seleção utilizados no segundo momento possibilitaram incluir um número maior de trabalhos à amostra. Nos dois momentos, chamou-nos a atenção o número de trabalhos excluídos. Tal fato constata que a produção de trabalhos voltados à aprendizagem de conteúdos de física mediada por TIC ainda é baixo, tendo em vista o quantitativo de publicações que envolvem o ensino de física e as TIC na Região Sudeste (DUTRA DOS REIS; VIEIRA DE MELO, 2018, p. 8).

Conforme mencionado no início deste capítulo, percebemos que todos os trabalhos eram dissertações (cf. quadros 1 e 2). A fim de tentarmos encontrar teses sobre o assunto de interesse da pesquisa, estabelecemos um terceiro momento: refizemos a busca por palavras-chave, adicionando o filtro para incluir apenas teses. Mesmo assim, na primeira fase deste terceiro momento, isto é, a busca no catálogo de teses e dissertações da Capes, as teses encontradas não atendiam aos critérios de seleção. Procedemos, então, à segunda fase, buscando na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Buscamos por teses com as mesmas palavras-chave e encontramos 36 trabalhos, dos quais apenas uma tese preencheu os critérios de seleção. O Quadro 3 sintetiza as etapas de busca no terceiro momento:

Quadro 3 – Informações do terceiro momento de seleção do *corpus* da pesquisa.

3º MOMENTO	
1ª FASE	2ª FASE
Catálogo de teses e dissertações da capes	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
Busca por: "Aprendizagem" AND "Física" AND "TIC"	Busca por: "Aprendizagem" AND "Física" AND "TIC"
Após filtro por tese, dos resultados, nenhum atendia aos critérios de seleção.	Após filtro por tese, dos resultados, nenhum atendia aos critérios de seleção.
Busca por: "Ensino" AND "Aprendizagem" AND "Física" AND "Tecnologia" AND "Informação" AND "Comunicação"	Busca por: "Ensino" AND "Aprendizagem" AND "Física" AND "Tecnologia" AND "Informação" AND "Comunicação"
Após filtro por tese, dos resultados, nenhum atendeu aos critérios de seleção.	Após filtro por tese, e critérios de seleção, 1 trabalho foi encontrado.
1 tese selecionada	

Fonte: elaborado pelo autor.

É importante destacar que nos dois momentos de busca de cada fase tomamos como filtro a palavra tese, uma vez que, nas buscas anteriores, apenas dissertações foram encontradas. Somente na segunda fase é que foi encontrada uma tese. Feito esse percurso, obtivemos um total de 42 trabalhos, sendo 41 dissertações e 1 tese.

No quarto momento, buscamos pelos trabalhos completos e fizemos uma análise mais detalhada destes, para, assim, constituirmos o *corpus* documental. Foi feita a leitura e a análise do sumário e dos capítulos sobre os conteúdos de física e Tecnologia de Informação e Comunicação, a fim de verificar se os trabalhos abordavam a aprendizagem de física mediada por TIC.

Nessa etapa, dos 42 trabalhos selecionados, 37 estavam disponíveis na internet (em repositórios digitais de suas instituições de defesa). Os 5 restantes não foram encontrados. Tentamos, por meio da plataforma Lattes e de pesquisas na internet, o contato dos autores, mas não conseguimos contatá-los. Portanto, esses trabalhos foram excluídos do *corpus* da pesquisa.

Após leitura e análise do sumário e do capítulo sobre aprendizagem mediada por TIC dos trabalhos selecionados, dos 37 trabalhos, 11 foram excluídos. Dos 26 selecionados, 6 foram excluídos por estarem fora do recorte temporal previamente estabelecido. A única tese selecionada foi excluída por não preencher esse critério.

Concluídas essas etapas, obtivemos 20 dissertações que, por fim, compuseram o *corpus* definitivo deste trabalho.

Quadro 4 – Informações do quarto momento de seleção do *corpus* da pesquisa.

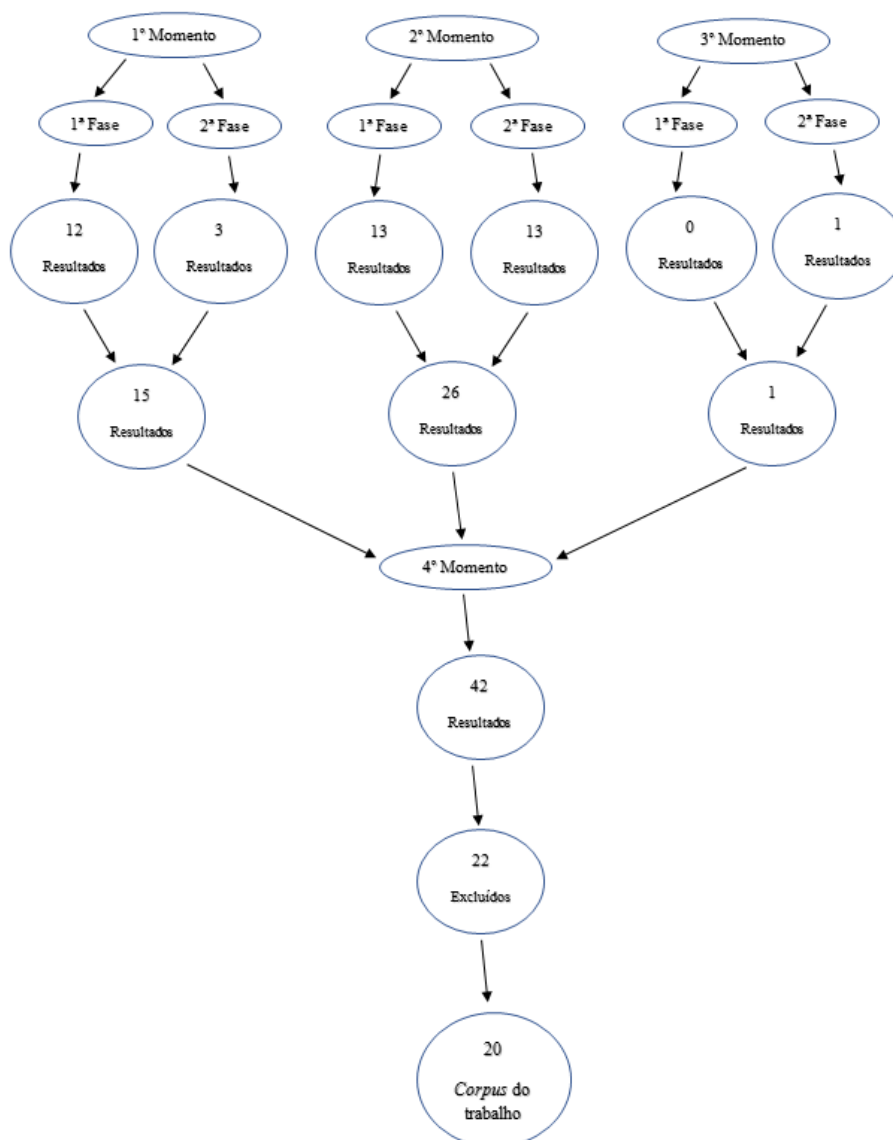
4º MOMENTO			
Busca por trabalhos completos			
Trabalhos completos encontrados	37		
Trabalhos não encontrados	5	Contato dos autores não encontrado	5 Excluídos
Após leitura e análise, dos 37, foram excluídos	11		
Após recorte temporal, dos 26, foram excluídos	6		
Total de Trabalhos Excluídos	22		
Total de trabalhos Incluídos	20		
Trabalhos que compõem o <i>corpus</i> desta pesquisa			20 trabalhos

Fonte: elaborado pelo autor

Neste quarto momento, de acordo com o Quadro 4, visualizamos a exclusão de 22 trabalhos. Destes 22, 6 foram excluídos por não atenderem ao critério de recorte temporal, como descrito no início do capítulo. Uma descrição dessas etapas metodológicas é encontrada em pesquisas de mapeamento sobre produção científica e ensino de física desenvolvidas por Sidone *et al.* (2016) e Dutra dos Reis e Vieira de Melo (2018). Reiteramos a justificativa da escolha dos dados relacionados ao uso das TIC em sala de aula com base nos dados apresentados pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil em 2016 e 2020.

A Figura 1 ilustra o percurso de seleção dos trabalhos, perpassando os quatro momentos e destacando os principais resultados encontrados.

Figura 1 – Representação do percurso feito para seleção do *corpus* do trabalho.



Fonte: elaborado pelo autor.

Verificamos que pouco mais da metade dos trabalhos encontrados foi excluída, como já mencionado anteriormente, a exclusão se deu por se encontrarem fora do período considerado, ou por meio da leitura se constatar que não atendiam aos critérios ou, ainda por, não terem sido encontrados na íntegra.

No Quadro 5, sintetizamos algumas informações sobre os trabalhos selecionados. Esse quadro foi desenvolvido por Pereira (2019, p. 30) e adaptado por nós com os dados desta pesquisa.

Quadro 5 – Dados dos trabalhos que compõem o corpus desta pesquisa

Título	Identificador	Autores	Ano de Conclusão	Instituição	Programa de Pós-Graduação
Confeccionando Aplicativos Em Física. Uma Abordagem Do Geogebra Acerca Das Leis De Newton.	D1	Fábio Ferreira Luiz	2015	UNIGRANRIO	Profissional
Elaboração De Um Material Didático Aplicado Ao Ensino De Física Para Utilização Do Experimento Virtual Da Dupla Fenda	D2	Daniilo Cardoso Ferreira	2015	UNESP	Profissional
Ensinando O Conceito De Campo Elétrico A Partir Do Fenômeno Do Raio	D3	João Paulo Martins Tobaruela Ortiz	2015	UFSCar	Profissional
Atividade De Demonstração Interativa (Adi): Problematizando O Estudo Da Difração E Da Interferência.	D4	Luiz Da Silva	2015	UFLA	Profissional
Sequência Didática Como Instrumento Para A Aprendizagem Significativa Do Efeito Fotoelétrico.	D5	Sérgio Roberto Mantovani	2015	UNESP	Profissional
O Uso De Simuladores Computacionais Como Recurso Didático Nas Aulas De Física: Antes Ou Depois?	D6	Alex De Sousa Braga	2016	IFSP	Profissional
Laboratório Didático Investigativo: O Ensino De Física Com Uso Do Arduino	D7	Artur Luciano Filho	2016	IFSP	Profissional
Ensinando Operações Com Grandezas Físicas Vetoriais No Ensino Médio Através De Uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa	D8	Antônio Fernando Reis	2016	UFSCar	Profissional
Aplicação Do Método Gráfico Das Coordenadas De Pierre Lucie Em Uma Aula De Ensino Médio	D9	Fábio Ferreira Barroso	2016	UFF	Profissional
Física No Futebol: Objeto De Aprendizagem Gamificado Para O Ensino De Física Em Mídias Digitais Por Meio Do Esporte A Partir Do Edutreinamento	D10	Fernando Chade De Grande	2016	UNESP	Profissional
Uma Proposta De Sequência Didática Para O Ensino De Astronomia Na Educação Básica Com O Uso Do Software Astro 3d	D11	Leandro Donizete Moraes	2016	UNIFAL	Profissional
Ensinando Cinemática Através Da Análise De Movimentos Em Vídeos De Captura De Games	D12	Manoel Coelho Da Silva Neto	2016	UFF	Profissional
Uma Sequência Didática Estruturada Para Integração Do Smartphone Às Atividades Em Sala De Aula: Desenvolvimento De Um Aplicativo Para A Eletrodinâmica	D13	Ulisses José Raminelli	2016	UNESP	Profissional
Proposta De Uma Plataforma Robótica Para O Ensino De Cinemática	D14	Wagner De Almeida Moreira Honorato	2016	UNIFEI	Profissional
Utilização De Simulações Computacionais No Ensino De Física, Na Área Da Terminologia	D15	Bruno De Oliveira Campos	2017	UNIFAL	Profissional
Tecnologias Digitais No Ensino De Ciências Para Crianças: Autoria E Interações Em Uma Proposta Educativa Explorando O Tema Energia	D16	Elaine Silva Rocha Sobreira	2017	UNICAMP	Acadêmico
Criação E Uso De Material Instrucional Digital Multimídia Para O Ensino De Conceitos De Astronomia Para O Ensino Médio	D17	Rafael Da Costa Ferreira	2017	UFF	Profissional
Quiz Computacional: Elaboração, Aplicação E Avaliação De Um Recurso Didático Tecnológico Como Ferramenta De Ensino/Aprendizagem	D18	Cristiano Monteiro Da Costa	2018	UFF	Profissional
O Uso do Simulador Phet como Recurso Didático para o Ensino de Ondas no 9º Ano do Ensino Fundamental	D19	Rafael Rocha Pereira	2018	UFF	Profissional
A Utilização Do Ambiente Moodle Como Ferramenta De Aprendizagem Colaborativa No Aprimoramento Do Ensino De Física	D20	Aline Miguelis Falcão Magalhães	2019	UFF	Profissional

Fonte: adaptado de Pereira (2019, p. 30).

O identificador D corresponde a dissertação, e o número na frente, em ordem crescente, identifica cada uma das dissertações que serão analisadas. Interessante notar que, entre as instituições em que os trabalhos foram apresentados, apenas uma é privada. Outra informação interessante é que somente um Programa de Pós-Graduação é Acadêmico, os outros são Programas de Pós-Graduação Profissional. A seguir

apresentamos o método de investigação do *corpus*, qual seja, a análise de conteúdo de Laurence Bardin. A autora assim define a Análise de Conteúdo:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

A Análise de Conteúdo tem sido utilizada em trabalhos de diversos países e instituições que envolvem estudos de educação e tecnologia. Kiliç-Çakmak *et al.* (2013), por exemplo, utilizaram questionários e estudaram enunciados e declarações. Erdogan (2016) empregou a mesma técnica no estudo de teses e dissertações voltadas para a aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning*). Bowen (2017), nos EUA, usou a técnica em sua tese, um estudo de representações de mulheres numa perspectiva feminina. Dede e Uzun (2020) se valeram da técnica de Análise de Conteúdo em dissertações voltadas para educação na Turquia. Verifica-se, portanto, que a Análise de Conteúdo é uma forma de estudos frequentemente utilizada em dissertações.

Entendemos que o método de Análise de Bardin (1977, p. 95) está estruturado em três etapas: “pré-análise”; “exploração do material” e “tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação”.

A primeira etapa consiste em organizar o material coletado na pesquisa em consonância com os objetivos, como essencial para a etapa seguinte. Essa etapa refere-se ao que foi feito para a consolidação do *corpus* desta pesquisa, isto é, o momento de “escolhas, seleções e regras”, necessárias para a “constituição de um corpus” (BARDIN, 1977, p. 96).

A etapa seguinte corresponde à codificação e enumeração dos trabalhos selecionados, com base em critérios previamente estabelecidos. Nesse momento da pesquisa, faz-se necessário, além da categorização, levar em conta o “índice da mensagem e uma ou várias variáveis do locutor (ou da situação de comunicação)”, considerados contextualmente importantes, segundo Bardin (1977, p. 115).

Por último, é preciso tratar e interpretar os resultados. Em outras palavras, dar significados e validade ao material já coletado/organizado e codificado/enumerado. Aqui, quando o pesquisador tem “à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objectivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (BARDIN, 1977, p. 101).

Após essa etapa, procedemos à leitura integral dos trabalhos. A leitura apresentou, como princípios norteadores, as seguintes categorias: *Aprendizagem como processo*; *A organização da aprendizagem e o desenvolvimento das funções psicológicas* e *Aprendizagem mediada por TIC*. Cada categoria foi dividida em subcategorias, tendo como fundamento o referencial teórico que fundamenta esta pesquisa. As subcategorias fazem referência a conceitos vygotskyanos. Entendemos “aprendizagem”, nesses trabalhos, como a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC.

A primeira categoria, a *Aprendizagem como processo*, foi dividida em duas subcategorias: *Contexto histórico social de aprendizagem* e *Interação Social*. A primeira subcategoria refere-se à importância da história individual e social e sua relação com o aprendizado. Nessa perspectiva de relação, definiu-se uma segunda subcategoria: a *interação social*. Na teoria histórico social de Vygotsky (1991), a aprendizagem está associada à interação entre o aprendiz e o objeto e entre os aprendizes.

A segunda categoria, *A organização da aprendizagem e o desenvolvimento das funções psicológicas*, foi dividida em cinco subcategorias: a) *Funções Psicológicas Superiores*, que diz respeito à estrutura cognitiva e, portanto, ao desenvolvimento do “planejamento, memória voluntária, e imaginação”; b) *Funções Psicológicas Elementares*, que reflete ao “que é biológico” no ser humano (BERNI, 2007, p. 18); c) *Zona de Desenvolvimento Proximal*, onde a aprendizagem acontece de fato (VYGOTSKY, 1991); d) *Nível de Desenvolvimento Potencial*, situação em que o sujeito de aprendizagem não consegue realizar atividades sozinho e e) *Nível de Desenvolvimento Real*, que diz respeito à situação na qual o sujeito realiza suas atividades sem o auxílio do outro (NASCIMENTO, 2017, p. 37).

A terceira categoria, a *Aprendizagem mediada por TIC*, foi dividida em três subcategorias: a) *Instrumentos Mediadores* que, por sua vez, podem ser do tipo *material* ou *psicológico*, como aparelhos celulares e símbolos, respectivamente; b) *Mais capaz*, caracterizada pela necessidade da intervenção do professor, que faz a mediação entre os aprendizes, e destes com os objetos de aprendizagem; c) *Internalização dos Instrumentos Mediadores*, que acontece por meio da interação (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

Para Vygotsky, essas três categorias e suas subcategorias são imprescindíveis para o processo de aprendizagem bem-sucedido.

Quanto à caracterização estabelecida para a investigação, Bardin a descreve como sendo

uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias, são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registo, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efectuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (BARDIN, 1977, p. 117).

Dessa forma, as categorias e subcategorias foram desenvolvidas tendo como base os critérios previamente estabelecidos, fundamentados nos objetivos, no problema de pesquisa e em nosso referencial teórico, consistindo em pensar a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC não como algo estático, mas como um processo, isto é, a aprendizagem que acontece por todo o percurso.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Aprendizagem

Entender como o processo de aprendizagem acontece dentro e fora do ambiente educacional é fundamental para a construção de uma educação de qualidade e que seja pautada em uma relação de ensino-aprendizagem eficiente. Tal eficiência encontra-se ancorada na pré-existência de condições de interação, como família, meio social, questões econômicas e políticas nas quais o aluno está inserido. Tais condições fazem com que a aprendizagem não esteja limitada aos muros da escola, mas presente antes, durante e depois do período escolar.

Vygotsky é um importante teórico que se debruçou sobre o desenvolvimento humano e a aprendizagem enquanto interação. Vygotsky assim explica o desenvolvimento intermediado por outra pessoa:

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social (VYGOTSKY, 1991, p. 24).

Nesse sentido, o contexto social influencia diretamente o desenvolvimento e, conseqüentemente, a aprendizagem dos sujeitos. A relação existente nesse contexto histórico e posteriormente na escola é caracterizada também através de mediações. Vygotsky propôs o conceito de *mediação simbólica* no processo de aprendizagem da seguinte forma:

O uso de meios artificiais - a transição para a atividade mediada - muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar (VYGOTSKY, 1991, p. 40).

Portanto, o pensamento de Vygotsky afirma haver alterações nas operações psicológicas e no emprego de instrumentos, o que amplia a gama de atividades nas quais as funções psicológicas podem trabalhar. Vygotsky ressalta que “a invenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher etc) é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que

agora no campo psicológico” (VYGOTSKY, 1991, p. 38). Retomaremos, mais adiante, o conceito de *mediação*.

Identificamos, pois, uma relação entre aprendizagem e desenvolvimento, uma vez que

o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (*Ibid*, 1991, p. 61).

Com isso, torna-se evidente o quanto o aprendizado é indispensável para o ser humano, sendo um empreendimento paralelo ao desenvolvimento. Ainda que sejam conceitos diferentes, Vygotsky (1991, p. 54) estabelece, entre eles, uma relação ao afirmar que “o aprendizado segue a trilha do desenvolvimento e que o desenvolvimento sempre se adianta ao aprendizado”. Dessa forma, o autor nos apresenta conceitos interligados, embora não nitidamente coincidentes.

Ao trazer o conceito de desenvolvimento das funções psicológicas, Vygotsky destaca que há uma distinção entre as *Funções Psicológicas Superiores* (FPS) e as *Funções Psicológicas Elementares* (FPE). Segundo Facci (2004) e Berni (2007, p. 18), “as FPS relacionam-se com ações intencionais – planejamento, memória voluntária, imaginação, enquanto as FPE (funções psicológicas elementares) dizem respeito ao que é biológico, nato, instintivo, reflexo.”. Dito de outro modo, percebemos como os aspectos dessas funções (FPS e FPE) assemelham-se ao desenvolvimento e à aprendizagem, ainda que Vygotsky os considere distintos.

Nessa perspectiva de desenvolvimento transitamos pelo que Vygotsky denomina *Zona de Desenvolvimento Proximal* (doravante ZDP) que, por sua vez, encontra-se dividida em dois níveis de desenvolvimento: *Real* e *Potencial*. Esses conceitos estão diretamente ligados às funções psicológicas citadas acima. A ZDP é um conceito indispensável para se pensar acerca das “dimensões do aprendizado escolar” (VYGOTSKY, 1991, p. 57).

Para Berni (2007, p. 21), a *Zona de Desenvolvimento Proximal* “é um espaço de trabalho no qual uma pessoa atua para aprendizagem e, conseqüentemente, o desenvolvimento do outro.” Nesse espaço, identificamos o que o sujeito já tem consolidado e aquilo que ainda tem de consolidar. Por exemplo, a realização de atividades sozinho sem a intervenção do outro constitui um caso de desenvolvimento real. Por outro

lado, é possível que em certas atividades seja necessária a intervenção de outras pessoas ou o uso de instrumentos. Nesse caso, essa outra pessoa é denominada *mais capaz* e tal situação constitui um evento de desenvolvimento potencial (NASCIMENTO, 2017, p. 37).

A partir do estudo desses conceitos vygotskyanos, adentramos o que o próprio Vygotsky aponta como *mediação*. A mediação, segundo Vygotsky, está presente nas formas de significação que são próprias das relações humanas, como o signo, a palavra e o símbolo, que potencialmente modificam o comportamento do sujeito. Além destes, outros instrumentos são igualmente importantes nesse processo, tais como livros, cadernos, lápis e ferramentas próprias das TIC, como aparelhos celulares, computadores e internet.

No pensamento vygotskyano, a relação do homem com o mundo se dá por meio de *instrumentos mediadores*: sejam eles *materiais* ou *psicológicos*, como artefatos externos e internos produzidos e internalizados pelo indivíduo. Sobre os instrumentos como produtos da ação humana, Striquer ressalta:

O homem ao criar um objeto (produto material ou intelectual), cria também o conhecimento sobre sua criação, desenvolvendo, portanto, ciência, tecnologia e arte, que são mediadores culturais. Assim, o relacionamento do homem com os outros homens acontece pela mediação dos conhecimentos científicos, tecnológicos e artísticos objetivados pelas gerações anteriores (STRIQUER, 2017, p. 144).

A internalização desses instrumentos acontece, portanto, na interação entre sujeitos e entre sujeitos e objetos. Todavia, fazer uso de instrumentos como mediadores, por exemplo, requer domínio desses instrumentos por parte de quem os usa. Nesses casos, o processo de aprendizagem não é diferente. Levando em consideração a questão do desenvolvimento do aluno, Striquer afirma que

o processo de internalização é de responsabilidade do professor, que se realiza quando este transpõe aos estudantes os conteúdos escolares ou conhecimentos historicamente produzidos. Assim, o desenvolvimento do aluno acontece quando ele internaliza os conteúdos escolares (instrumentos psicológicos) e as operações de uso dos conteúdos, isto é, quando o aluno consegue utilizar os conteúdos nas representações dos fatos e das situações reais de uso, dentro e fora da escola (STRIQUER, 2017, p. 145).

Em outras palavras, o desenvolvimento se consolida a partir do momento em que o aluno internaliza os conteúdos e aprende a utilizar adequadamente os instrumentos

mediadores. Dentro desse processo, a aprendizagem tende a se concretizar, favorecendo o desenvolvimento mental (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

É na *Zona de Desenvolvimento Proximal* que o aluno aprende, consolidando o desenvolvimento *real* e internalizando as ações da interação com o *mais capaz*. Em suma, esse movimento de consolidação e internalização no processo de desenvolvimento e aprendizagem se dá por meio da mediação, isto é, com a mediação de instrumentos materiais e psicológicos.

4.2 Aprendizagem mediada por TIC

O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação vem sendo um instrumento pedagógico de mediação plausível no ensino e aprendizagem no século XXI. Percebemos sua presença e importância nas mais diversas áreas do conhecimento.

Todavia, mesmo as TIC estando presentes nos mais diversos contextos de aprendizagem, a eficácia de qualquer instrumento tecnológico como mediador da aprendizagem depende da ação humana consciente e intencional de planejar o seu uso para aprendizagem (RIBEIRO, 2005, p. 94).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018a, p. 558), dentre as “competências” que o estudante deve desenvolver em Ciências da Natureza, destaca-se, por exemplo, a capacidade de fazer uso de “diferentes mídias, dispositivos e tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC)”. As TIC/TDIC podem ser consideradas instrumentos mediadores, de modo que a população tenha condições de dominar a “linguagem científica” e de comunicar esse conhecimento. Destacamos que o desenvolvimento de competências se encontra entrelaçado ao processo de aprendizagem.

Observamos, nos documentos reguladores do currículo do Ensino Médio no Brasil, o entrelaçamento entre Ciências da Natureza e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, de forma a viabilizar a produção e a divulgação de conhecimento (BRASIL, 2018b, p. 8). Para que isso seja possível, faz-se necessário perceber as dificuldades e os facilitadores quanto ao uso das TIC no espaço educacional e pensar como otimizar o seu uso mediando a aprendizagem de física.

Conforme salienta Costa, é sabido que

O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), ainda não é uma realidade em todas as escolas, por que há uma série de situações que vão influenciar a sua aquisição, o repasse de verbas do governo, a infraestrutura dos estabelecimentos de ensino e a manutenção (COSTA, 2017, p. 30).

Ainda assim, há uma série de produções acadêmicas, como teses e dissertações (objeto de análise desse estudo), que tratam da relação entre a aprendizagem e as TIC. Silva (2014), por exemplo, faz uma revisão sobre as TIC e Objetos de Aprendizagem, analisando também a visão de alunos e professores quanto à possibilidade de se relacionar aprendizagem e o uso das TIC. Na mesma linha, Ferreira (2016) trata do desenvolvimento de instrumentos que conciliam ensino, aprendizagem e TIC. Penha (2017), por sua vez, adota a proposta de Pinto (2018) e reflete sobre a produção de aparatos educacionais que podem colaborar com o processo de aprendizagem mediado por TIC.

Outros pesquisadores têm ocupado esse espaço de debate envolvendo aprendizagem de física mediada por TIC. Os trabalhos de Oliveira Reis (2018) têm especial interesse sobre o uso de aparelhos tecnológicos cotidianos (como celulares) e a sua utilização em experiências para a aprendizagem de física. Sob essa mesma perspectiva, destacamos as pesquisas de Simon (2016) e Santos (2016), que também fazem referência ao uso das TIC em sala de aula.

As Tecnologias de Informação e Comunicação estão presentes na vida de muitas crianças, jovens e adultos, fora e dentro da sala de aula. Em primeira instância, as TIC são utilizadas pelos alunos para entretenimento, como é o caso dos jogos online. Entretanto, as TIC também podem (e, como defendemos, deveriam) ser usadas como ferramenta de ensino e aprendizagem, tanto pelos alunos quanto pelos professores. Campos (2018, p. 27) afirma que os jogos “estão ligados a momentos de descontração, onde os jogadores não têm como principal objetivo aprimorar conhecimentos ou habilidades”. Talvez por isso os alunos estejam menos resistentes a novas descobertas, em um processo de automatismo que possibilita-lhes assimilar novas informações. Embora as TIC não sejam usadas primordialmente com a finalidade de “aprimorar conhecimentos ou habilidades”, os jogos e aplicativos de redes sociais virtuais, como o *WhatsApp* e o *Facebook* têm potencial de fazer com que o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de física se torne uma atividade prazerosa e instigante, sobretudo se adaptados à realidade dos professores e dos alunos (GAUTÉRIO; RODRIGUES, 2017, P. 89).

O uso das novas tecnologias, além de favorecer o processo de ensino e aprendizagem, de forma lúdica e descontraída, é um instrumento que, segundo Paraná

(2010, p. 5), “amplia as transformações sociais e desencadeia uma série de mudanças na forma como se constrói o conhecimento”. Desse modo, o aluno se torna capaz de produzir novas formas de conhecimento. Esse conhecimento, somado ao acesso a diferentes tecnologias, pode modificar seu ambiente social. As TIC, portanto, assumem um papel fundamental de mediar o processo de transformação socioambiental e do sujeito que dela se vale.

De acordo com Machado (2009, p. 68), a mediação é um fator imprescindível para “compreender as concepções de ensino e de aprendizagem, bem como o desenvolvimento mental e social”. As Tecnologias de Informação e Comunicação, quando usadas sob viés educacional, agem como instrumentos de mediação para o ensino e a aprendizagem. Em outras palavras, as TIC relacionam o conteúdo ministrado pelo professor à efetiva aprendizagem desse conteúdo, por parte do aluno. O intuito, porém, não é fazer das TIC meros instrumentos de ensino, fazendo com que substituam a ação do professor, mas um instrumento didático que pode auxiliar o docente e o aluno, viabilizando uma educação de qualidade. Quanto à importância do professor como mediador, Moran afirma:

(...) precisamos de mediadores, de pessoas que saibam escolher o que é mais importante para cada um de nós em todas as áreas da nossa vida, que garimpem o essencial, que nos orientem sobre as suas conseqüências, que traduzam os dados técnicos em linguagem acessível e contextualizada. (MORAN, 1997, p. 151)

Aliás, qualquer que seja o “aparato educacional”, ele não pode assumir o papel do professor. A função do “aparato educacional”, conforme Valente (1998, p. 6) é a de “criar condições de aprendizagem”, ou seja, de favorecer, no processo educacional, a articulação entre ensino e aprendizagem, e não substituir os sujeitos que participam de e constituem essa articulação.

Diante disso, Gonçalves (2018, p. 19-25) salienta que as TIC favorecem o “poder de pensamento crítico e ao mesmo tempo autoavaliativo”. Isso também acontece quando as TIC são utilizadas como meio de auxílio didático na educação em ciências, tendo como sujeitos professores e alunos, uma vez que “o educador que utiliza destes recursos, necessita estar constantemente atualizado”. De outro modo, podemos dizer que os desafios e benefícios das TIC estão diretamente relacionados ao seu uso pelo professor e pelos alunos, e nunca a elas mesmas como entidades que atuam sem um agente externo.

Para Mata (2018, p. 9), “é perceptível a importância da inclusão das TDIC em todos os setores da sociedade”. Porém, sua aplicabilidade em sala de aula depende da

estrutura da escola e da disponibilidade das professoras e professores em conduzir o uso das TIC, em função da carga horária docente ser extensa. É importante, também, que o professor encoraje os alunos à investigação científica, uma vez que tal interesse pode criar condições para que as TIC sejam empregadas como meio de aprendizagem dos conteúdos de física.

Com o auxílio do professor e com a interação entre os alunos, numa relação interpessoal de ajuda mútua (“mais capaz”), as TIC podem assumir essa potencialidade de serem instrumentos de mediação da aprendizagem, mudando profundamente as operações psicológicas, criando e solucionando problemas concretos e abstratos essenciais para o desenvolvimento e a aprendizagem dos conteúdos de física. Defendemos, portanto, que as TIC façam parte do cotidiano dos alunos na sala de aula, em consonância com Gewehr (2016, p. 36), uma vez que priorizam “um diálogo reflexivo e interativo entre os sujeitos escolares”, sendo ferramenta com grande potencial de auxiliar no processo de aprendizagem.

Destarte, para além da absorção de conceitos descontextualizados da realidade dos sujeitos de aprendizagem, o aprendizado, defendemos, deve ser dinâmico, não sendo uma propriedade exclusiva da escola. Aliás, conforme Vygotsky, “a aprendizagem escolar nunca parte do zero” (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV 2010, p. 109). A aprendizagem não se dá de forma fixa e definitiva, pois perpassa toda a vida do indivíduo, enquanto sujeito cultural e em constante desenvolvimento. Compreendemos o desenvolvimento, tal como o descreve Vygotsky, como sendo anterior à aprendizagem e, ao mesmo tempo, estando além do aprendizado. Todavia, a aprendizagem, como processo, acontece em diferentes contextos, dentro e, também, fora do ambiente escolar.

4.3 Educação em Ciências no Brasil

Ao abordarmos a aprendizagem de física, fazemos referência à sua grande área que, junto à biologia e à química, compõe as ciências da natureza e suas tecnologias, conforme consta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ao tratarmos da aprendizagem de física, situamo-nos no terreno da Educação em Ciências. Consideramos necessário rever, numa perspectiva histórica, a sua prática no Brasil.

O processo de implementação e desenvolvimento da Educação em Ciências no Brasil é desafiador, uma vez que as políticas voltadas para institucionalizar a produção

científica na sociedade brasileira são datadas a partir de 1950 (NASCIMENTO *et al*, 2010, p. 226).

Nos séculos anteriores a 1950, estão registradas algumas reformas na educação brasileira, como, por exemplo, as reformas realizadas por Marquês de Pombal em 1759 (DAMASCENO, 2016, p. 22) e por Benjamin Constant em 1890/91 (DELANEZE, 2007, p. 19). Essas reformas podem ser entendidas como as primeiras tentativas de inclusão do ensino de ciências no embrionário sistema educacional brasileiro.

Entretanto, o primeiro, Marquês de Pombal, ao expulsar os Jesuítas e o seu sistema de ensino voltado para o crivo humanístico, mais desestruturou o incipiente sistema educacional, do que consolidou o ensino de ciências.

O segundo, Benjamin Constant, com ideias bem mais claras quanto ao método científico experimental e indutivo, foi o que chegou mais perto, da educação em ciência, porém não atingiu sua amplitude. A teoria não chegou à prática. Em síntese, ambas as reformas deram errado.

Como consequência desse histórico de tentativas e poucos resultados, hoje, de acordo com o *Programme for International Student Assessment (PISA)* – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, o Brasil tem os piores resultados quando o assunto é ciências.

Em 2015, conforme Setoguti (2017, p. 1636), “na avaliação internacional PISA”, programa coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Brasil, em ciências, ocupava a “63ª posição”, numa relação de “70 países”. Esse é um indício de o processo de aprendizagem vigente no Brasil carece de mudanças.

Todavia, o cenário não é completamente desanimador. Atualmente, diversas teses e dissertações têm buscado investigar e repensar o ensino, a aprendizagem e a qualidade da educação em ciências no Brasil, nos mais diversos graus de ensino, isto é, desde a educação infantil ao ensino superior. Defendemos, portanto, a necessidade urgente de fazer com que o conhecimento produzido nas universidades chegue aos demais níveis de ensino.

Por esse motivo, pretendemos analisar como se dão as mais variadas formas de aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC, buscando propor um itinerário organizacional para o dia a dia escolar.

4.4 Aprendizagem de física mediada por TIC na Região Sudeste

Pensando a Educação em Ciências e, precisamente, a aprendizagem de física mediada por TIC, levaremos em consideração a Região Sudeste do Brasil. Segundo Sidone *et al.* (2016, p. 17), a cidade de São Paulo, no que diz respeito à produção científica e à produção geral conhecimento, tem uma posição de notoriedade no Brasil e no mundo.

Nas palavras de Sidone *et al* (2016, p. 17):

No Brasil, também se verifica enorme heterogeneidade espacial das atividades de pesquisa científica, onde o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisadores é altamente concentrado na região Sudeste, com destaque às capitais dos estados. Como exemplo, a cidade de São Paulo concentra cerca de 20% da produção científica brasileira e cresceu 21 posições na lista das cidades de maior geração de conhecimento no mundo durante a última década.

Como vemos, há uma centralização da pesquisa científica na Região Sudeste, sendo alta a concentração de publicações e de pesquisadores, sobretudo nas capitais.

A hegemonia da região Sudeste é evidente, em especial no período de 1992 a 2009. Analisando os dados publicados por Sidone *et al.* (2016, p. 24), sobre a produção científica, o Sudeste nunca esteve abaixo de 45% na “Evolução da distribuição regional da produção científica no Brasil”.

Paralelo à proeminência da produção científica no Sudeste, encontra-se um aumento significativo de trabalhos que abordam a relação entre a física e a tecnologia. Mesmo com todas as dificuldades de infraestrutura enfrentadas por algumas escolas, as tecnologias e a internet estão presentes na vida de muitos alunos. Essas tecnologias podem “contribuir para o aprendizado do aluno ao unificar as inúmeras conexões entre os conhecimentos científicos básicos e os fenômenos naturais” (DUTRA DOS REIS; VIEIRA DE MELO, 2018, p. 2).

Dutra do Reis e Vieira de Melo (2018), ao tratarem do ensino de física e de tecnologia, analisaram trabalhos publicados no país e constataram ter havido “amplo número de publicações na região sudeste com aproximadamente 50% do total de trabalhos publicados na área, em sua maioria por universidades públicas, seguido pela região sul que aparece com 32,5 %” (DUTRA DOS REIS; VIEIRA DE MELO, 2018, p. 8).

Logo, compreendemos a necessidade de analisar, de forma análoga, o avanço da produção científica no Brasil e a relação entre aprendizagem de física e TIC.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO CORPUS DOCUMENTAL

5.1 Contextualizando os trabalhos de pesquisa analisados

Antes de apresentar a coleta e a análise dos dados, faz-se necessário contextualizar o *corpus* documental. Essa etapa consiste em delinear e discutir informações dos trabalhos pesquisados, bem como informações de seus autores, do nível de ensino e da instituição de ensino a que a pesquisa estava vinculada. Além disso, foi feita uma distribuição dos trabalhos de acordo com os programas de pós-graduação, o estado onde se encontra a Instituição de Ensino Superior e se a instituição era pública ou privada. Após essa etapa, pudemos ter uma visão geral do *corpus* documental, possibilitando constatar (ou não) a concentração de publicações no Sudeste, sobretudo na cidade de São Paulo. De forma geral essa etapa possibilitará identificar em que programas de pós-graduação e estados as pesquisas estão mais concentradas (SIDONE *et al.*, 2016, p. 17).

Quanto ao nível de ensino, retomamos aqui o fato de que, após passarem pelos critérios de seleção previamente estabelecidos, todos os trabalhos selecionados eram dissertações. Outra informação interessante, e que nos faz pensar sobre a importância das Instituições de Ensino Superior públicas, diz respeito à produção de trabalhos quando comparadas às instituições privadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantitativo de dissertações por Instituições de Ensino Superior Pública e Privada.

Instituições de Ensino Superior	Nº de Dissertações
Pública	19
Privada	1
Total de Dissertações	20

Fonte: elaborado pelo autor.

Das 20 dissertações que preencheram os critérios de seleção para compor o *corpus*, apenas 1 foi desenvolvida numa instituição privada. Portanto, a maioria das pesquisas foi realizada em instituições públicas. Com esses dados não podemos deixar de ressaltar o quão relevante para o país é o investimento na educação pública e o comprometimento das IES com o desenvolvimento da ciência.

Além disso, verificamos em que estado da Região Sudeste e em quais instituições de ensino superior as pesquisas estão mais concentradas. Essas informações se encontram agrupadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição de dissertações por Estado da Região Sudeste.

Estado	Instituições de Ensino Superior	Cidade	Quantidade de Dissertações
SÃO PAULO	UNESP UFSCar IFSP UNICAMP	Bauru Presidente Prudente São Carlos São Paulo Campinas	9
RIO DE JANEIRO	UNIGRANRIO UFF	Duque de Caxias Niterói Volta Redonda	7
MINAS GERAIS	UFLA UINFAL UNIFEI	Lavras Alfenas Itajubá	4
Total	9	11	20

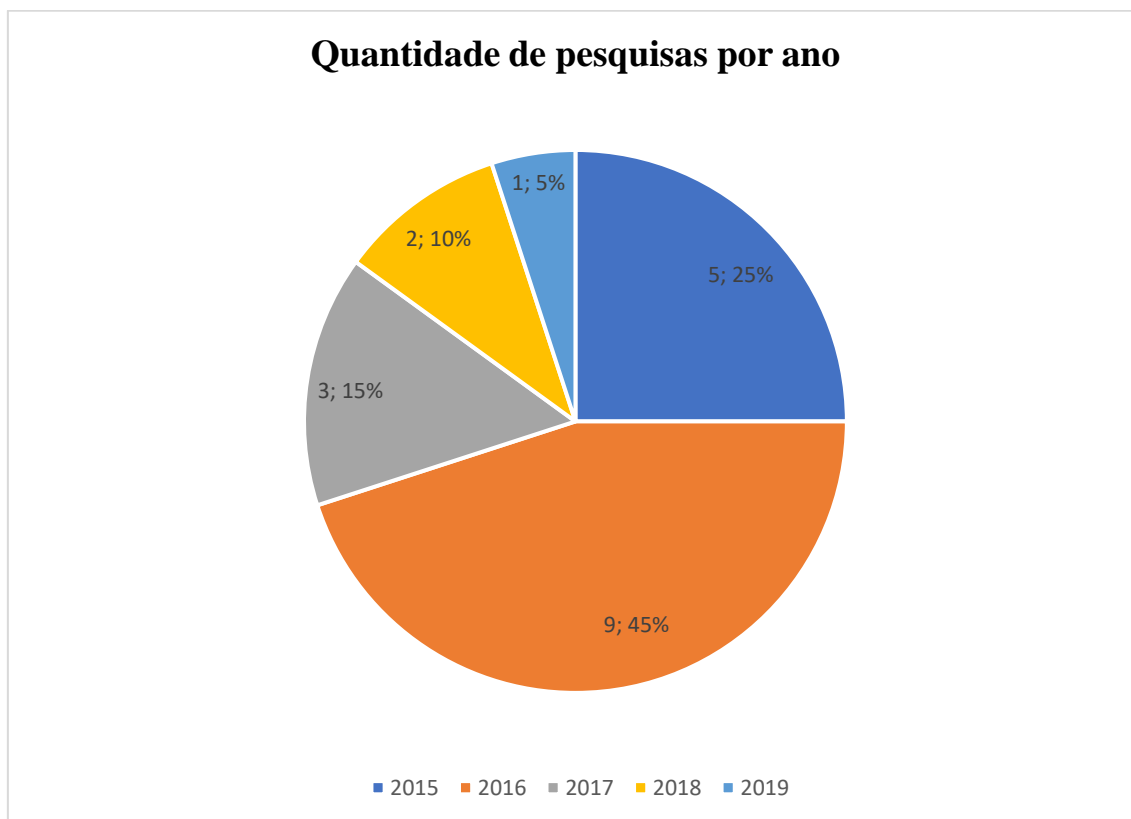
Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados da Tabela 2 evidenciam uma grande concentração de pesquisas realizadas nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. No Estado do Rio de Janeiro, com exceção da Unigranrio, as pesquisas foram desenvolvidas em programas de mestrado da Universidade Federal Fluminense, nos *campi* Niterói e Volta Redonda, 2 e 4 dissertações respectivamente. O terceiro estado em que foram encontrados os trabalhos foi Minas Gerais, com 1 pesquisa e Lavras, 2 em Alfenas e 1 em Itajubá.

Depois de termos detalhado o local de realização das pesquisas, identificamos os programas de mestrado aos quais as pesquisas estão vinculadas.

O objetivo dessa etapa foi de verificar o desenvolvimento e a produção científica desses programas. De antemão, damos ênfase ao fato dessas pesquisas terem sido desenvolvidas entre os anos de 2015 a 2019, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 – Distribuição das dissertações analisadas por ano de publicação

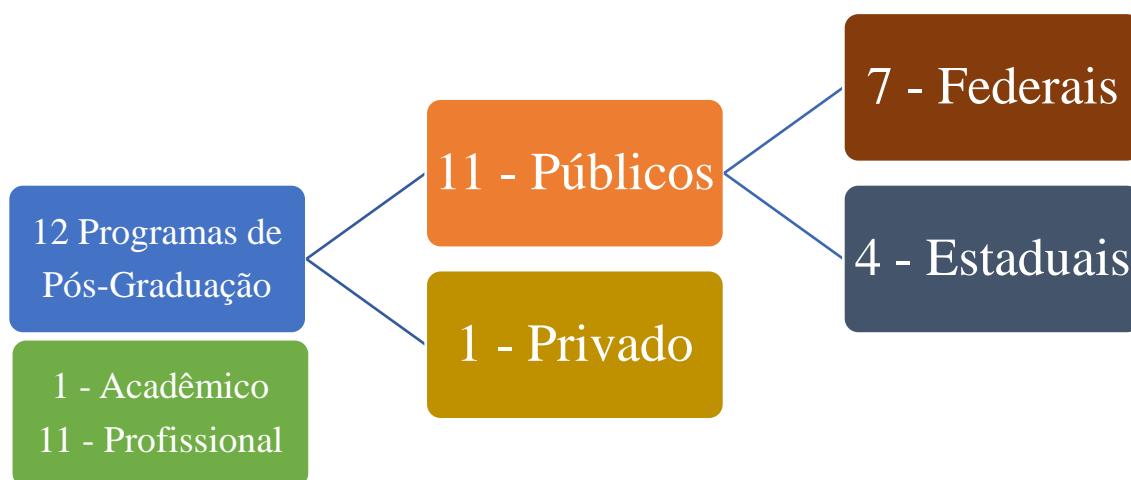


Fonte: elaborado pelo autor

O Gráfico 1 nos mostra um maior número de publicações de pesquisas voltadas para a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC no ano de 2016. Percebe-se também que as publicações de 2015 a 2017, somadas, correspondem a 85% das publicações desse recorte temporal. Tal constatação corrobora a inevitável e bem sucedida junção entre educação e tecnologia, sendo essa última um recurso que, em muito, pode contribuir para a primeira, isto é, para o processo de ensino e aprendizagem (DUTRA DOS REIS; VIEIRA DE MELO, 2018, p. 2).

Em relação às características de cada Programa de Pós-Graduação, identificamos o seguinte:

Figura 2 – Números de Programas de Pós-Graduação, titulação, público e privado.



Fonte: elaborado pelo autor.

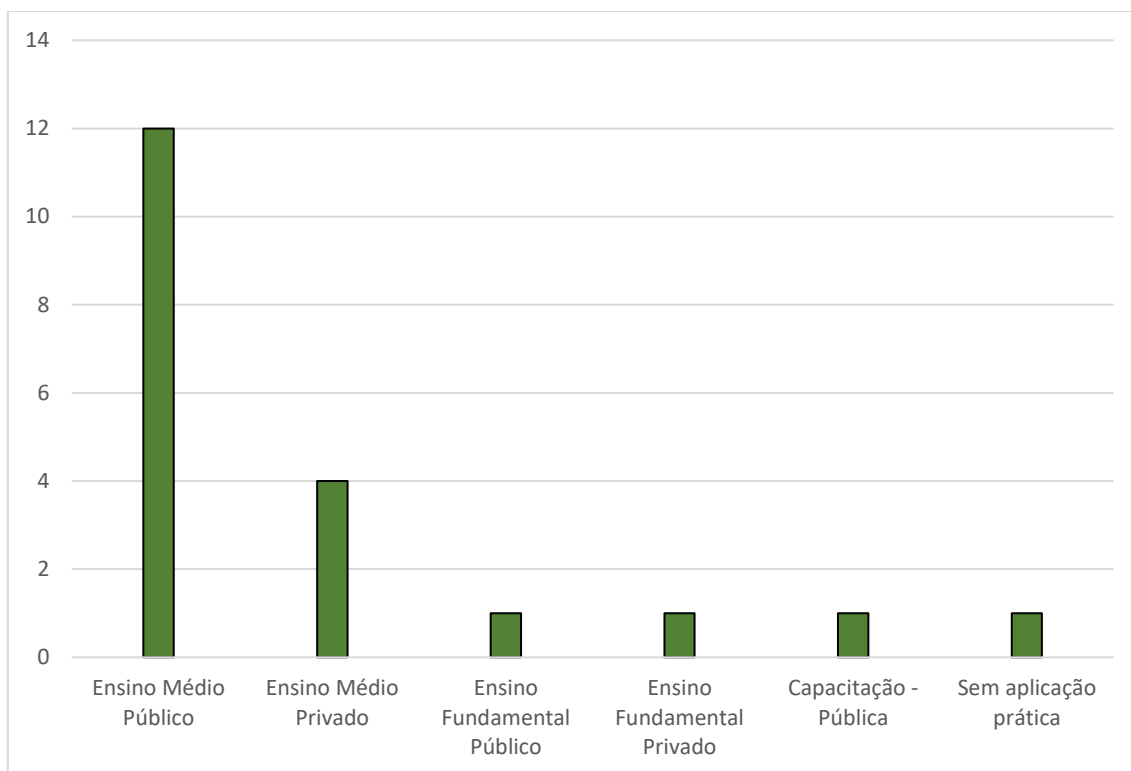
Como consta na Figura 2, dos 12 Programas de Pós-Graduação, apenas 1 pertence a uma instituição privada, todos os outros são públicos, sendo federais e estaduais. Destacamos que todas as IES estaduais estão situadas no Estado de São Paulo.

Quanto aos nomes dos Programas, apresentarei cada um por IES. A UNIGRANRIO tem Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências na Educação Básica; A UFF tem Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Volta Redonda e o de Ensino de Ciências da Natureza em Niterói. A UNESP tem Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, na cidade de Presidente Prudente e o em Mídia e Tecnologia, na cidade de Bauru; A UFSCAR, em São Carlos, tem o Programa PROFIS, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física; O IFSP tem o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática; A UNICAMP tem o Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM; A UFLA tem o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, na cidade de Lavras; A UNIFAL tem o Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e a UNIFEI tinha o programa de mestrado profissional em Ensino de Ciências, hoje Mestrado acadêmico e de Educação em Ciências, na cidade de Itajubá.

Outro aspecto analisado diz respeito ao nível de ensino para o qual as pesquisas foram destinadas. É importante ressaltar que muitas pesquisas, mesmo tendo enfoque na educação básica, são realizadas em universidades, fora da escola onde os alunos estudam.

Os alunos saem de suas escolas e vão às IES para a realização de experimentos, por exemplo. Com exceção da capacitação, as práticas descritas pelas dissertações ocorreram dentro da própria escola de educação básica, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2 – Níveis de ensino pesquisados pelas dissertações (escolas públicas e privadas)



Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 2 percebemos a preponderância do número de dissertações voltadas para o ensino público brasileiro. As pesquisas voltadas para o Ensino Médio e Ensino Fundamental públicos, somadas à capacitação realizada no curso da Marinha (que é pública), correspondem a 14 trabalhos. Tal número é significativo se se pensar no diálogo necessário entre a universidade e as escolas de educação básica, imprescindível para uma educação pública de qualidade e transformadora.

Feito esse itinerário de apresentação do *corpus* documental, detalhamos, abaixo, o procedimento de categorização e de análise das pesquisas selecionadas.

Pensar a aprendizagem como processo significa compreendê-la dentro de uma dinamicidade que envolve situações, ambientes e sujeitos diversos. O indivíduo aprende durante esse movimento de *interação social*, situado em determinado contexto histórico. A fim de analisar a forma como a aprendizagem acontece, é preciso levar em consideração

as conjunturas presentes nas relações com os ambientes familiar e escolar e com os diferentes sujeitos com quem o indivíduo se relaciona direta e indiretamente.

Sob essa perspectiva, o Quadro 6, reúne as dissertações que abordam a aprendizagem como processo, isto é, as quais investigaram a aprendizagem levando-se em consideração o *contexto histórico* e/ou a *interação social*.

Quadro 6 – Subcategorias de aprendizagem como processo nas dissertações analisadas

Categoria	Subcategorias	Dissertações
Aprendizagem como processo	<i>Contexto histórico social de aprendizagem</i>	D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D12, D13, D16, D17, D18, D20
	<i>Interação Social</i>	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D19, D20

Fonte: elaborado pelo autor

Levando-se em consideração as subcategorias *contexto histórico social de aprendizagem* e *interação social*, observamos que 14 trabalhos abordam essa primeira subcategoria. A segunda, por sua vez, é abordada por 17 trabalhos. Em outras palavras, 13 trabalhos abordam o contexto histórico social e a interação social como condições para a aprendizagem. Isto é, a dissertação 11 aborda somente a primeira subcategoria, diferentemente das demais, que abordam as duas. Já as dissertações 1, 2, 14 e 19 abarcam somente a interação social, e não as duas subcategorias concomitantemente.

Após a exploração do material passamos para o tratamento dos resultados. A exploração do material é a etapa de codificar e enumerar, esta constitui uma das três etapas mais importantes para análise de conteúdo de Bardin (1977, p. 95).

Para cada subcategoria extraímos excertos que dizem respeito a cada fase de caracterização. Com isso, pensar a aprendizagem como processo significa levar em consideração o contexto histórico e social, político, econômico e tantos outros aspectos nos quais os sujeitos de aprendizagem estão inseridos e que são, em alguma medida, influenciados por eles.

O autor da D3 (2015), no excerto abaixo, apresenta-nos aspectos próprios do *contexto histórico social* de aprendizagem, como a **intencionalidade** na composição das turmas do terceiro ano, que leva em consideração o índice de **evasão escolar**. A formação de turmas seguia, também, **critérios de desempenho**:

As turmas de terceiro ano do Ensino Médio nesta escola não foram compostas aleatoriamente. A escola possui turmas de Ensino Fundamental II (6º a 9º ano) no período da tarde e turmas de Ensino Médio (1º a 3º ano) no período da manhã. Muitos alunos, ao concluírem o Ensino Fundamental II, deixam a escola, se matriculando em cursos técnicos ou em colégios da rede privada. Os que permanecem nesta unidade escolar são mantidos em uma mesma sala ou até mesmo selecionados por critério de desempenho escolar (levando em conta histórico de notas, advertências, dentre outros). A turma A foi composta por esses alunos. São, portanto, alunos que possuem histórico escolar superior ao das demais salas. A turma B é composta em grande parte de alunos vindos de outras unidades escolares ou daqueles que já estavam nesta escola, porém foram considerados de baixo rendimento. Esta distinção na composição das turmas se faz clara no cotidiano escolar (D3, 2015, p. 60).

O *contexto histórico social* mostra-nos, portanto, as condições de aprendizagem do estudante, como local de origem, se ele ou ela mora em bairros periféricos ou centrais, as pessoas com quem convive (núcleo familiar), infraestrutura da escola, além de aprovação e evasão escolar, por exemplo. Essa distinção com relação ao rendimento ficou clara na pesquisa da D3 (2015), onde as turmas selecionadas apresentavam rendimento bom ou ruim e, conseqüentemente, optavam por permanecer ou migrar para outra instituição.

Assim como Vygotsky apresenta, a intrínseca relação e influência do meio e do corpo sobre o indivíduo, apontando para a dificuldade de delimitar onde finaliza a ação do meio e se inicia a ação do corpo, a D3 (2015) explicita como são fortes a presença e a influência do meio e do corpo atuando no sujeito, sem que haja uma delimitação precisa dessa atuação.

Chamou a atenção um dos alunos da turma B, cuja residência está localizada em uma região rural. Em seu relato, afirmou que a incidência de raios lá parece ser maior do que em outras regiões da cidade e que os raios costumam afetar o funcionamento da rede elétrica, da internet e dos telefones fixos e móveis. O professor questionou, então, se havia algum para-raios por perto, e o aluno relatou que dentro do sítio vizinho existe uma torre, mas não soube afirmar com certeza se havia um para-raios ou não (D3, 2015, p. 41).

O sujeito de aprendizagem tem, em si mesmo, no meio e nos outros, as suas referências de localização e de compreensão de si mesmo. Essas referências podem ser históricas, geográficas e psicológicas. Como o sujeito interage com essas referências, consciente ou inconscientemente, elas atuam profundamente influenciando, como meio presentes no indivíduo, o desenvolvimento desse sujeito. O meio não deve ser entendido como “algo absoluto” ou “exterior ao homem”. O próprio Vygotsky, ao refletir sobre

meio e corpo, afirma que não se pode “sequer definir onde terminam as influências do meio e começam as influências do próprio corpo” (VYGOTSKY, 2004, p. 71).

Dessa forma, ainda que o meio não seja “exterior ao homem”, a sua influência é constante, podendo, meio e corpo, influenciar simultaneamente o indivíduo (VYGOTSKY, 2004, p. 71).

É importante destacar que outras pesquisas, dentre as 20 selecionadas, também trazem uma abordagem pautada nos conceitos de Vygotsky. Pode-se observar que, na D13 (2016), alguns conceitos evidenciam o *contexto histórico social* de aprendizagem.

a maioria dos respondentes, 87,2%, possuíam computadores residenciais, e 79,5% afirmaram possuir smartphones. Este resultado foi de enorme relevância para viabilização da pesquisa idealizada por nós, pois confirmou a presença dos smartphones entre os discentes, bem como de computadores onde as atividades que pretendíamos propor poderiam ser efetuadas, inclusive as atividades sugeridas para estudos em casa, Exercícios propostos (Atividades para casa). Quanto aos alunos que alegaram não possuir smartphone, devido ao pequeno número, apenas 20,5%, não vimos aí uma adversidade para o que desejávamos empreender em sala de aula, pois não víamos problema algum se os alunos compartilhassem seus smartphones com os colegas e trabalhassem em grupos. Nos preocupamos em oferecer uma alternativa para os meninos e meninas que alegaram não possuir nenhum dispositivo que permitisse a realização das atividades extraclasse. Para tanto, conversamos com a direção da escola e solicitamos permissão para que os mesmos pudessem ter acesso aos computadores da sala de informática (D13, 2016, p. 56).

O autor considera positivo o fato de a maioria dos alunos possuírem, em suas casas, computadores e smartphones e, também, dá relevância à possibilidade de compartilhar esses aparatos tecnológicos.

Segundo Vygotsky, a estrutura, o meio social, o compartilhamento e a interação entre sujeitos e os objetos são relevantes para a aprendizagem, entretanto, é preciso ressaltar que o pesquisador já integrava o meio educacional e, conseqüentemente, conhecia os alunos, pois o experimento foi realizado em uma turma onde ele já ministrava aula. Nesse caso, a prática docente e a pesquisa estavam interligadas.

Questões como as condições de uso dos aparelhos não são citadas na dissertação D13 (2016), todavia, não podemos perder de vista a realidade familiar e escolar de muitos alunos, como detalha o autor da D4 (2015, p. 62). O autor registra que, ao concluírem o ensino médio, os discentes “não têm muitas perspectivas sociais e econômicas, o que leva a maioria a não participar de avaliações externas como vestibular, Enem e outros processos seletivos”. Em outro excerto, completa:

A escola está inserida num contexto social frágil: é uma escola de periferia, na maior parte dos casos com famílias desestruturadas; a frequência dos alunos

oscila muito durante a semana; o material didático é doado pelo governo federal, e os alunos não têm o hábito de levá-lo para as aulas; e além disto os alunos não têm o hábito de fazer as tarefas de casa, e principalmente, o de estudar para as avaliações (D4, 2015, p. 62).

Portanto, as condições econômicas, sociais e, sobretudo políticas não são iguais em todas as realidades de aprendizagem, sejam elas de natureza familiar ou escolar. Essa análise discursa com a reflexão feita pelo autor da D12 (2016), destacando a precariedade da escola, local da pesquisa realizada por ele:

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de informática da escola, que possuía dez computadores, dos quais somente cinco se encontravam em condições de serem utilizados no trabalho, pois nos restantes faltavam peças. Parte da preparação também envolveu uma limpeza e readequação do espaço ao uso por parte dos alunos, pois o espaço físico estava em estado lamentável após ter ficado fechado por mais de dois anos. Dez dias antes da aula inicial, após a instalação do Tracker nas máquinas, duas das cinco máquinas anteriormente utilizáveis apresentaram defeito, restando efetivamente, três para a execução do projeto. (D12, 2016, p. 29)

Nesse excerto, o autor evidencia a realidade de muitas escolas brasileiras: escolas com laboratórios de informática ou computadores empilhados, sem uso, por estarem quebrados. Com isso, é preciso pensar na infraestrutura e na manutenção desses aparelhos.

Outro ponto importante é o acesso e as condições de uso da internet. Embora o Brasil esteja diante de um aumento do uso da internet em âmbito escolar (CGI.BR, 2016, p. 38), podemos inferir também um aumento no uso domiciliar. Com isso, acreditamos ser necessário analisar a qualidade da internet e sua finalidade dentro da escola.

Diante dessa reflexão destacamos que quase todos os pesquisadores dos trabalhos analisados realizaram uma sequência didática. Muitos deles eram docentes das turmas que participaram do experimento, o que possibilitou aplicar a experiência na própria aula como pesquisador participante.

Outro aspecto a ser considerado é a criação de um ambiente favorável à verificação da aprendizagem. É importante frisar que a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC aconteceu em contextos específicos, quais sejam, a partir de experimentos propostos por cada pesquisa. Por esse motivo, não podemos afirmar categoricamente que as TIC são instrumentos facilitadores de aprendizagem, sem antes levar em consideração onde, por quem e como esses instrumentos foram utilizados. Em outras palavras, damos ênfase às condições imprescindíveis para que a aprendizagem mediada por TIC seja efetiva.

Um exemplo dessa interação dos sujeitos com instrumentos mediadores se encontra na pesquisa D2 (2015). Embora o autor investigue a questão da *interação social* no contexto de aprendizagem, essa aprendizagem não é analisada sob a mesma perspectiva que adotamos. Na perspectiva desse autor, a aprendizagem acontece a partir da verificação de acertos ou erros, isto é, na resposta de instrumentos avaliativos, como questionários. O foco do pesquisador está em analisar a aprendizagem pautada em competências, que são consideradas “alcançadas” ou não no final de determinado percurso. É salutar ressaltar que não estamos fazendo uma crítica ao modelo de análise desse autor, no entanto, defendemos que as competências são desenvolvidas durante o processo de aprendizagem e, portanto, carecem de avaliação constante, e não de uma avaliação única, realizada ao final de um período.

Diferentemente da pesquisa D2 (2015), posicionamo-nos de acordo com o tratamento oferecido à subcategoria *interação social*, conforme descrito na D8 (2016), que veremos mais adiante. Para esse autor, a interação entre os alunos e com o objeto de aprendizagem é motivada pela ação do professor como mediador. Frisamos que o papel do mediador é indispensável para a interação e internalização dos instrumentos mediadores.

O professor como mediador e, sendo o *mais capaz* (VYGOTSKY, 2004), cria um ambiente e meios favoráveis para a aprendizagem. Na pesquisa D8 (2016), o professor foi o responsável direto pela interação entre os alunos, solicitando que eles trabalhassem em grupos e, juntos, solucionassem um problema, a partir de um debate sobre o percurso percorrido pelos grupos. A *interação social* entre os sujeitos de aprendizagem, nessa pesquisa, foi descrita da seguinte forma:

2ª aula – Situação-problema inicial: Essa etapa teve como objetivo motivar o estudo do tema. No início da aula, o professor solicitou que os alunos se dividissem em seis grupos de cinco alunos cada. Em seguida, entregou para cada grupo uma situação-problema, conforme exemplo no Apêndice B. Cada grupo deveria discutir a melhor solução para o seu problema. Quando todos os grupos já haviam encerrado, abriu-se um debate, mediado pelo professor, entre todos os grupos acerca das soluções que cada grupo havia chegado. Em momento algum, houve a necessidade de chegarem a uma resposta (D8, 2016, p. 63).

Primeiro, percebemos a ação mediadora do professor, dividindo a turma em grupos. Segundo, o professor instiga os alunos, apresentando-lhes uma situação-problema. Terceiro, os integrantes de cada grupo, interagindo entre si, são motivados a

buscar uma solução para o problema. Quarto, realiza-se uma discussão mediada pelo professor sobre as possíveis soluções.

A pesquisa D6 (2016), o autor trabalha com os “Três Momentos Pedagógicos” de Demétrio Delizoicov como referencial para a análise de seu experimento.

Muenchen e Delizoicov abordam “Três Momentos Pedagógicos” numa perspectiva de ensino e aprendizagem, que são, respectivamente, “Problematização Inicial”, “Organização do Conhecimento” e “Aplicação do Conhecimento” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Não nos estenderemos sobre as propostas desses autores, mas fazemos uma breve menção a elas, uma vez que foram abordadas na dissertação aqui analisada e por entendermos que o trecho selecionado abrange a “Aplicação do Conhecimento”, que dialoga com a nossa subcategoria *interação social*. Conforme o pesquisador da D6 (2016),

Na etapa da aplicação do conhecimento, que corresponde ao terceiro momento de aprendizagem de Delizoicov, os alunos do grupo B utilizaram o simulador de consumo de energia elétrica da mesma forma que os alunos do grupo A (que utilizaram o simulador na etapa de problematização inicial), isto é, com os mesmos objetivos e interagindo da mesma forma entre si e com os computadores (D6, 2016, p. 84).

Queremos, com isso, exemplificar a *interação social* entre os sujeitos (alunos) e, também, a interação dos alunos com os objetos de aprendizagem (computadores). Ainda de acordo com a D6 (2016, p. 163),

Um aspecto observado foi a interação existente entre os alunos, dos alunos com a atividade realizada utilizando o simulador e o diálogo constante entre o professor e os alunos acerca da situação apresentada. Somando-se a isso o envolvimento, participação e entrega das respostas das questões propostas, além do protagonismo natural no processo educativo.

Constatamos que a *interação social*, organizada e orientada pelo docente, possibilita a interação entre os alunos e o uso responsável dos instrumentos mediadores. Somado a isso, destaca-se a efetiva participação da escola e dos responsáveis pelos alunos no suprimento de necessidades, como infraestrutura, acompanhamento e diálogo. Essas necessidades tendem a culminar em um processo educacional de qualidade, uma vez que este só pode ser bem sucedido quando todos os sujeitos envolvidos estão intrinsecamente comprometidos a esse processo.

Pensando a aprendizagem como um processo que compreende o *contexto histórico social* e a *interação social*, o autor da D19 (2018) ilustra, com a sua pesquisa, o que vem sendo discutido na presente dissertação. O pesquisador coletou dados utilizando questões que buscavam verificar i) conhecimentos prévios e ii) desenvolvimento da aprendizagem após o uso das TIC. Esses dois tipos de conhecimento são consolidados pela interação entre os alunos, pela interação destes com o objeto de aprendizagem e, por fim, pela interação com o professor.

Depois de uma análise das questões relacionadas à aprendizagem, busca-se verificar aquilo que os alunos aprenderam, abandonando a tradição de buscar erros entre os acertos. Dessa forma, o aprendizado acontece e pode ser verificado na interação, na internalização dos *instrumentos mediadores*, com o constante auxílio do docente, responsável por possibilitar a aproximação e *interação social*, seja com *instrumentos materiais e/ou psicológicos*.

Diante dessa análise, podemos afirmar que as subcategorias apresentadas no Quadro 6 se inter-relacionam, havendo também uma relação com os conceitos desenvolvidos por Vygotsky. Ao refletir analiticamente sobre o *contexto histórico social de aprendizagem* e também sobre o meio e as dimensões onde o indivíduo está inserido, identificamos também a *interação social*. Em outras palavras, defrontamo-nos com os sujeitos em um meio social (*contexto histórico social de aprendizagem*), interagindo entre si, interagindo com o meio e com os objetos essenciais para seu desenvolvimento e aprendizagem.

O quadro 7, apresenta subcategorias subjacentes à organização da aprendizagem e do desenvolvimento das funções psicológicas, bem como a zona e níveis de desenvolvimento identificadas nas dissertações analisadas.

Quadro 7 – Subcategorias de organização da aprendizagem nas dissertações analisadas

Categoria	Subcategorias	Dissertações
A organização da aprendizagem e o desenvolvimento das funções psicológicas	<i>Funções Psicológicas Superiores</i> (planejamento, memória voluntária, imaginação)	D3, D4, D5, D13, D16, D17, D19, D20
	<i>Funções Psicológicas Elementares</i> (biológico, nato, extintivo, reflexo)	D17
	<i>Zona de Desenvolvimento Proximal</i>	D3, D4, D5, D7, D8, D9, D11, D12, D14, D16, D17, D20
	<i>Nível de Desenvolvimento Potencial</i>	D3, D4, D6, D9, D11, D17, D19, D20
	<i>Nível de Desenvolvimento Real</i>	D1, D3, D4, D6, D8, D11, D16, D19, D20

Fonte: elaborado pelo autor.

A primeira subcategoria pode ser desmembrada em três ações: ações de planejamento, memória voluntária e imaginação. Das dissertações analisadas, 8 abordam essa primeira subcategoria.

Apenas 1 dissertação abordou as funções psicológicas elementares, buscando identificar como os alunos manifestam o desenvolvimento daquilo que é biológico, instintivo. A subcategoria, mais frequentemente abordada nas dissertações foi a *Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)*, encontrada em 12 dissertações. A ZDP é o “espaço” em que o sujeito aprende. Segundo Berni (2007, p. 21), é na ZDP que estão os níveis de *Desenvolvimento Potencial* e de *Desenvolvimento Real*. Essas duas subcategorias foram encontradas em 8 e 9 dissertações, respectivamente.

Para Bardin (1977, p. 118), esse processo de categorização, ou seja, “recortar, classificar e ordenar”, é basilar para o conhecimento científico.

A partir do momento em que a análise de conteúdo decide codificar o seu material, deve produzir um sistema de categorias. A categorização tem como primeiro objectivo (da mesma maneira que a análise documental), fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos (BARDIN, 1977, p. 119).

O trabalho de categorização e simplificação dos dados pode legitimar o saber científico que perpassa a nossa investigação. Uma vez realizada essa etapa de trabalho, o pesquisador, munido de “resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objectivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (BARDIN, 1977, p. 101).

Nesse sentido, levando-se em consideração as categorias definidas e constantes nas dissertações analisadas, ancoramo-nos em D3 (2015), que explica:

Estas situações compartilhadas fazem com que os alunos busquem associar aquilo que já vivenciaram e já conhecem, com o novo conhecimento. Há também uma evidente tentativa por parte deles de negociar significados. Enquanto alguns alunos relatam experiências vividas, os outros acabam argumentando sobre o assunto, trazendo novos elementos ao debate (D3, 2015, p. 41).

Nesse trecho, o autor descreve a relação que o aluno estabelece entre um conhecimento já adquirido e aquele que se está consolidando. Nessa relação, o indivíduo recorre ao que já foi memorizado. Logo, fica evidente a importância da memória voluntária, um dos aspectos das *Funções Psicológicas Superiores*, que, segundo Vygotsky, é fundamental para a aprendizagem.

Ainda acerca das *Funções Psicológicas Superiores*, encontra-se a imaginação presente na capacidade dos alunos de trazerem “novos elementos ao debate” (D3, 2015, p. 41). A relação entre conhecimentos antigos e novos e o surgimento de novos elementos, conteúdo ou informações trazidas ao debate pelos alunos, só são possíveis devido à capacidade de imaginar. Essa capacidade é potencializada pela interação com as TIC, que são fontes de armazenamento de informação.

A D4 (2015, p. 99), por exemplo, apresenta uma situação problema que exige dos alunos o uso da imaginação:

Aos alunos foram passadas as seguintes orientações: 1) Manipulando as transparências, desenhe no terceiro quadro abaixo, o que você observa quando as duas ondas se superpõem. Para ajudar, posicione as duas ondas das transparências de forma que as cristas estejam alinhadas entre si. 2) Imagine que duas ondas, inicialmente em fase, percorram caminhos diferentes até chegar ao mesmo ponto P, onde se superpõem. O que você espera que aconteça se a diferença dos caminhos for exatamente um comprimento de onda? 3) O que você espera que aconteça se a diferença dos caminhos for exatamente 2 ou 3 vezes o comprimento de onda.

Além de fomentar a capacidade imaginativa dos alunos ao pedir que imaginem as ondas percorrendo caminhos diferentes e encontrando-se em um momento específico, o pesquisador aprofunda essa capacidade orientando-os para respostas com relação a este processo imaginativo e utilizando como instrumento mediador as transparências.

Aqui se faz presente outro conceito vygotskyano basilar para a aprendizagem: o *mais capaz*. Em outras palavras, o pesquisador, assumindo o papel de professor e,

portanto, conduzindo a ação dos alunos, atua como *mais capaz*, possibilitando aos alunos internalizarem os instrumentos mediadores.

Em consonância com o trabalho de D4 (2015), reforçando a importância do professor como o *mais capaz* e pensando a aprendizagem como processo, destacamos a pesquisa de D16 (2017). Nela, identifica-se, por meio de uma Sequência Didática (SD), como a pesquisadora apresenta as diferentes etapas da atuação do professor como mediador e *mais capaz*. Sob essa perspectiva, é o professor quem organiza as atividades e faz o percurso educacional junto aos alunos, orientando-os no espaço de aprendizagem, isto é, na *Zona de Desenvolvimento Proximal*.

Na citada pesquisa, a autora relata experimentos em que os alunos internalizam os *instrumentos mediadores*, nivelando os desenvolvimentos potencial e real. De tal modo, a aprendizagem vai se concretizando na interação entre sujeitos e entre sujeitos e objetos que possibilitam a aprendizagem (D16, 2017, p. 91).

Refletindo sobre as *Funções Psicológicas Elementares*, a pesquisa de D17 (2017, p. 88) faz uma analogia interessante entre componentes biológicos e sua interação com ferramentas tecnológicas. Nas palavras da D17 (2017), “alguns comentários deixam claro a importância do uso dos dois canais da informação, auditivo e visual, quando os alunos mencionam a importância do ver e ouvir”. Quando nos deparamos com trabalhos como esses, parece nítida a importância, para os alunos, da mediação de instrumentos audiovisuais como facilitadores, viabilizando a internalização destes e, assim, tornando a aprendizagem efetiva.

Sobre a *Zona de Desenvolvimento Proximal*, a D3 (2015) registra:

Se o material de aprendizagem não é familiar ao indivíduo, utiliza-se de um organizador expositivo que faria a ponte entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele deveria saber. Se o material de aprendizagem já é, de certa forma, familiar ao indivíduo, o organizador comparativo ajuda o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura e os discrimina de conhecimentos diferentes que já fazem parte da estrutura cognitiva, mas podem ser confundidos (D3, 2015, p.21).

O autor reforça o impacto na aprendizagem, podendo o aluno estar ou não familiarizado com o material de aprendizagem. Esse material pode ser uma simulação ou outro meio entre o aluno e o conteúdo estudado.

Ainda sobre a *Zona de Desenvolvimento Proximal*, a D5 (2015) traz uma análise profunda no que tange à integração entre conhecimentos já adquiridos, consolidados pelos

alunos, e os novos conhecimentos que estão sendo construídos. Percebemos, no trabalho da D5 (2015), a mudança de nível na ZDP.

As respostas dos alunos sobre o funcionamento da usina fotovoltaica não estão claras, pois se confunde o fato de ter coletores solares de baixa temperatura com a necessidade de ter baixas temperaturas para funcionar. Dois alunos não sabem a resposta. Após as aulas com o desenvolvimento da SD que utilizou diversas ferramentas no processo ensino-aprendizagem pode se perceber que eles conseguem relacionar de forma quase correta a energia solar que incide em metais fazendo possível o movimento dos elétrons para produzir energia (D5, 2015, p. 28).

A confusão feita pelos alunos entre “coletores solares de baixa temperatura” e “a necessidade de ter baixa temperatura para funcionar” exemplifica a ausência de um conhecimento consolidado sobre o assunto por parte dos discentes. O processo de consolidação do conhecimento é realizado na SD, com isso, os alunos conseguem responder de forma “quase correta” sobre a temática anteriormente desconhecida.

A D5 (2015) exemplifica a consolidação de conhecimento a partir da resposta de um aluno, sobre o aprendizado acerca do efeito fotoelétrico:

Para saber se realmente o aprendizado sobre o efeito fotoelétrico foi alcançado devemos analisar as colocações dos alunos sobre o que entenderam do processo de geração de energia a partir da luz solar. Vamos analisar uma das falas: ‘O efeito fotoelétrico é uma emissão de elétrons de uma superfície metálica devido a incidência de radiação eletromagnética. Durante o efeito fotoelétrico, cada fóton atinge um único elétron, transferindo toda a sua energia. Para que o efeito fotoelétrico ocorra é necessário que a energia dos fótons seja maior que a da energia de ligação dos elétrons presos ao metal. A energia mínima é chamada função trabalho e seu valor é característico de cada metal.’ O aluno consegue relacionar conceitos importantes como a relação ente o fóton e o elétron, a existência uma troca de energia e o fato de que é necessário romper a energia de ligação do elétron para que seja possível o movimento destes o que vai permitir a geração de energia elétrica (D5, 2015, p. 31).

Ao conseguir estabelecer uma relação coerente entre os conceitos, é possível afirmar que o aluno já construiu conhecimento sobre esses conceitos. Com base no que já foi consolidado, ele é capaz de produzir novos conhecimentos. Como explica a D5: “Em todas as respostas se percebe, mesmo que não 100% corretamente, que os alunos tem novos conhecimentos” (D5, 2015, p. 31).

A aprendizagem contínua envolve essa postura do professor: considerar aquilo que o aluno já sabe. O reconhecimento é indispensável para a realização de atividades sem o auxílio de outros sujeitos. Realizar ações de forma independente contribui para o desenvolvimento da autonomia do indivíduo. Ao identificar aquilo que o aluno consegue fazer sozinho, torna-se necessário, também, identificar aquilo que ele só consegue realizar

com a ajuda de outros. É nesse movimento e espaço que a aprendizagem acontece (BERNI, 2007, p. 21).

Outra questão importante à aprendizagem do aluno é sua motivação e interesse pelos processos e mecanismos que envolvem o ensino e a aprendizagem. Ainda que a motivação seja uma ação de dentro para fora e, portanto, inerente ao sujeito de aprendizagem, é indiscutível o papel do professor como mediador e capaz de conduzir o aluno, incentivar e criar momentos com espaços e instrumentos que aguçam e estimulam a motivação.

Esses momentos criados e adaptados conforme a realidade escolar e familiar dos alunos, quando ancorados no processo de aprendizagem e, por sua vez, no estágio de desenvolvimento de suas faixas etárias, desperta o interesse dos discentes. O interesse pode ser despertado quando o professor prepara os momentos e as atividades, considerando as “obrigações sociais” dos alunos, dentro e fora da escola. Diferentemente disso, quando os alunos não têm vivências de “obrigações sociais”, tendem a trilhar caminhos de forma autônoma. A princípio, essa decisão parece ser positiva, no sentido de despertar a autonomia dos alunos, no entanto, esse caminho pode ser tortuoso e dificultar ainda mais a aprendizagem e desenvolvimento (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010, p. 67).

A D8 (2016), por exemplo, corrobora o pensamento de aprendizagem que envolve os alunos como protagonistas na interação com o meio social, com os instrumentos de aprendizagem e com os sujeitos. O autor (2016) parece manifestar satisfação ao descrever alguns relatos de alunos sobre a atividade realizada:

A sequência apresentada e aplicada foi muito bem recebida pelos alunos, todos manifestaram por escrito e, abaixo alguns relatos reproduzidos na íntegra “O projeto proposto pelo professor, teve como função quebrar a tradição de como são dadas as aulas. Esse método é mais interessante, pois exige uma maior autonomia do aluno, ou seja, o professor aguça a criatividade dos alunos e dá as coordenadas para que os mesmo cheguem ao conhecimento. Um outro aspecto positivo, é fazer com que os alunos utilizem a internet para contribuir com a aprendizagem.” (Aluno B – 29/03/2016). “Nesse método, o professor não nos entrega a matéria pronta, e sim, nos faz pensar, raciocinar e aprendermos a partir do que já sabemos.” (Aluno C – 29/03/2016) (D8, 2016, p. 73).

Interessante perceber como os alunos interpretam a proposta apresentada pelo professor como um rompimento com outros modelos de ensino. Segundo o aluno B, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (no caso, a internet) podem contribuir com a aprendizagem.

Os discentes reconhecem que a metodologia adotada pelo professor diferencia-se da pedagogia tradicional. Os alunos sentiram-se entusiasmados, valorizados, reconhecidos como sujeitos autônomos, autores do processo de aprendizagem, tendo seus saberes prévios tomados como pressupostos para a consolidação de novos conhecimentos.

Tanto a D8 (2016) como a D16 (2017) trabalharam com a concepção de conhecimentos prévios para organizar e sistematizar a produção do conhecimento. A D16 (2017, p. 104), por exemplo, registra: “Diagnosticados os conhecimentos prévios e introduzido o tema, iniciamos o momento de organização do conhecimento, de modo a favorecer o estudo sistematizado dos conhecimentos científicos e o avanço dos conhecimentos prévios”.

Esse diagnóstico voltado para a organização e sistematização do conhecimento está em consonância com os conceitos vygotskyanos de *Nível de Desenvolvimento Real* e *Nível de Desenvolvimento Potencial*. A primeira diz respeito à possibilidade de conhecer as capacidades dos alunos. A segunda é resultado do próprio processo de aprender (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010, p. 115).

O autor da D3 (2015) também oferece um exemplo do que acontece na *Zona de Desenvolvimento Potencial*:

O professor desenvolveu com os alunos um esquema conceitual na lousa com o conceito central “RAIO”. Inicialmente, os alunos demonstraram dificuldade em desenvolver relações entre conceitos para preencher o esquema conceitual, provavelmente por não terem familiaridade com este recurso. Por isso, o professor, desempenhando seu papel de mediador, buscou estimular as relações iniciais com os assuntos já tratados anteriormente na disciplina de Física por meio de perguntas como “Existe alguma relação entre o fenômeno do raio e os assuntos já estudados em Física?” (D3, 2015, p. 35).

O pesquisador discute sobre as dificuldades dos alunos frente a determinada atividade, que consiste em relacionar conceitos já trabalhados em sala e o esquema conceitual. O autor chama a atenção para o papel do professor como mediador que, realizando a ação de mediação, é aquele que auxilia os discentes na passagem de um nível de desenvolvimento a outro.

Corroborando com a D3 (2015), a pesquisa D9 (2016) descreve uma atividade realizada pelos alunos, que envolve as TIC como instrumentos mediadores (o aplicativo PhET). Entretanto, a atividade foi repleta de dificuldades em sua execução. Essas

dificuldades estão associadas ao conhecimento incipiente dos discentes sobre o uso de um aplicativo, conforme descrito:

Durante a aplicação do produto alguns alunos relataram dificuldades em utilizar a régua do aplicativo PhET, pois sua escala aparente varia de 20 em 20 centímetros e cada traço da régua mede 2 centímetros, deixando o aluno com dúvidas no momento de realizar suas medidas, ver figura 3.1. Após as discussões de utilização da régua do aplicativo as medidas foram realizadas com sucesso (D9, 2016, p. 26).

Na citada atividade percebe-se a dificuldade de alguns alunos quanto ao uso do aplicativo PhET. Alguns alunos não conseguiam realizar as atividades sozinhos, sendo preciso um momento de discussão para a utilização do aplicativo. Neste espaço de atuação foi necessária a ajuda de instrumentos ou pessoas na execução das ações para que houvesse uma passagem da *Nível de Desenvolvimento Potencial* para a *Nível de Desenvolvimento Real*. A interação social entre sujeitos (entre os alunos e o professor) e deles com os objetos de aprendizagem possibilitaram que a atividade tenha sido bem sucedida.

Diferentemente do exemplo anterior, quando o aluno atua na *Nível de Desenvolvimento Real*, ele não demanda a intervenção de pessoas e de instrumentos, podendo executar as atividades sozinho. Para que isso seja possível, o docente, como mediador, tem de saber em que nível de desenvolvimento o alunato se encontra. Ação semelhante a essa foi realizada na pesquisa D1 (2015):

Foi primordial estabelecer um questionário preliminar, que analisou o quanto se sabia acerca das Leis de Newton. A atividade preliminar mostrou que os sessenta alunos, que foram submetidos à prova, não estavam desprovidos totalmente dos conhecimentos da Dinâmica. Tinham noções sobre a grandeza força, como um agente que inicia o movimento ou proporciona retenções (D1, 2015, p. 43).

Essa etapa “diagnóstica” possibilitou ao professor identificar os alunos que estavam atuando no *Nível de Desenvolvimento Real*, oferecendo-lhes condições para a consolidação de novos conhecimentos e, também, auxiliando aqueles que se situavam no *Nível de Desenvolvimento Potencial*.

Sobre o *Nível de Desenvolvimento Real*, a D6 (2016, p. 112) oferece o seguinte exemplo:

Os alunos do grupo B tiveram contato com o simulador no momento destinado à aplicação do conhecimento, e verificou-se que nessa etapa alguns alunos já possuíam o entendimento das variáveis importantes para o cálculo do consumo de energia elétrica.

A D20 (2019) também exemplifica:

É possível observar que o sujeito destacou diversas palavras e expressões dentro de seu enunciado, deixando implícito para a tutora e demais sujeitos participantes do mesmo grupo seu domínio em relação à ferramenta e sua intenção de carregar seu discurso de significados e conhecimentos além do abordado, uma vez que o tema abrange diferentes áreas da Física, tais como termometria, eletricidade, eletromagnetismo, eletrônica, ondas, nanotecnologia etc. (D20, 2019, p. 93).

Observa-se, nos dois trechos supracitados, que os alunos já tinham um conhecimento sobre o assunto abordado. O conhecimento já consolidado pelos alunos, conforme explica o autor da D6 (2016), foi de suma importância para “o cálculo do consumo de energia elétrica” (D6, 2016, p. 112).

O aluno mencionado na pesquisa D20 (2019), por sua vez, além de explicitar o seu conhecimento sobre a proposta da atividade, apresenta outros elementos que indicavam conhecimentos relacionados à física, eletrônica, eletromagnetismo e outros, fazendo menção a temas como: “eletroímãs”, “circuitos digitais” e “separação magnética” (D20, 2019, p. 93).

Assim, ao analisar as categorias e subcategorias dessas pesquisas, identificamos, um aparato conceitual vygotskyano que perpassa os trabalhos desenvolvidos e categorizados.

No Quadro 7 é interessante destacar que as dissertações analisadas não abordaram as *Funções Psicológicas Elementares*, com exceção de uma. Ressaltamos que essas funções são fundamentais para o desenvolvimento das *Funções Psicológicas Superiores*. A aprendizagem, para Vygotsky, perpassa a relação entre essas subcategorias. Presumimos, no entanto, que as *Funções Psicológicas Superiores*, ao serem abordadas, já incluem as *Elementares*.

No Quadro 8 reunimos as subcategorias relacionadas aos *instrumentos mediadores* e à internalização desses instrumentos, sejam eles materiais ou psicológicos no processo de aprendizagem.

Quadro 8 – Subcategorias de aprendizagem mediada por TIC abordadas nas dissertações

Categoria	Subcategorias	Dissertações
Aprendizagem mediada por TIC	<i>Instrumentos mediadores (materiais e psicológicos)</i>	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20
	<i>Mais capaz</i>	D3, D4, D9, D11, D12, D14, D15, D16, D18, D19, D20
	<i>Internalização dos Instrumentos Mediadores</i>	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D14, D16, D17, D18, D19, D20

Fonte: elaborado pelo autor.

No Quadro 8 chamamos a atenção para a quantidade de dissertações que tratam dos *instrumentos mediadores* e de sua internalização. O mesmo aconteceu no Quadro 6. Ou seja, é no *contexto histórico e social de aprendizagem* e na *interação social*, que acontece a mediação por instrumentos mediadores e a internalização desses instrumentos. Por essa razão, discutimos a relevância do *contexto histórico social de aprendizagem*, da *interação social*, do *mais capaz* e da *internalização dos instrumentos mediadores* para a aprendizagem, considerando a relação entre as *Funções Psicológicas (Superiores e Elementares)* e a *Zona de Desenvolvimento Proximal e os seus Níveis de Desenvolvimento (Potencial e Real)*.

A organização documental nos conduziu a pensar a aprendizagem a partir dos pressupostos teóricos de Vygotsky. Nesse sentido, os conceitos vygotksyanos nos permitiram observar e agrupar o *corpus* documental, direcionado à aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC. Essa etapa de pesquisa é descrita por Bardin (1977, p. 100) da seguinte forma: “Desde a pré-análise devem ser determinadas operações: de *recorte do texto* em unidades comparáveis de *categorização* para análise temática e de modalidade de *codificação* para o registo dos dados.” Essa etapa é considerada de grande importância para Bardin: “Se as diferentes operações da pré-análise foram convenientemente concluídas, a fase de análise propriamente dita não é mais do que a administração sistemática das decisões tomadas” (BARDIN, 1977, p. 101).

Analisamos, pois, sistematicamente, os trabalhos, depois de categorizá-los, codificá-los e registrar os dados. Exemplificamos os dados com excertos, apresentados neste capítulo.

Antes de apresentar e refletir sobre os excertos categorizados no Quadro 8, é significativo dizer que criamos objetos mediadores que possibilitaram a transformação da

realidade à nossa volta em função de anseios e interesses. A mediação é externa (o mundo à nossa volta) e interna (parte de reflexão do próprio sujeito). Por isso, além de objetos físicos, também desenvolvemos ferramentas internas de mediação, tais como o planejamento e a memorização, que nos auxiliam nas atividades individuais.

A aprendizagem acontece por meio da *mediação* desses instrumentos concretos e abstratos. Como já descrito em outros momentos, é no espaço de aprendizagem, na ZDP, que encontramos esses *instrumentos mediadores*, que são instrumentos materiais, como, por exemplo, telefones celulares/*smartphones*, *notebooks* e outros que podem ser ferramentas de intermédio entre os sujeitos de aprendizagem e os conteúdos.

Os instrumentos mediadores abstratos, dizem respeito aos instrumentos psicológicos, por exemplo, “Os sistemas de signos (a linguagem, a escrita, o sistema de números)” e outros (VYGOTSKY, 1991, p. 11).

Dessa forma, a aprendizagem se concretiza com a internalização desses *instrumentos mediadores*. A internalização, por sua vez, se consolida quando uma ação realizada externamente é reconstruída de forma interna, através de representação. Por fim, o sujeito recorre ao uso da memória, isto é, “quando o aluno consegue utilizar os conteúdos nas representações dos fatos e das situações reais de uso, dentro e fora da escola.” Assim, podemos concluir que a internalização advém da interação do aluno com outros alunos ou com o professor, que já é portador desses instrumentos (STRIQUER, 2017, p. 143-145).

A pesquisa D9 (2016) apresenta uma série de instrumentos mediadores, tanto materiais quanto psicológicos, fundamentais para o processo de aprendizagem. O excerto abaixo ilustra parte de uma situação na qual o professor e os alunos lançam mão desses instrumentos mediadores:

Em seguida, o GeoGebra foi projetado na tela e o software foi apresentado. Neste ponto, os alunos foram instruídos a continuar o roteiro até o final, respondendo as cinco perguntas finais. Por fim, recolhi as fichas preenchidas e demonstrei como se chegar à equação de Gauss com o método gráfico das coordenadas. Os alunos que já haviam estudado espelhos esféricos ficaram impressionados com o método para se chegar à equação de Gauss, pois já conheciam a equação pelo estudo dos espelhos esféricos. Constatei boa receptividade durante a aplicação da atividade em sala, pois na aula anterior os alunos haviam observado a relação entre a alteração das distâncias do objeto a lente esférica alterando a distância da imagem formada até a lente (D9, 2016, p. 25-26).

Os instrumentos mediadores materiais identificados são: i) o GeoGebra (*software* utilizado); ii) as fichas como parte do roteiro; iii) o computador; iv) a televisão; v) a folha

de papel; vi) o PhET (simulações interdisciplinares, gratuitas e interativas) e vii) o quadro. Foram identificados, também, instrumentos mediadores psicológicos, como i) a instrução do professor com o seu discurso orientando a atividade e ii) a ação do aluno em estudar o conteúdo e realizar as medidas de P e P' utilizando o aplicativo.

No trabalho D17 (2017) também foram identificados instrumentos mediadores. O autor ao apresentar os resultados de sua pesquisa, observa-se na apresentação a visão dos alunos quanto à mediação por TIC:

Assim novamente as análises sugerem que o texto com vídeos e o meio utilizado para a apresentação dos conceitos, os dispositivos móveis, despertem o maior interesse de alunos com menor desempenho acadêmico e menor interesse nas aulas convencionais e os atraia a se interessar por assuntos antes tidos como sem graça. Essa suspeita pode ser justificada pelos depoimentos dos alunos, tais como “Deixam mais clara a matéria, facilitando o entendimento”, “É mais fácil visualizar e entender assuntos mais “distantes” da nossa realidade por meio de vídeos e animações”, “Deixa a matéria mais clara, porque lendo, às vezes, perdemos o envolvimento por falta de atenção ou não entendimento do texto. Com os vídeos foi mais fácil de manter a atenção”, “Conseguem demonstrar de uma forma mais dinâmica o que realmente acontece, prendendo a atenção do aluno”, “Os vídeos prendem a atenção e complementam o conhecimento com informações de fácil assimilação”, “Foi mais fácil de entender com a explicação junto com a animação do que só com o texto” e “Estimulam o aprendizado e foi de vital importância”, “Com mais dinâmica aprendemos melhor” (D17, 2017, p. 67).

Conforme explica o pesquisador da D17, o professor expõe as opiniões dos alunos que relatam, com satisfação, os benefícios dos “vídeos e animações” e “a explicação” apresentada nos “dispositivos móveis”. Segundo eles, o conhecimento é complementado e o entendimento da matéria se concretiza com a mediação desses instrumentos, porque estimula e desperta o interesse, além de motivar os alunos.

É importante destacar que o pesquisador, em diversos momentos, estabelece um paralelo entre o texto estático e o texto com animações, ficando evidente o impacto desses instrumentos como mediação de aprendizagem. Entretanto, mesmo com uma melhora significativa na aprendizagem, ressaltamos, assim como a D17 (2017), que ambos os textos são importantes para o aprendizado.

Conforme as pesquisas D9 (2016) e D17 (2017), a orientação do professor é o diferencial na condução das atividades, uma vez que ele é o sujeito *mais capaz* e já tem internalizados os *instrumentos mediadores*. Além disso, o professor é também conhecedor do processo de ensino e aprendizagem e do contexto histórico-social de seus alunos. O professor, lembramos, possibilita a interação e a mediação, de um lado, entre

os sujeitos, e, de outro, entre sujeitos e objetos de aprendizagem (*instrumentos mediadores*).

O professor é quem organiza (individualmente ou com os alunos) os roteiros das atividades, os trabalhos em grupo e consegue diagnosticar se “o aluno possui conceitos básicos sobre o conteúdo relacionado” (D15, 2017, p. 49).

A pesquisa D15 (2017), mesmo tendo considerado o professor como o *mais capaz*, teve como foco principal o ensino. Talvez por isso não tenhamos identificado, no trabalho, uma análise mais detalhada do processo de aprendizagem. Não identificamos, por exemplo, como se deu a interação entre os alunos (aprendizes) e deles com os instrumentos de aprendizagem e com o professor.

Embora nos refiramos ao professor como sendo o *mais capaz*, reconhecemos que, mesmo entre os alunos, pode haver aqueles que transitam pelo *Nível de Desenvolvimento Real* e interagem com outros que estão na ZDP. Aqueles que conseguem realizar atividades sozinhos são os *mais capazes*, já situados em nível de desenvolvimento real, podendo auxiliar os que ainda dependem da ajuda de outros para executar as mesmas atividades. Exemplo dessa interação foi relatada pelo autor da D11 (2016):

Para iniciar as simulações pedimos para que os alunos utilizassem o roteiro proposto. De início, solicitamos que os alunos simulassem as estações do ano para as coordenadas da cidade. Para isso, foi preciso inserir os dados no Astro 3D e observar os movimentos apresentados. Os alunos que possuíam facilidade com o uso da tecnologia ajudavam os colegas que tinham dificuldade (D11, 2016, p. 68).

Notemos que, durante o experimento para a realização das simulações, foi solicitado que os alunos fizessem uso do “roteiro proposto” e prosseguissem com as simulações. O professor, nesse momento, atuava como o *mais capaz*, contudo, o autor relata que os alunos “ajudavam os colegas” que ainda não conseguiam utilizar as tecnologias. Desse modo, por já terem internalizados os *instrumentos mediadores*, aqueles alunos atuam como os *mais capazes*. De qualquer forma, destacamos o quão importante é o auxílio do professor para *internalização dos instrumentos mediadores*.

Quanto à *internalização dos instrumentos mediadores*, a autora da D16 (2017) reflete sobre esse processo e trabalha com a construção de consciência relacionada ao consumo de energia elétrica:

Para verificar a conscientização quanto ao uso de eletrodomésticos, foi proposta a simulação “Compra de eletrodomésticos” disponibilizada no LabVirt15, que propõe que o usuário compre eletrodomésticos para mobiliar uma casa e calcula,

com base no tempo de uso e consumo de cada aparelho, o gasto mensal de energia elétrica da casa. Dessa forma, os alunos calcularam o gasto mensal em uma casa idealizada por eles. Os resultados foram muito curiosos nos diferentes grupos, conforme é possível verificar nos registros escritos dos alunos: ‘No final do jogo o consumo de energia foi de R\$9.709,59. (A20) Nos aprendemos a economia de energia em um jogo. Nosso grupo foi o que gastamos mais. Nós gastamos R\$164.591,92 (A16)’ Realizamos uma discussão a respeito dos diferentes e altos valores em cada grupo. Os alunos relataram que escolheram uma grande quantidade de eletrodomésticos e os deixaram ligados por muitas horas, mas não esperavam obter esse resultado. Perceberam também que alguns tipos de eletrodomésticos consumiam mais energia que outros. Dessa forma, em relação à economia de energia, houve apropriação da linguagem e uso social do conhecimento. Ficou visível o entendimento sobre os tipos de lâmpadas na fala de A13: ‘Eu aprendi que existem lâmpadas que gastam mais e outras menos, como as lâmpadas LED. [...] as lâmpadas econômicas usam só a energia luminosa [...] e as que esquentam e iluminam estão proibidas’ (D16, 2017, p. 107).

Ao utilizar uma simulação que dialoga com situações reais dos alunos, o docente estimula e propicia um espaço para que os alunos consigam reconstruir internamente o que foi simulado e, conseqüentemente, ler a realidade à sua volta, fazendo uso da memória e do discurso representativo.

O relato do(a) aluno(a) A20, registrado pela pesquisadora da D16 (2017), pode ser considerado uma evidência de que a aprendizagem sobre a economia de energia aconteceu porque o(a) citado(a) aluno(a) vivenciou o processo de compra de um eletrodoméstico, seu uso e o cálculo do gasto mensal de energia elétrica por meio da simulação.

Diante disso, a autora da D16 (2017) conclui que, em relação à economia de energia, “houve apropriação da linguagem e uso social do conhecimento” (D16, 2017, p. 107).

Obviamente que a “apropriação da linguagem e o uso social do conhecimento” foram possíveis porque houve uma intenção do professor em conduzir a ação para tal finalidade. Em outras palavras, ao fazer uso da simulação, valendo-se de linguagem simbólica e mediação, o professor teve (e precisa mesmo ter) uma intenção objetiva de aproximar-se do aluno ou adotar postura de facilitador para a aprendizagem. Os alunos precisam do sujeito *mais capaz* para auxiliá-los diante da realização de experimentos educativos (NASCIMENTO, 2017).

Há de se considerar, como indica o autor da D4, que

O experimento por si só já é uma linguagem simbólica, visual e gestual quando complementa a oral, e pode indicar possíveis dúvidas dos estudantes. É um auxiliar do professor para explicar o conteúdo a ser trabalhado e facilitar a

compreensão dos conceitos. Além do professor, é claro, o aparato experimental funciona como um mediador do processo a ser construído (D4, 2015, p. 120).

Sob perspectiva vygotskyana, o autor deixa explícita sua intenção:

No nosso trabalho optamos por colocar o aluno a manipular o experimento, em vez de simplesmente assistir uma demonstração experimental, para que ocorresse uma maior interação social na sala de aula, seja entre os alunos, entre os alunos e o material, como também entre aluno e professor numa perspectiva Vygotskiana (D4, 2015, p. 120).

Ao direcionar o experimento à intenção de estimular a autonomia dos alunos, o professor cria condições para que os alunos aprendam sobre o conteúdo não de forma passiva, mas conscientizando-os de que são sujeitos autores do seu processo de aprendizagem.

5.2 A aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC: dificuldades e facilitadores discutidos nas dissertações

No processo de análise do *corpus* documental orientamo-nos pelo nosso problema de pesquisa e pelos nossos objetivos, verificando como se consolida a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC. Analisamos dissertações da Região Sudeste do Brasil e levantamos as principais dificuldades e facilitadores apresentados nesses trabalhos.

A princípio, fica evidente que quase todas as dissertações (19 das 20) abordam a aprendizagem mediada por TIC numa perspectiva interacionista, levando-se em consideração o uso de instrumentos mediadores (cf. Quadro 8). Na concepção dos pesquisadores das dissertações analisadas, há maior facilidade de aprendizagem quando são encontradas as condições mais favoráveis para isso, tais como ambientes e instrumentos mediadores e o auxílio do sujeito *mais capaz*.

Por outro lado, quando não há uma estrutura adequada para aprendizagem, esta pode ser potencialmente prejudicada, como explica o autor da D12 (2016):

Apesar dos alunos relatarem que os computadores e a falta da internet não terem influenciado o seu aprendizado, há a necessidade de enfatizar que para gerar um ambiente favorável à sua realização, seriam necessárias máquinas de melhor processamento. As atividades foram prejudicadas substancialmente ao não ter equipamentos apropriados para desenvolvê-las (D12, 2016, p.64).

Mesmo evidenciando a carência de equipamentos apropriados, o que poderia ter inviabilizado a realização das atividades, o pesquisador da D12 (2016) relata que os alunos adotavam uma postura mais participativa quando as atividades eram realizadas no laboratório de informática:

No laboratório de informática eles tinham uma atitude participativa melhor que a demonstrada em sala de aula, eles ficavam ansiosos para fazer as atividades do projeto, ressaltando que eles não utilizavam os computadores durante as aulas do projeto para outras atividades, fazendo uso estritamente ligado à proposta do trabalho (D12, 2016, p. 64).

As atividades realizadas no laboratório de informática se mostraram, pois, fundamentais para a aprendizagem mediada por TIC. Foi na interação com os instrumentos mediadores, com o uso do laboratório de informática, dentro das atividades planejadas, que os alunos internalizaram os instrumentos mediadores e efetivaram a aprendizagem. O autor da D12 (2016) completa:

Os alunos do projeto, com o passar do tempo, começaram a ter uma participação mais ativa nas aulas regulares de Física. Eles começaram a associar conceitos novos com as atividades feitas no laboratório, tendo como exemplo os conceitos ligados à energia: energia cinética e potencial gravitacional (Ibidem, 2016, p. 64).

Essa associação entre conceitos novos só foi possível devido à internalização, por parte dos alunos, dos instrumentos mediadores. Nesse caso, as atividades foram realizadas no laboratório de informática. Essa é mais uma evidência de que as TIC potencializam a ação docente e motiva os discentes para a aprendizagem (CHIOSSI; COSTA, 2018, p. 161). É nesse sentido que a aprendizagem acontece, isto é, na interação com os objetos mediadores e com os sujeitos.

Outra pesquisa que também buscou criar condições favoráveis de interação entre os alunos e o professor foi a D19 (2018). As condições, segundo a D19, devem ser levadas em conta porque fazem parte do “processo de internalização do conhecimento que ocorre pelas trocas interpessoais para o intrapessoal” (D19, 2018, p. 40). Ainda segundo o pesquisador,

Durante o desenvolvimento [da atividade] muitos alunos com euforia comentavam [...]: “Professor, pelo simulador é bem mais tranquilo estudar ondas” e pediam com insistência, mais encontros usando simuladores para o ensino de outros conteúdos de Ciências/Física. Conforme as dúvidas apareciam, o Professor com o auxílio de um computador com acesso a internet ligado ao projetor multimídia esclareciam-nas (Ibid, 2018, p. 41).

Conforme relatado nas pesquisas D12 (2016) e D19 (2018), percebe-se que o aprendizado dos alunos se consolida com a realização de atividades, relacionando teoria e prática. Tais atividades, como as realizadas no laboratório de informática, contribuem significativamente para um maior interesse nas aulas regulares. Vale ressaltar que o interesse e a motivação, por parte do aluno, são condições primordiais para o processo de aprendizagem.

Pensando em atividades que estimulam o interesse e a motivação dos alunos, o autor da D2 (2015) faz uma abordagem diferenciada, dando ênfase à autonomia dos alunos. É interessante observar o relato do autor sobre o aprendizado dos alunos:

Um grupo de alunos de um curso integrado (ensino médio e informática), do Instituto Federal do Paraná, desenvolveu um simulador utilizando uma linguagem de programação que permite visualizar e entender o comportamento do experimento da dupla fenda com projéteis (D2, 2015, p. 94)

Sob uma perspectiva de aprendizagem como processo, o pesquisador deixa claro que a prática de atividades é fundamental para a aprendizagem dos conteúdos de física mediados por TIC. Como exemplo, ele citou o desenvolvimento de um simulador, utilizando linguagem de programação. O simulador foi desenvolvido pelos próprios alunos do Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio.

À medida que os alunos interagem com os objetos e com os sujeitos de aprendizagem, a aprendizagem vai se efetivando, sendo potencializada dentro de condições estruturais favoráveis. Assim sendo, reforçamos o pensamento vygotskyano de que os alunos aprendem interagindo, como exemplifica a D16 (2017).

Alguns grupos encontraram dificuldades para utilizar o motor e a hélice como fonte de energia capaz de acender o LED. Dois grupos conseguiram na primeira tentativa, sendo que o A20 se ofereceu para testar no seu grupo os motores dos grupos que não funcionaram e verificou que, na sua montagem e programação, todos os motores estavam funcionando, eliminando assim, um possível problema de funcionamento do motor. Desta forma, ofereceu-se para colaborar com os outros grupos. Após conseguir auxiliar um grupo, partiu em auxílio de outro, porém, sem sucesso desta vez. Sendo assim, o aluno comentou: “Devo estar com curto-circuito, pois uma hora deu certo e outra não” demonstrando uma apropriação da linguagem científica, apesar de ser mais um exemplo de “mau contato” do que “curto-circuito”, mas que rendeu uma boa discussão dos termos com os estudantes. O A20 demonstrou grande interesse nas aulas práticas, envolvendo-se e colaborando com outros grupos. A professora da turma relatou que normalmente ele não demonstrava interesse nas aulas e não interagia muito, sendo pouco participativo, porém o aluno envolveu-se nessa atividade (D16, 2017, p. 121).

O discurso do aluno A20, conforme cita a autora da D16 (2017), infere um processo de compreensão e “apropriação da linguagem científica”. A interação com os objetos e sujeitos de aprendizagem possibilitou, além disso, um interesse e participação do aluno na atividade. Palavras como “interesse”, “entusiasmo”, “participação”, “colaboração” e “interação” estão presentes nos trabalhos que se valeram do conceito de mediação para a aprendizagem com as TIC.

Outro exemplo disso pode ser encontrado na pesquisa D1 (2015). Ao trabalhar com um aplicativo que aborda a terceira Lei de Newton, o autor da D1 destaca aspectos relevantes para a aprendizagem: além do interesse, ele frisa a curiosidade por parte dos alunos:

Vale ressaltar o interesse que esse aplicativo despertou nos alunos. Com ele foi possível evidenciar a igual variação das magnitudes dos vetores u e c . Foi possível também explorar a essência da terceira Lei de Newton, destacando a curiosidade dos alunos com temas que relacionam a astronomia em sala de aula (D1, 2015, p. 41).

Aspectos como esses são fundamentais para que a aprendizagem mediada por TIC aconteça. O interesse pode ser entendido como um facilitador, pois é preciso que o aluno se sinta disposto, interessado, motivado, curioso e aberto para as novas possibilidades de aprendizagem. De forma análoga, o professor precisa estar aberto a novas possibilidades de ensino. Outro aspecto facilitador é levar em consideração os conhecimentos prévios que os alunos têm sobre o que será trabalhado.

Com isso, é possível afirmar que os alunos aprendem no contato com o outro, ou seja, na interação. O autor da D4 (2015, p. 88) explica que, durante o experimento realizado por ele, “Houve grande interação entre os pares, com o material e com o professor no decorrer de toda a atividade, conforme diário de campo e respostas dadas ao questionário”. O autor prossegue:

Os dados apresentados na tabela 4, após análise criteriosa da atividade, mostram claramente um desenvolvimento conceitual por parte dos estudantes. Eles conseguiram ao longo da atividade e manipulando o simulador, diferenciar amplitude de comprimento de onda, a relação inversa entre comprimento de onda e frequência, frequência e período (D4, 2015, p. 88).

A tabela a que se refere o pesquisador foi elaborada de forma a categorizar os dados coletados por ele (D4, 2015, p. 86). A análise desses dados legitima o quão importante é a interação entre os pares entre si e com os instrumentos mediadores para a aprendizagem.

Mais um exemplo da importância da interação se encontra na pesquisa D5 (2015), na qual é feita uma abordagem da aprendizagem a partir da interação. O autor relata que os alunos, utilizando uma “simulação do Efeito fotoelétrico elaborado pelo PhET Colorado” (D5, 2015, p. 25), simularam a variação de intensidade de radiação e fizeram uso de opções de comando do software. Além disso, foi possível também variar a “frequência da radiação através do cursor” e “verificar a partir de qual comprimento de onda da radiação os elétrons são arrancados da placa.” (Ibid, 2015, p. 26).

A pesquisa D5 (2015) também apresenta um software de simulação de efeito fotoelétrico (utilizado em atividades propostas por ele). Há também indicações e instruções de acesso e uso do software (D5, 2015, p. 25). Observamos, com isso, de que forma a interação com as TIC é crucial para a internalização dos conceitos e concretização da aprendizagem. Ao refletir sobre o desenvolvimento da aprendizagem, o autor relata:

Após as aulas com o desenvolvimento da SD que utilizou diversas ferramentas no processo ensino-aprendizagem pode se perceber que eles conseguem relacionar de forma quase correta a energia solar que incide em metais fazendo possível o movimento dos elétrons para produzir energia (D5, 2015, p. 28).

Em suma, após analisar esses autores, encontramos evidências de que o uso de diversos instrumentos mediadores no processo de ensino e aprendizagem é imprescindível para a consolidação da aprendizagem.

A aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC, como abordada nas dissertações, acontece pautada na interação social, na qual é preciso levar em consideração o contexto histórico dos sujeitos de aprendizagem. Esse contexto histórico é, ao mesmo tempo, individual e social (VYGOTSKY, 1991).

Por outro lado, mesmo encontrando aspectos plausíveis para a aprendizagem mediada por TIC, há de se elencar que também existem muitos desafios, dentre eles a relação entre o docente e as TIC. O pesquisador da D7 (2016), por exemplo, ressalta que o uso de determinadas ferramentas é de grande importância para a aprendizagem, mas não pode ser considerada uma solução para toda e qualquer dificuldade que permeia o processo de ensino e aprendizagem: “A inserção do Arduino não é a solução para os problemas educacionais, mas pode se mostrar uma importante ferramenta nas mãos de um hábil professor. O uso do Arduino mostrou-se útil a nós enquanto pesquisadores” (D7, 2016, p. 76). Essa reflexão nos chama a atenção para o papel do professor como facilitador no manuseio de instrumentos mediadores, assim como discutido por Moran (1997) no que tange à necessidade da ajuda na busca pelo essencial.

Na dissertação D7 (2016) observamos uma reflexão sobre a formação docente e a dicotomia entre professor e pesquisador, o que nos levou a pensar sobre a realidade tecnológica de muitas escolas brasileiras, bem como sobre as condições para atuação profissional dos seus docentes.

Nesta mesma linha de reflexão, discutimos as dificuldades versadas nas dissertações investigadas. Dificuldades que em alguns momentos foram desafios resolvidos pelos professores ou não, ou até mesmo empecilhos para a concretização da aprendizagem mediada por TIC.

Na pesquisa D4 (2015), identifica-se um reflexo dessa realidade em algumas escolas brasileiras: a insegurança física e emocional dos alunos manifestadas na baixa autoestima. Uma das consequências desses problemas é a defasagem de conteúdos e, por conseguinte, na aprendizagem dos alunos, acentuada, sobretudo, por dificuldades econômicas e sociais dos alunos, resultando em falta de comprometimento, por parte dos alunos, em realizar atividades e frequentar as aulas (D4, 2015, p. 2).

No trabalho D9 (2016), uma das dificuldades enfrentadas pelo pesquisador foi a necessidade de adaptação da atividade planejada por falta de equipamentos para todos os alunos na escola. Diante disso, o autor sublinha, como sugestão, que as condições ideais possibilitariam que cada aluno pudesse, individualmente, fazer uso de um computador ou instrumento tecnológico mediador (D9, 2016, p. 19).

Ainda sob essa mesma questão, há relatos, no trabalho D12 (2016, p. 29-33), sobre a quantidade de equipamentos quebrados, sobre as condições de limpeza dos espaços de aprendizagem e a não realização das tarefas em casa, por parte dos alunos. Outra questão refere-se ao fato de que, quando os equipamentos não estão danificados, encontram-se ultrapassados, com baixa capacidade de processamento.

A dissertação D16 (2017), por sua vez, denuncia a falta de estrutura e a consequente dificuldade para a aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC:

A quantidade de computadores funcionando, apesar de já ser previsto, dificultou a dinâmica de pesquisa e a realização do trabalho, pois muito alunos ficaram agrupados em volta de um único computador, o que causava dispersão dos alunos que não conseguiam se aproximar da máquina. O layout das mesas do laboratório é disposto de modo que os monitores ficam embaixo da mesa de vidro, dificultando a visão do monitor por mais de três pessoas. A falta de equipamentos também impediu uma dinâmica mais proativa dos alunos na divisão de tarefas, pois, à medida que surgia a necessidade de editar uma nova imagem ou pesquisar algum dado, não havia outros equipamentos disponíveis para o grupo utilizar (D16, 2017, p. 186).

A pesquisadora também faz menção ao prejuízo educacional que a falta de estrutura acarretou no desempenho das atividades com os alunos:

O grupo seis perdeu diversas programações no decorrer das aulas porque o computador desligava repetidamente. Isso prejudicou ainda mais o andamento do trabalho desse grupo, o qual já havia iniciado em um tempo diferenciado dos demais alunos, devido ao fato de trocarem a proposta inicial e repensarem a narrativa diversas vezes. O grupo dois também encontrou dificuldades com o computador que travava constantemente (Ibid, 2017, p. 186).

Dificuldades como essas independem do planejamento e da atuação do professor, bem como da disposição em aprender por meio de novas metodologias, por parte dos alunos. São problemas que, frequentemente, estão arraigados no sistema educacional brasileiro, onde os sujeitos tentam diminuir os prejuízos para a concretização do aprendizado.

As dificuldades também podem estar associadas a limitações de instrumentos mediadores, como foi o caso do simulador descrito pelo autor da D2 (2015). O pesquisador relata que “as curvas de probabilidades não ficam exatamente iguais ao esperado, ou seja, a resposta para o experimento é aproximada fazendo-se necessário ressaltar a resposta” (D2, 2015, p. 96). Contudo, essas “limitações” não foram empecilhos para a aplicação do simulador e o desenvolvimento da experiência, possibilitando a aprendizagem.

O autor da D3 (2015), por outro lado, discorre sobre a relação entre frequência e ausência dos alunos, atribuindo as faltas ao local de moradia dos alunos, isto é, longe da escola. A distância pode ser considerada um fator que dificulta o acesso à escola e, por conseguinte, o processo de aprendizagem:

Como a escola fica localizada na região central, muitos alunos moram na periferia e justificam o grande número de ausências por conta da dificuldade em chegar à escola antes do horário de início das aulas. A frequência média de alunos da Turma A no segundo bimestre letivo foi de aproximadamente 85% e da Turma B foi de aproximadamente 82%, mas existem casos de alunos com 38% de presença¹¹ (D3, 2015, p. 34).

A ausência nas aulas pode implicar perda de conteúdo e, conseqüentemente, defasagem de aprendizagem ou mesmo evasão escolar definitiva. O autor também constatou que o professor, ao realizar encontros como parte do experimento para a pesquisa, se deparou, no primeiro encontro, com falta de conhecimento prévios, dos

alunos, sobre conceitos abordados, bem como com dificuldades quanto à utilização dos instrumentos mediadores:

O professor desenvolveu com os alunos um esquema conceitual na lousa com o conceito central “RAIO”. Inicialmente, os alunos demonstraram dificuldade em desenvolver relações entre conceitos para preencher o esquema conceitual, provavelmente por não terem familiaridade com este recurso. Por isso, o professor, desempenhando seu papel de mediador, buscou estimular as relações iniciais com os assuntos já tratados anteriormente na disciplina de Física por meio de perguntas como “Existe alguma relação entre o fenômeno do raio e os assuntos já estudados em Física?” (Ibid, 2015, p. 35).

A dificuldade foi superada pela mediação do professor, que trouxe à tona assuntos que já haviam sido trabalhados em momentos anteriores. A postura do professor como mediador, portanto, tornou-se também um mecanismo facilitador para a concretização da aprendizagem, respeitando o ritmo de aprendizagem de cada aluno e considerando o conhecimento já consolidado (VYGOTSKY, 2010).

Um registro interessante, encontrado na dissertação na D4 (2015), próprio do processo de ensino e aprendizagem, foi a manifestação dos alunos para a obtenção de “respostas prontas”. Infere-se, daí, facilitadores e dificuldades na execução de três etapas apresentadas pelo pesquisador. Na primeira etapa, ele ressalta a motivação e a ação dos alunos. Na segunda, destaca a dificuldade dos alunos em responder o que fora proposto e, na terceira etapa, ele observa a tranquilidade e o sucesso dos alunos na realização da atividade proposta.

Constatou-se que a motivação dos alunos, descrita na etapa 1, facilita a aprendizagem dos conteúdos de física. A dificuldade elencada na etapa 2 expressa o conflito entre metodologias: o modelo a que os alunos estão acostumados e o novo, que não entrega aos alunos “respostas prontas”, mas dá a eles condições para buscar e construir respostas. Por fim, a autonomia dos alunos como sujeitos de aprendizagem fica evidenciada na etapa 3, quando eles conseguem “fazer todas as medições corretamente” (D4, 2015, p. 85).

Dentre as dificuldades apresentadas nas dissertações, a D15 (2017, p. 41) versa sobre a dificuldade de conciliar a quantidade dos conteúdos de física e o tempo disponível para cumprir com os conteúdos nas aulas. Com isso, o professor precisa selecionar conteúdos a serem trabalhados em detrimento de outros.

Observamos que as dificuldades para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC são muitas: desde a dificuldade de “fazer o

download do texto em seus dispositivos móveis” à falta de conhecimento dos alunos sobre a plataforma utilizada, como consta na dissertação D17 (2017).

O pesquisador da D18 (2018) também relatou a necessidade de resolver problemas, como a dificuldade na realização de uma atividade que deveria ser online, mas devido à falta de acesso à internet, o professor optou por realizar a atividade com questionários em folha de papel:

Por infortúnios estruturais da escola estadual onde ocorreu a pesquisa, não houve, nessa escola, a disponibilidade de um laboratório de informática ou acesso à internet, impossibilitando que o trabalho fosse aplicado utilizando os celulares ou computadores. Resolveu-se, então, aplicar o questionário na folha de papel (D18, 2018, p. 52).

Devido às condições estruturais precárias de diversas escolas, algumas atividades precisam ser adaptadas pelo docente, a fim de amenizar os prejuízos para a aprendizagem, como relatado pelo autor da D18 (2018).

Mesmo com todas as dificuldades encontradas nas escolas, conforme identificamos nas dissertações, existem fatores facilitadores, oportunamente indicados nos trabalhos analisados. Esses facilitadores se mostraram capazes de contribuir de forma expressiva para que os alunos aprendessem os conteúdos de física mediados por TIC.

Assim, à medida que a falta de acesso aos aparelhos tecnológicos pode ser empecilho para que o aluno tenha condições propícias de aprendizagem, o acesso aos meios tecnológicos pode facilitar a ação docente com uma didática diversificada e auxiliar na aprendizagem dos alunos. Tudo depende, entretanto, da frequência com que alunos, professor e objetos mediadores estão interagindo (MORAES, 2012, p. 139).

Os instrumentos mediadores podem contribuir para a interação social e para a internalização de conceitos indispensáveis para a aprendizagem dos conteúdos de física, conforme consta no trabalho D8 (2016): “A utilização de simuladores e de vídeos corrobora para a interação entre os alunos e as TIC. Os simuladores facilitam a matematização inicial das operações, podendo o aluno alterar parâmetros para facilitar a compreensão das mesmas” (D8, 2016, p. 60).

Sob esse mesmo prisma, os autores da D9 (2016) e D13 (2016, p. 56) defendem que as TIC, como *smartphones*, computadores e internet são elementos facilitadores para a realização da pesquisa e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da aprendizagem. Assim descreve o autor da D9 (2016, p. 19):

Em nosso trabalho o uso das tecnologias de informação e comunicação (questionários, computador, software e papel milimetrado) é utilizado como instrumento facilitador do processo de aprendizado do conteúdo equação dos pontos conjugados. Durante a aplicação do produto percebemos grande interação dos alunos com as tecnologias envolvidas e principalmente pela visualização do fenômeno físico em questão.

Não obstante, há de se considerar que a realidade socioeconômica dos alunos e da escola pesquisada na D9 (2016) destoa de grande parte da população brasileira. O pesquisador relata: “A maioria dos alunos desta instituição são de classe econômica alta, tem acesso à internet em casa e na escola e tem carga horária semanal de quatro tempos de física, sendo três em sala de aula e um no laboratório de física” (D9, 2016, p. 24). Sendo assim, essa não é uma realidade social e econômica que representa a maior parte das famílias e das escolas brasileiras. De todo modo, é preciso defender condições dignas de vida e de acesso a meios que favoreçam o ensino e a aprendizagem, o que resultaria em uma educação de qualidade para todos. As dificuldades socioeconômicas da maioria dos brasileiros são fatores que dificultam o processo de ensino e aprendizagem.

Identificamos, por outro lado, um fator facilitador no trabalho em D11 (2016): a disponibilização *online* do material trabalhado em sala de aula, o que possibilitou aos alunos realizar as atividades sem dificuldades.

No decorrer das aulas, disponibilizamos todas as aulas no blog feito para esta sequência didática. Deste modo, os alunos tiveram a oportunidade de rever as aulas e os fenômenos apresentados. Isto foi importante para a realização das atividades na sala de informática, pois os alunos não tiveram muitas dificuldades em realizar as simulações que estão propostas no roteiro da seção A.7 do Apêndice (D11, 2016, p. 67).

Juntamente à possibilidade de realização das atividades de forma *online*, outro aspecto facilitador foi o de levar em consideração aquilo que o aluno já sabe como conhecimentos prévios. Esses fatores, conjugados, constituem oportunidade de potencialização da aprendizagem. Conforme relata o autor da D11 (2016), alguns colegas atuavam como *mais capazes*: “Os alunos que possuíam facilidade com o uso da tecnologia ajudavam os colegas que tinham dificuldade.” (D11, 2016, p. 68)

Outras ferramentas facilitadoras foram identificadas no trabalho D12 (2016), como, por exemplo, os roteiros de atividade:

Um facilitador na realização do projeto foi a utilização dos roteiros, que ajudou na compreensão do programa de captura de vídeo e análise de movimentos. Os alunos gostavam de participar e de ter a chance de mexer nos computadores, pois era uma atividade do seu cotidiano em sala de aula, eles gostavam do processo de captura e análise dos vídeos e tinham uma interação social ativa conversando

e trocando ideias com os colegas onde a interferência do professor foi mínima, sendo assim, orientador das atividades, ficando evidenciado o “peer instruction” (D12, 2016, p. 65).

Assim como na D12 (2016), a D15 (2017) destaca que os roteiros também se mostraram fatores facilitadores do processo de ensino e aprendizagem: “A elaboração dos roteiros de aulas práticas para o uso das simulações computacionais foram um dos instrumentos didáticos facilitadores da aprendizagem significativa de Ausubel, adotados neste trabalho” (D15, 2017, p. 49).

Concomitantemente ao roteiro, o autor da D12 (2016) relata a troca de informação entre os alunos e a proatividade em interagir com os computadores, o que também constitui mais um fator facilitador.

Nesses casos, as atividades em laboratório, se precedidas de um roteiro elaborado com base em objetivos claros, parecem ser mais bem sucedidas. O roteiro parece ser uma ferramenta facilitadora, uma vez que auxilia o professor a reorganizar o percurso pedagógico da aula.

A aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC acontece, portanto, dentro de condições sócio-históricas favoráveis, onde os sujeitos de aprendizagem podem interagir entre si e com os objetos mediadores, tendo o auxílio daquele que é o *mais capaz*. Nesse movimento, os sujeitos se desenvolvem e a aprendizagem se concretiza.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa possibilitou-nos perceber e apresentar a atuação de algumas universidades no processo de aprendizagem tanto em escolas de educação básica quanto na especialização *lato sensu*. Fica evidente o quanto o diálogo entre a universidade e a educação básica é, de fato, necessário e urgente.

Após a elaboração e análise de um *corpus* composto por dissertações, nos deparamos com um fato curioso: das 20 dissertações analisadas, apenas 2 dialogavam com os documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular BNCC. Embora não tenhamos a intenção de discorrer sobre concordâncias ou discordâncias de questões políticas partidárias que norteiam a construção desses documentos, ressaltamos a importância de documentos norteadores do ensino e aprendizagem.

Todo processo de ensino e aprendizagem, em conformidade com políticas de educação nacional, carece ser pensado dentro de uma organização de planejamento, onde os sujeitos e as instituições de ensino se comprometam a garantir “projetos educacionais flexíveis e inovadores” (KENSKI, 2015, p. 13).

A prática de ensino e aprendizagem destoante de um planejamento e de conhecimento desse processo resulta em um ensino e uma aprendizagem sem rumo e, conseqüentemente, condenadas ao fracasso.

Não queremos, com isso, reduzir a aprendizagem apenas a toda e qualquer atividade documentada, uma vez que a atividade docente ultrapassa qualquer limitação de documentos, dentre elas aquelas implícita ou explicitamente políticas partidárias.

É preciso pensar numa aprendizagem em que os sujeitos possam interagir entre si, internalizar os objetos mediadores e aprender na interação com o *mais capaz*. Por esse motivo, ao falarmos da interação entre indivíduos e objetos de aprendizagem, recorreremos à dissertação D10 (2016), que mostrou a contribuição das TIC para a aprendizagem:

O aprendiz ao interagir com os meios midiáticos contribui para construção do seu conhecimento, agrega mais informações e tem possibilidade de pesquisar com maior abrangência determinado assunto. As tecnologias podem dessa maneira ser utilizadas pela educação para enriquecer, motivar e facilitar o ensino-aprendizagem (D10, 2016, p. 15).

Vale ressaltar que a proposta do trabalho D10 (2016) é de interesse teórico, não tendo havido, durante a pesquisa, aplicação da proposta à turma.

Na dissertação D18 (2018), o quiz computacional é empregado como um *instrumento mediador*. A aplicação desse instrumento possibilitou distinguir erros de acertos, porém, se se pensar a aprendizagem como um processo de construção de significados para o aluno, tal prática se restringe ao antes e ao depois da aplicação do quiz. Em outras palavras, mesmo havendo uma discussão sobre o quiz computacional entre cada aplicação (foram aplicados 3 quizzes: prévio, exercício e avaliação), o processo resumiu-se à repetição, que se assemelha muito mais a uma prática de condicionamento do que com aprendizagem enquanto processo.

Alguns excertos do trabalho D18 (2018) ilustram como os alunos corroboram com a necessidade de se discutir as questões durante o processo: “Poderia ter gabarito com resolução”; “Gabarito com questões explicadas” (D18, 2018, p. 85). O autor justifica:

Quanto aos gabaritos resolvidos, sugestão dada por dois alunos, para que possam estudar mais, seria viável de se realizar. Mas a proposta do quiz de exercícios é que o aluno refaça a tarefa quantas vezes achar necessário para que possa reter o conhecimento, como afirma Rodiger (2006) (D18, 2018, p. 85).

Percebemos que o autor da D18 (2018) recorre a Rodiger (2006), afirmando que o aluno é capaz de “reter” o conhecimento ao realizar os exercícios várias vezes. Portanto, para o autor, não faz sentido disponibilizar os gabaritos resolvidos. O pesquisador da D18 (2018) leva em consideração, também, a aprendizagem significativa de David Ausubel (2003), para a qual o gabarito resolvido, disponibilizado aos alunos, faria muito mais sentido, pois possibilitaria a assimilação do conhecimento na interação entre a informação presente no quiz e a informação do gabarito. Nesse sentido, haveria duas possibilidades de aprendizagem significativa: i) com a repetição do quiz; ii) com o acesso aos gabaritos resolvidos.

Diferentemente da D18 (2018), a D14 (2016) ilustra uma aprendizagem que se concretiza na interação. Para além das ferramentas que buscam identificar erros e acertos, a aprendizagem é concebida como um processo contínuo. Tomamos como exemplo uma situação na qual o autor da D14 (2016) descreve uma atividade experimental sobre mecânica:

69- Aluno Mat: “Sor”, o X0 é Zero ou o 20 (cm)? 70- Professor: Foi o ponto que você colocou o primeiro marcador. 106- Aluna Mel: “Sor”, eu tenho cinco posições e só quatro tempos, não está faltando um tempo? 107- Professor: Não, é que o primeiro tempo é zero, quando ele passa pelo primeiro marcador o cronômetro dispara e ele começa a marcar. 108- Aluna Mel: Entendi... Aqui o professor aproveita para mediar o significado da simbologia X0 como posição inicial assumida pelo móvel no início do movimento. De forma geral, pode-se

notar que a atividade experimental contribuiu para o desencadeamento de interações sociais dentro da ZDP dos alunos, pois ocorreram oportunidades de mediação semiótica, definição de situação e intersubjetividade (D14, 2016, p. 73).

Na D14 (2016), o autor apresenta uma série de diálogos realizados com os alunos, no sentido de instruí-los sobre o *instrumento mediador*, tirando dúvidas e criando condições para a aprendizagem.

Assim, ressaltamos o fato de que os alunos aprendem quando interagem uns com os outros, com o professor (*mais capaz*) e com os *instrumentos mediadores*, sejam eles *materiais e/ou psicológicos*.

Na *Zona de Desenvolvimento Proximal*, os alunos internalizam os *instrumentos mediadores*, concretizando e aperfeiçoando aquilo que já sabem e desenvolvendo, com a ajuda das TIC, dos colegas e do professor, aquilo que ainda não conseguem fazer sozinhos, é desta forma que a aprendizagem acontece.

Diante do trabalho realizado nesta pesquisa, pudemos inferir que as TIC são, hoje, uma realidade expressiva de aprendizagem. A maior parte dos alunos participantes das pesquisas aqui analisadas está inserida em um universo informacional, isto é, as TIC estão no cotidiano dos alunos, quase que como parte do seu corpo biológico. Exemplo disso é o uso do aparelho móvel, durante todo o dia, inclusive na sala de aula.

Mesmo que o seu uso seja visto em alguns ambientes educacionais de forma negativa, não se pode negar que pode potencializar a aprendizagem.

6.1 Trabalhos Futuros

Como perspectivas para trabalhos futuros, tecemos algumas considerações a partir da presente pesquisa. Espera-se que o levantamento aqui desenvolvido possa contribuir para futuras investigações sobre a disponibilidade de materiais para docentes e discentes e pesquisas envolvendo TIC e outras áreas de conhecimento. Discorreremos, a seguir sobre essas considerações.

Espera-se que os resultados do presente estudo possam contribuir com outros pesquisadores, no sentido de conhecer as produções da Região Sudeste no que tange à aprendizagem dos conteúdos de física mediada por TIC, tendo em vista o aqui realizado. Além disso, os produtos desenvolvidos nas dissertações analisadas podem ser, posteriormente, aplicados por outros pesquisadores que se mostrarem interessados.

Outra questão de interesse seria investigar a relação entre as TIC e o mestrado profissional, visto que o maior contingente de pesquisas que se debruçaram sobre o ensino de física e as TIC foi desenvolvido em programas de mestrado profissional.

Acreditamos que, em trabalhos futuros, poderemos nos debruçar sobre a possibilidade de viabilizar ao menos parte dos produtos desenvolvidos nas pesquisas de mestrado profissional. As dissertações analisadas trazem ilustrações dos produtos, mas muitas delas não deixaram forma de acesso. O interessante de uma pesquisa como essa recai sobre a possibilidade de aproximação entre a pesquisa e o ensino e, conseqüentemente, à melhoria da educação brasileira.

Além disso, diante do potencial de uso das TIC para a aprendizagem, refletimos sobre a necessidade de expandir essa pesquisa para outras áreas de conhecimentos e outras regiões do país. Ao se realizar uma pesquisa mais abrangente, será possível obter um panorama geral do processo de ensino e aprendizagem no Brasil.

Por último, mas não menos importante, defendemos que pesquisas futuras, voltadas para os problemas reais do cotidiano de muitas escolas brasileiras, tais como a carência de equipamentos tecnológicos, dificuldades na formação docente, alto índice de evasão escolar e outros problemas associados a questões econômicas e sociais, poderão propor soluções a partir de propostas integradoras entre universidades e escolas.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reta e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.

BERNI, Regiane Ibanhez Gimenes. **A construção da prática do professor de educação infantil: um trabalho crítico-colaborativo**. Orientador: Mara Sophia Zanotto Paschoal. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Linguística) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

BLATTMAMM, Ursula; SANTOS, Raimundo Nonato Macedo dos. Acesso e uso de tecnologias em teses e dissertações: o caso BDTD. In: **Congresso da Associação Internacional para a Pesquisa Intercultural (ARIC) - Diálogos Interculturais: descolonizando o saber e o poder**, n. 12, 2009, Florianópolis. ARIC 2009: Diálogos Interculturais: descolonizar o saber e o poder, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10085>. Acesso em 24 de jul. 2020.

BOWEN, Christopher Ryan. **A Critical Content Analysis of the Representation and Portrayals of Females in YALSA Award-Winning Science Comics, 2002-2017: A Feminist Perspective**. PhD diss., University of Tennessee, 2017. Disponível em: https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/4850. Acesso em 14 de mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho pleno. **RESOLUÇÃO Nº 4, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2018**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 26 de jan. 2018b. Assunto: BNCC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2018-pdf/104101-rcp004-18/file>. Acesso em 08 de set. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum: Educação é a Base**. Brasília, DF, 2018a.

CAMPOS, Taynara Rúbia. **O uso de jogos digitais no ensino de ciências naturais e biologia: uma revisão sistemática**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/187703/Monografia_TCC_taynara_%20FINAL_BU.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 12 de março. 2021.

CGI.BR. TIC Educação 2015. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**: TIC educação 2015 [livro eletrônico] = Survey on the use of information and communication technologies in brazilian schools : ICT in education 2015 / Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, [editor]. -- São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Edu_2015_LIVRO_ELETRONICO.pdf. Acesso em 24 de jul. 2020.

CGI.BR. TIC Educação 2019. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2019** [livro eletrônico] = Survey on the use of information and communication technologies in brazilian schools : ICT in education 2019 / Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, [editor]. -- São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2020. Disponível em: https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20201123090444/tic_edu_2019_livro_eletronico.pdf. Acesso em 16 de abr. 2021.

CHARLOT, Bernard. Formação de professores: a pesquisa e a política educacional. In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (Orgs.). **Professor Reflexivo no Brasil: Gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2005.

CHIOSSI, Renata Reis; COSTA, Christine Sertã. Novas formas de aprender e ensinar: a integração das tecnologias de informação e comunicação (tic) na formação de professores da educação básica. **Revista Texto Livre; Linguagem e Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 160-176, mai.-ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivres/article/view/16798>. Acesso em 13 de set. 2021.

COSTA, Letícia Perez da. **O Uso das tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na Prática Pedagógica do Professor de Matemática do Ensino Médio**. Orientadora: Prof. Dr. Nuria Pons Vilardell Camas. 2017. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

DAMASCENO, Alberto. Pombal, a modernidade e as origens da reforma de ensino na américa portuguesa e Portugal. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, nº 69, p. 16-32, 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8648240/15125>. Acesso em 08 de set. 2020.

DEDE, Hülya; UZUN, Halil. **Descriptive content analysis of graduate theses in the field of pre-school science education in Turkey**. *Ilkogretim Online - Elementary Education Online*, 2020. v.19, n. 4. pp. 2434-2447. Disponível em: <http://ilkogretim-online.org.tr/index.php/io/article/view/4068>. Acesso em 12 de março de 2021.

DELANEZE, Taís. **As reformas educacionais de Benjamim Constant (1890- 1891) e Francisco Campos (1930-1932): o projeto educacional das elites republicanas**. Orientador: Prof. Dr. Amarilio Ferreira Júnior. 2007. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

DE OLIVEIRA REIS, Tiago. **Estudo experimental da lei de faraday da indução eletromagnética utilizando um smartphone e um computador**. Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Soares. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

DUTRA DOS REIS, Wellington; VIEIRA DE MELO, Waisenhowerk. Contribuições e Tendências das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) No Ensino e Aprendizagem de Ciências. **CIET:EnPED**, [S.l.], maio 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/855>. Acesso em 05 out. 2020.

ERDOGAN, T. **Research Trends In Dissertations On PBL: A Content Analysis Study**. Procedia - Social and Behavioral Sciences 197 (2015) 308 – 315. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.07.142. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282517099_Research_Trends_in_Dissertations_on_PBL_A_Content_Analysis_Study. Acesso em 14 de mar. 2021.

FACCI, Marilda Gonçalves Dias. **A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigostki**. Cadernos CEDES, Campinas, v. 24, n. 62, p. 64-81, abr. 2004.

FERREIRA, Antonio Cezar Ramo. **O uso do simulador PHET no ensino de indução eletromagnética**. Orientador: José Augusto Oliveira Huguenin. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

FERRETTI, Carlos João. Mudanças no âmbito do trabalho, juventude e escolhas profissionais. In: Ferreira, Cristina Araripe (Org.). et alii. **Juventude e iniciação científica: políticas públicas para o ensino médio**. Rio de Janeiro: EPSJV, UFRJ, 2010.

FIALHO, Wanessa Cristiane Gonçalves; MENDONÇA, Samuel. O Pisa como indicador de aprendizagem de Ciências. **Revista Roteiro**, Joaçaba, v. 45, p. 1-24, jan./dez. 2020. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/20107/14050>. Acesso em 11 de mar. 2021.

GAUTÉRIO, Vanda Leci Bueno; RODRIGUES, Sheila Costa. **O aprender em ambientes de aprendizagem: Configurando uma cultura escolar**. 1. ed. Deutschland: Novas Edições Acadêmicas, 2017. v.1.

GEWEHR, Diógenes. **Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na Escola e em Ambientes não Escolares**. Orientadora: Prof.^a Dra. Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Kelly Meinerz. **Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino de Ciências: Análise de repositórios disponíveis**. Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Lindner. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

KNITTEL, Tânia Filomena. **A utilização de dispositivos móveis como ferramenta de ensino-aprendizagem em sala de aula**. Orientador: Prof. Dr. João Augusto Mattar Neto. 2014. 168 f. Dissertação (Mestrado em Mídias Digitais) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

KILIÇ-ÇAKMAK, Ebru; ÇEBİ, Ayça; MIHÇI, Pinar; GÜNBATAR, Mustafa Serkan; AKÇAYIR, Murat. **A content analysis of educational tcechnology research in 2011**. Procedia - Social and Behavioral Sciences 106 (2013), p. 74-83. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813046259>. Acesso em 14 de mar. 2021.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e internet no Brasil**. Cad. Adenauer, Rio de Janeiro, v.16, n.3, 2015.

KOCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**. Petrópolis: Vozes, 2011. Disponível em: http://www.brunovivas.com/wp-content/uploads/sites/10/2018/07/K%C3%B6che-Jos%C3%A9-Carlos0D0AFundamentos-de-metodologia-cient%C3%ADfica_-_teoria-da0D0Aci%C3%Aancia-e-inicia%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-pesquisa.pdf. Acesso em 14 de mar. 2021.

LUDKE, Menga; ANDRE, Malie E.D.A. **Pesquisas em educação: uma abordagem qualitativa**. São Paulo: E.P.U., 2013.

MACHADO, Suelen Fernanda. **Mediação pedagógica em ambientes virtuais de aprendizagem**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Maringá, 2009.

NETO, Ernesto Rosa **Laboratório de matemática. In: Didática da Matemática**. São Paulo: Ática, 1992. 200p. p. 44-84.

MARTINS, Marcos Francisco; VARANI, Adriana. Professor e pesquisador: considerações sobre a problemática relação entre ensino e pesquisa. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 12, n. 37, p. 647-680, set./dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/4684>. Acesso em 24 de ago. 2021.

MATA, Jaisa Angelica Vieira da. **Ensino de química com uso de tecnologias digitais para uma educação de jovens e adultos rejuvenescida**. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nyuara Araújo da Silva Mesquita. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

MORAES, José Uibson Pereira. **As TIC como facilitadoras da aprendizagem significativa no ensino de física**. Orientador: Celso José Viana Barbosa. 2012. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

MORAES, Alice Ferry de; OLIVEIRA, Telma Maria de. Experiências relacionadas ao levantamento de teses e dissertações. **Revista Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v. 20, n. 1, p. 73-81, jan./abr. 2010. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/1990>. Acesso em 14 de set. 2021.

MORAN, José Manuel. **Como utilizar a internet na educação**. Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 146-153, 1997.

MOREIRA, Fernando de Sá. A Pesquisa Nietzsche no Brasil: análise quantitativa de teses e dissertações entre 2010 e 2018. **Revista Estudos Nietzsche**, Espírito Santo, v. 9, n. 1, p. 120-133, jan./jun. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/estudosnietzsche/article/view/21541>. Acesso em 15 de set. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Revista**, Estudos Avançados, São Paulo, Vol. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v32n94/0103-4014-ea-32-94-00073.pdf>. Acesso em 23 de fev. 2021.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0617.pdf>. Acesso em 15 de out. 2020.

NASCIMENTO, Cristina Maria Costa do. **Programa Embrapa & Escola: o ensino de ciências e os processos histórico- cultural de Vygotsky no nível fundamental II.** / Orientadora: Prof.^a DSc. Patrícia Macedo de Castro. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2017.

NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylio Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de ciências no brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista histedbr on-line**, Campinas, n. 39, p. 225-249, 2010. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/39/art14_39.pdf. Acesso em 08 de set. 2020.

PARANÁ. **Diretrizes para o uso de tecnologias educacionais.** Secretaria do Estado da Educação. Curitiba: SEED, 2010.

PENHA, Maurício Siqueira da. **Utilização de um Ambiente Virtual para o ensino de Leis de Ohm no ensino básico.** Orientador: Luiz Telmo da Silva Auler. 2017. 119 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências Exatas, Volta Redonda, 2017.

PEREIRA, Adriana Soares. [et al.]. **Metodologia da Pesquisa Científica.** 1^a ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PEREIRA, Brenda Braga. **Educação ambiental e educação em ciências: um estudo a partir de teses e dissertações que lidam com complexidades.** 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

PINTO, Fernando Carlos Rodrigues. **Proposta de Sequência Didática Baseada na Aprendizagem Significativa: Construção de uma Mini Estação Meteorológica Automática com Arduino.** Orientador: Angel Fidel Vilche Pena. 2018. 196 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.

REIS, Rafaela da Silva; LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, n. 2, v. 15, p. 1 a 10, 2017. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/79232/0>. Acesso em 14 de set. 2021.

RIBEIRO, Otacílio José. Educação e novas tecnologias: um olhar para além da técnica. In: COSCARELLI, Carla Viana. RIBEIRO, Ana Elisa. (org.). **Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas**. 3. ed. Belo Horizonte: Ceale: Autêntica, 2005.

SANTOS, Ilza Tenório Cavalcante; OLIVEIRA, Carloney Alves de. O ensino de física mediado pelas tecnologias da informação e comunicação. In: VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”. 6., 2012, São Cristóvão. **Anais eletrônicos...** São Cristóvão: EDUCON, 2012. Disponível em: <http://educonse.com.br/2012/>. Acesso em: 14 de set. 2021.

SANTOS, Adriana dos. Tecnologias de informação e comunicação: limites e possibilidades no ensino superior. **Revista**, REBES - Rev. Brasileira de Ensino Superior, Passo Fundo, Vol. 1, nº 1, p. 36-46, 2015. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/REBES/article/view/839>. Acesso em 05 de mar. 2021.

SANTOS, Rafael Pinheiro. **Sequência didática para o ensino de cinemática através de vídeo análise baseada na teoria da aprendizagem significativa**. Orientador: José Augusto Oliveira Huguenin. 2016. 45 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

SERRA, Larize Kelly Garcia Ribeiro; MESQUITA, Mizraim Nunes; COSTA, Maurício José Moraes; JUNIOR, João Batista Bottentuit. Tecnologias móveis no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura dos estudos de pós-graduação no Brasil. **Revista** Tecnologias na Educação, Minas Gerais, n/vol 27, ano 10, p. 1 a 16, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/11/Art15.Vol27-Ed.Tem%C3%A1ticaIX-Nov-2018.pdf>. Acesso em 14 de set. 2021.

SETOGUTI, Ruth Izumi. A baixa qualidade da educação brasileira sob o enfoque da história das ideias pedagógica. In: Congresso Internacional de História, 8.; Semana de História, 22., 2017, Maringá. **Anais** [...]. Maringá: UEM, 2017. p. 1635 – 1643. Disponível em: <http://www.cih.uem.br/anais/2017/trabalhos/3578.pdf>. Acesso em 08 de set. 2020.

SIDONE, Otávio José Guerci; HADDAD, Eduardo Amaral; MENA-CHALCO, Jesús Pascual. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **Revista** TransInformação, Campinas, n. 28(1), p. 15-31, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/tinf/v28n1/0103-3786-tinf-28-01-00015.pdf>. Acesso em 05 de out. 2020.

SILVA, Alexandre Fernando da, FERREIRA, José Heleno, & VIERA, Carlos Alexandre (2017). O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, Santarém, Vol. 7, n 2, p. 283-304, 2017. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/314>. Acesso em 23 de fev. 2021.

SILVA, Vanessa Sanches Pereira da. **Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana.** Orientador: Prof. Dr. Alberto Gaspar. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências) - Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SIMON, Rodrigo de Almeida. **Do geocentrismo à gravitação universal: proposta e implementação de uma sequência didática para o ensino médio.** Orientador: Prof. Dr. Márlon Caetano Ramos Pessanha. 2016. 164 p. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

STRIQUER, Marilúcia dos Santos Domingos. O processo de mediação: das definições teóricas às propostas pedagógicas. **Revista Eutomia: Revista de Literatura e Linguística**, Recife, nº 19(1), p. 142-156, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/EUTOMIA/article/view/15165>. Acesso em 18 de fev. 2021.

VALENTE, José Armando. (Org.) **Computadores e conhecimento: repensando a educação.** 2ª ed. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1998.

VITAL, Soraya Cunha Couto; URT, Sônia da Cunha. Formação continuada de professores inseridos na escola de educação integral: o que dizem as produções científicas?. In: III Jornada Brasileira de Educação e Linguagem/ III Encontro dos Programas de Mestrado Profissionais em Educação e Letras e XII Jornada de Educação de Mato Grosso do Sul/2018, Campo Grande. **Anais eletrônicos...** Campo Grande: UEMA, 2018. P. 1 – 13. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/jornadaeducacao/article/view/4923>. Acesso em 15 de set. 2021.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** Tradução de José Cipolla Neto et al. 4.ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2004.

_____. **Psicologia pedagógica.** São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex Nikolaevich. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem.** 11ª edição - São Paulo: ícone, 2010.

Bibliografia Consultada, mas não citada:

ABNT NBR 14724. Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. 3ª edição de 17/03/2021. Disponível em: <https://www.normasabnt.org/abnt-nbr-14724/>. Acesso em: 21/09/2021.

ABNT NBR 6028. Informação e documentação – Resumo, resenha e recensão – Apresentação. 2ª edição de 18/05/2021. Disponível em: http://plone.ufpb.br/secretariado/contents/documentos/2021_ABNT6028Resumo.pdf. Acesso em: 21/09/2021.

ABNT NBR 6023. Informação e documentação – Referências – Elaboração. 2ª edição de 14/11/2018. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40070/1837975/ABNT+NBR+6023+2018+%281%29.pdf/3021f721-5be8-4e6d-951b-fa354dc490ed>. Acesso em: 14/11/2018.

ABNT NBR 10520. Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Válida a partir de 29/09/2002. Disponível em: <http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2016/05/NBR-10520-CITA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 21/09/2021.

ANEXOS

ANEXO I – Resumos das dissertações analisadas

CONFECIONANDO APLICATIVOS EM FÍSICA. Uma abordagem do Geogebra acerca das Leis de Newton.

RESUMO

O conteúdo desta dissertação pretende investigar a aceitação da Tecnologia da Comunicação e Informação – TIC, vinculada aos conteúdos programáticos curriculares em Física no Estado do Rio de Janeiro, mais precisamente o segundo bimestre das turmas de primeiro ano do Ensino Médio. Construimos, com auxílio do software livre denominado Geogebra, um conjunto de aplicativos, que auxiliam o professor de física na tarefa de construir competências acerca das Leis de Newton. Os aplicativos foram divididos em duas partes: Inicialmente, aplicativos que permitem a manipulação e operação de vetores. Posteriormente, aplicativos que simulem condições para aplicação das três Leis de Newton. Este produto educacional foi aplicado em duas turmas de primeiro ano do ensino médio do CIEP 223 – Olympio Marques dos Santos, cerca de 30 alunos manipularam os aplicativos e resolveram exercícios com auxílio do dispositivo computacional. Outros 30 alunos resolveram, os mesmos exercícios, sem o auxílio dos aplicativos. Obtivemos, para os alunos que usaram o aplicativo, uma melhora em seu rendimento, que nos permite verificar que o aplicativo aproximou o alunado a um processo de ensino/aprendizagem mais alinhado a sua realidade tecnológica atual.

Palavras-chave: Competências, Ensino de Física, Aplicativos, Leis de Newton.

ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA PARA UTILIZAÇÃO DO EXPERIMENTO VIRTUAL DA DUPLA FENDA

RESUMO

A mecânica quântica é uma das áreas da Física que surgiu em meados de 1900 e permanece em desenvolvimento até os dias atuais. Diversos aparatos tecnológicos são consequência deste importante ramo da Física que também contribui com a Medicina, Matemática, Filosofia, Literatura e Biologia. Logo, é imprescindível que o contato com esta ciência ocorra no contexto do ensino médio. Para inserir o estudante no mundo da mecânica quântica, isto é, na física do infinitamente pequeno, o aluno deve abandonar o pensamento clássico e pensar em termos do comportamento quântico e do indeterminismo no processo de medida, isto é, desenvolver a capacidade de abstração. Sendo este, o objetivo deste trabalho. Para tanto, foi escolhido o experimento da dupla fenda que permite trabalhar com a dualidade onda-partícula do elétron e do fóton. Por meio deste experimento, o aluno pode ser inserido paulatinamente numa trajetória rumo a descrição quântica necessária para o exame dos fenômenos subatômicos. A análise

experimental é cuidadosamente realizada com o auxílio de laboratórios virtuais, disponibilizados gratuitamente em sítios eletrônicos, os quais representam um recurso que permite realizar procedimentos experimentais que necessitariam de grande aparato laboratorial. O experimento da dupla fenda é analisado em três etapas, relatadas a seguir: (i) a dupla fenda com partículas clássicas; (ii) a dupla fenda com ondas clássicas e; (iii) a dupla fenda com objetos quânticos como elétrons e fótons. O objetivo é demonstrar o comportamento dual do elétron. Posteriormente, para concluir de forma precisa e justificar o comportamento quântico do elétron é apresentado o princípio da indeterminação de Heisenberg e suas implicações filosóficas. Sendo assim, o objetivo central desta pesquisa é buscar integrar o comportamento quântico, que acontece na escala atômica, principalmente no contexto do ensino médio. Algumas orientações sobre como aplicar este trabalho em outros níveis de ensino aparecem no decorrer do texto e nos apêndices. Apresentando o comportamento dual, onda-partícula, do elétron, a interpretação probabilística e o princípio de incerteza. Acreditamos que o aluno será capaz de compreender um grande número de fenômenos que acontece em escalas que não são do domínio da mecânica clássica quando, em contato com estes temas. Este tema faz parte do conteúdo de física moderna contemporânea que vem sendo abordado em livros textos e vestibulares. Além disso, algumas das novas tecnologias utilizam a física quântica, desde microscópios eletrônicos, nanotecnologia, computação quântica, semicondutores, diodos (incluindo o LED), transistores, computadores, tablets, GPS, satélites, radares, aviões, lasers, scanners de código de barras, sistemas militares de defesa, CD e Blu-Ray players, criptografia, células fotoelétricas, sensores diversos, basicamente, tudo que é eletrônico. Um dos objetivos do trabalho é verificar quais os conhecimentos prévios o corpo discente possui, antes do contato com o conteúdo de física quântica, ou seja, o que faz parte do senso comum sobre este tema. Além disso, pretendemos verificar se o aluno consegue: i) distinguir, no final da aplicação desta pesquisa, que as leis da física em escalas atômicas são diferentes das leis da física clássica, ii) a importância da mecânica quântica na tecnologia e na sociedade.

Palavras chave: Ensino de mecânica quântica, Experimento da dupla fenda, Experimentos virtuais.

ENSINANDO O CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO A PARTIR DO FENÔMENO DO RAIOS

RESUMO

Esta dissertação é o relato do desenvolvimento e da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira, que visa abordar o conceito de campo elétrico em nível de Ensino Médio. Com o intuito de contextualizar o assunto, o ponto de partida da UEPS é o fenômeno do raio, que pela dificuldade em ser reproduzido no laboratório escolar, é trabalhado por meio de objetos educacionais digitais (OED), permitindo que algumas atividades sejam trabalhadas pelos próprios alunos de maneira ativa. Isso os levou a uma motivação maior ao estudar o fenômeno e aprender os conceitos envolvidos. A construção de mapas conceituais pelos alunos de maneira colaborativa possibilitou, também, que os alunos interagissem socialmente, por meio da negociação de significados. O embasamento teórico da UEPS usa, principalmente, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os resultados obtidos apontam

evidências da ocorrência de aprendizagem significativa por parte dos alunos, bem como a aceitação da UEPS em relação às estratégias utilizadas.

Palavras-chave: eletromagnetismo, raio, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), simulação computacional, objetos educacionais digitais (OED), tecnologia da informação e comunicação (TIC), aprendizagem significativa

ATIVIDADE DE DEMONSTRAÇÃO INTERATIVA (ADI): PROBLEMATIZANDO O ESTUDO DA DIFRAÇÃO E DA INTERFERÊNCIA.

RESUMO

Este trabalho relata a produção e o desenvolvimento de uma proposta de sequência didática para o ensino da difração e interferência da luz, em uma abordagem experimental investigativa. Sua principal característica consiste na adaptação da metodologia de Aula de Demonstração Interativa (ADI), visando engajar o estudante em um ambiente de questionamento. Diferentemente de outras abordagens, a presente proposta consiste de uma inovação metodológica ao focar a transposição didática na evolução conceitual do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. Ela foi desenvolvida a partir de uma perspectiva Vygotskyana, favorecendo a interação entre os atores do processo e contribuindo para uma aprendizagem significativa. Foi desenvolvido um aparato experimental simples usando um laser de diodo. O aparato permite a observação da difração da luz em um fio de cabelo. A partir da construção de “conflitos cognitivos”, a sequência didática induz a discussão dos conceitos envolvidos no tópico curricular, sem perder de vista a contextualização e sua aplicação para além do ambiente escolar. Foi utilizado um applet do Physics Education Technology Project - PhET para introduzir os conceitos básicos de ondas e interferência. O objetivo da sequência didática é a construção conceitual e experimental da representação da luz como um fenômeno ondulatório. A temática é relevante, abrindo possibilidades para a introdução de temas de Física Moderna no ensino médio. É uma sequência flexível e adaptável à realidade da comunidade escolar. A proposta foi aplicada em uma escola de ensino médio e a análise dos resultados se deu através da investigação das respostas dos alunos às questões da sequência didática, observação direta do comportamento dos alunos durante a atividade, registros de áudio e do diário de campo, e uma análise quantitativa da percepção dos estudantes através de um questionário de avaliação da sequência didática.

Palavras-chaves: Difração e Interferência da luz, Aprendizagem Significativa, Demonstração Interativa, Física Moderna.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO EFEITO FOTOELÉTRICO.

RESUMO

Nesta pesquisa de abordagem qualitativa, buscou-se construir uma Sequência Didática (SD) que contemplasse um tema da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na perspectiva de uma aprendizagem significativa e contextualizada. O assunto trabalhado foi o Efeito Fotoelétrico e teve como fonte problematizadora o projeto de instalação de quatro usinas fotovoltaicas na cidade de Dracena, cidade onde foi realizada a pesquisa. A sequência didática foi preparada com base na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e de Joseph Novak. A pesquisa foi realizada com um grupo de 37 alunos da terceira série do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de São Paulo, localizada na cidade de Dracena. No desenvolvimento da SD foram utilizadas diferentes metodologias e ferramentas, como a interpretação de texto jornalístico, uso de vídeos e simulações computacionais e manuseio de dispositivos fotovoltaicos. Através de análise de questionários foi possível verificar que os alunos adquiriram novos conhecimentos, que servirão como conhecimentos prévios para continuar a aprendizagem sobre a produção de energia elétrica a partir da energia solar. Observouse que os alunos reconheceram a importância social e ambiental das usinas fotovoltaicas, considerando-a como fonte de energia limpa e renovável que trará inúmeros benefícios à comunidade local. Foi possível inferir que o trabalho com TIC é o preferido pelos alunos.

Palavras chaves: Física Moderna e Contemporânea, Aprendizagem Significativa, Usina Fotovoltaica, Efeito Fotoelétrico.

O USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS COMO RECURSO DIDÁTICO NAS AULAS DE FÍSICA: ANTES OU DEPOIS?

RESUMO

O objetivo principal desta pesquisa foi verificar as contribuições que o uso de um simulador computacional pode proporcionar para a aprendizagem quando utilizado como instrumento de problematização inicial ou como instrumento de aplicação do conhecimento no tema energia elétrica e a conta de luz mensal. A sequência didática utilizada para tal tem como referencial teórico os momentos de aprendizagem propostos por Delizoicov. A metodologia de investigação adotada baseia-se em uma pesquisa qualitativa, apoiada num estudo de caso envolvendo 24 alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública estadual de Guarulhos-SP. Para a realização da pesquisa, os alunos foram divididos em dois grupos: A e B, cada um deles contendo 12 alunos. No caso do grupo A, os alunos utilizaram o simulador como instrumento de problematização inicial, e no grupo B como instrumento de aplicação do conhecimento. Os dados foram coletados por meio de questionários, atividades de investigação sobre uma conta de luz residencial, questões abertas, fechadas e de múltipla escolha. A análise dos dados foi feita por meio de uma ficha de análise dos resultados obtidos. Os resultados sugerem que a utilização do simulador como instrumento de problematização inicial contribui para a

aprendizagem no tema pesquisado da mesma forma quando utilizado como instrumento de aplicação do conhecimento. Nesse contexto é possível afirmar também que a combinação entre simulação computacional e os momentos de aprendizagem de Delizoicov, se mostrou capaz de gerar nos alunos um amadurecimento dos conceitos estudados, além do comprometimento, interesse, bom desempenho, maior autonomia e independência para a realização das atividades. Os resultados indicam que uma parcela significativa de alunos evoluíram na capacidade de levantar hipóteses, trazer conhecimentos prévios sobre o tema e também se posicionar criticamente sobre os assuntos relacionados ao consumo de energia elétrica. Um aspecto comum observado nos dois grupos foi à interação ocorrida entre os alunos, dos alunos com a atividade realizada com o simulador, e também do diálogo constante entre o professor e os alunos acerca das situações apresentadas.

Palavras-chave: Ensino de Física. Momentos pedagógicos de Delizoicov. Simulação Computacional.

LABORATÓRIO DIDÁTICO INVESTIGATIVO: O ENSINO DE FÍSICA COM USO DO ARDUINO

RESUMO

O ensino de Física há muito se tem tornado um grande desafio para a maioria dos docentes da área. Aulas formais sob a ótica de diversos teóricos não têm contribuído para o processo ensino/aprendizagem de modo significativo. Na nossa prática em sala de aula constatamos este grande desafio. Encontramos em Ausubel embasamento teórico que norteia um caminho a seguir em busca da aprendizagem significativa. Neste trabalho propomos uma prática para o ensino de Física com o uso do Laboratório Didático Investigativo (LADIN), com a inserção de uma interface eletrônica, o Arduino, que permite ao educando interagir com o objeto estudado, levando a tecnologia para a sala de aula. No decurso deste trabalho, detalhamos as características do LADIN e do Arduino. Com questões abertas, possibilitamos aos educandos agirem como protagonistas no processo ensino/aprendizagem. Para isso, elaboramos um aparato experimental adaptado ao uso do Arduino que teria como função coletar dados, o que permitiu aos alunos sua manipulação e estudo. Propomos sequências didáticas que foram aplicadas durante o horário regular das aulas para iniciar os alunos no uso e programação do Arduino. Os alunos também puderam efetuar as montagens físicas dos circuitos elétricos. Durante esta investigação foram estudados os conteúdos de Mecânica como movimento uniforme (MU) e movimento uniformemente variado (MUV). Arelados aos conceitos de mecânica como MU e MUV, discutimos durante as aulas os tópicos de Eletrodinâmica como Lei de Ohm e Circuitos Elétricos, do Eletromagnetismo como as características dos ímãs, Lei de Lenz, Corrente de Foucault, Lei de Faraday, conceitos pertinentes ao período letivo destes alunos. Esta sequência didática foi aplicada a alunos do 3o ano do Ensino Médio regular do Colégio Batista de Vila Mariana, São Paulo, SP. A categoria para a análise dos dados utilizada foi a “pesquisa-ação”. Para a coleta dos dados foi aplicada uma avaliação diagnóstica sobre tópicos de Física, análise dos registros do professor, análise dos protocolos gerados pelos alunos como apontamentos em cadernos, relatórios e uma avaliação para comparação, objetivando encontrar possíveis alterações na compreensão dos fenômenos estudados. Nesta investigação constatamos um maior engajamento dos

alunos no processo ensino/aprendizagem. Os conceitos Físicos referentes ao Eletromagnetismo foram pesquisados e apresentados pelos próprios alunos demonstrando a extensão que este método pode alcançar. A afinidade que os alunos possuem com as tecnologias digitais colaboraram com o processo de ensino/aprendizagem rompendo com a apatia normalmente apresentada pelos alunos durante as aulas.

Palavras – chave: Laboratório Didático Investigativo. Arduino. Programação. Aprendizagem Significativa.

ENSINANDO OPERAÇÕES COM GRANDEZAS FÍSICAS VETORIAIS NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

RESUMO

A aprendizagem do aluno obtida somente através da memorização das informações transmitidas pela narrativa do professor, para posterior reprodução na avaliação, mostra que a maneira clássica de ensinar, leva a uma aprendizagem mecânica e não significativa. A proposta deste trabalho é relatar o desenvolvimento e a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A mesma foi elaborada seguindo os passos da UEPS onde, num primeiro momento fez-se o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema vetores através da construção de um mapa mental e, em seguida foi apresentado o conteúdo de vetores de forma mais geral, através de situações-problemas. A partir daí, cada operação com vetores foi abordada de maneira mais específica, visando à diferenciação progressiva e à reconciliação integradora. O desempenho dos alunos se deu pela participação ativa e motivação dos mesmos nas resoluções das situações-problemas, nos debates em sala, nas construções de mapas, nas simulações e na produção de vídeo, ou seja, no uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC). Os conceitos que foram abordados e apresentados de acordo com os passos da UEPS: grandeza escalar, grandeza vetorial, relações trigonométricas no triângulo retângulo, adição vetorial pelos métodos do polígono, do paralelogramo e das componentes, produto de escalar (número real) por um vetor, produto escalar e produto vetorial de dois vetores. A utilização dessa sequência apontou evidências da ocorrência de aprendizagem significativa por parte dos alunos e, com isso, muitas das dificuldades de compreensão dos alunos do Ensino Médio foram superadas, uma vez que agora estão familiarizados com a determinação de algumas grandezas físicas, através de operações com vetores, apresentadas na Geometria Analítica.

Palavras-chave: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS); Operações com vetores; Simulações computacionais; Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC); Aprendizagem Significativa.

APLICAÇÃO DO MÉTODO GRÁFICO DAS COORDENADAS DE PIERRE LUCIE EM UMA AULA DE ENSINO MÉDIO

RESUMO

Esta dissertação apresenta um produto educacional que visa à aplicação do método gráfico das coordenadas criado pelo professor de Física Pierre Henri Lucie em uma aula sobre lentes delgadas esféricas de ensino médio, em alternativa ao método geométrico usado na obtenção da equação dos pontos conjugados. A aula está fundamentada nas teorias da aprendizagem significativa e no uso das tecnologias de informação e comunicação com o intuito de introduzir o tópico de forma mais dinâmica. Através da aplicação de um roteiro para o estudante, revisamos o conteúdo de formação de imagens em uma lente convergente utilizando o banco óptico virtual do aplicativo PhET para conectar o novo conteúdo com elementos já conhecidos pelos estudantes, ou seja, os chamados subsunsores. Na etapa seguinte, os alunos usam o software gratuito GeoGebra ou o papel milimetrado juntamente com os pontos obtidos no PhET e, desta forma, constroem a relação que leva a equação dos pontos conjugados de Gauss através do método gráfico das coordenadas. Como uma etapa complementar, um questionário é utilizado para que o aluno possa demonstrar se o conteúdo foi assimilado através desta atividade. Além disso, o relato das atividades realizadas e o depoimento de um professor mostraram o entusiasmo dos alunos assim como o interesse em utilizar as ferramentas disponibilizadas para concluir o trabalho proposto. Portanto, é possível concluir que o trabalho descrito nesta dissertação não só auxiliou na introdução do tópico, mas também levou a uma melhoria na inserção do assunto em sala de aula.

Palavras-chave: ensino de física, método gráfico das coordenadas, equação dos pontos conjugados.

FÍSICA NO FUTEBOL: OBJETO DE APRENDIZAGEM GAMIFICADO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM MÍDIAS DIGITAIS POR MEIO DO ESPORTE A PARTIR DO EDUTRETENIMENTO

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de Objeto de Aprendizagem (OA) gamificado para servir de apoio ao Ensino de Ciências, especificamente ao ensino da Física Mecânica. A dinâmica de uma ação no futebol foi utilizada para exemplificar conceitos da Física Mecânica, onde o aprendiz poderá interagir com o OA, interferindo nas variáveis da Física e alterando a trajetória da bola. O recurso da gamificação implementado nesse OA, por meio de mecânica, estética e pensamento de games, tem como intuito engajar o aprendiz, motivar a ação e promover consequentemente a aprendizagem da Física Mecânica. A simulação da realidade produzida em animação digital e distribuída pelas mídias digitais nos processos de ensino-aprendizagem torna-se um suporte ao aluno na formação do seu desenvolvimento cognitivo. O propósito do trabalho é propor uma solução de aprendizagem por meio do edutretenimento, aproximando conceitos e fórmulas da realidade cotidiana do aluno.

Dessa forma, aproximando o Ensino de Ciências da realidade do aluno, espera-se formar cidadãos mais críticos e reflexivos diante das implicações sociais e éticas, onde a importância do trabalho científico juntamente com aspectos tecnológicos poderão contribuir para melhoria de vida da sociedade.

Palavras-chave: Gamificação. Ensino de Ciências. Objetos de Aprendizagem. Edutretenimento. Animação Digital.

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA COM O USO DO SOFTWARE ASTRO 3D

RESUMO

A observação dos corpos e fenômenos celestes desperta a atenção dos seres humanos desde os primórdios da humanidade. Da curiosidade sobre os seus movimentos e comportamentos na esfera celeste surgiram as teorias científicas que buscam as explicações sobre as ocorrências dos fenômenos astronômicos, sobre a existência de outros corpos celestes e sobre a origem do universo. Deste modo, o estudo dos fenômenos celestes contribui para o desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento. Entretanto, o ensino de Astronomia ainda é incipiente, e deveras ausente na maioria das escolas do país. Dentre as diversas explicações para essa situação está a falta de material didático adequado. Diante dessa realidade, nessa dissertação apresentamos uma sequência didática para o ensino de Astronomia que foi desenvolvida tendo como referência a utilização do software Astro 3D. Esse software, desenvolvido em parceria com o Laboratório de Tecnologia Educacional da UNIFAL-MG, é um simulador dos movimentos dos astros nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico. Com ele é possível simular fenômenos astronômicos em escalas de tempo curtas e longas. Para desenvolver esse trabalho o referencial teórico escolhido foi os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti. Eles foram utilizados durante a aplicação de uma sequência didática, com cinco temas astronômicos, escolhidos de acordo com o catálogo de concepções alternativas de Langhi. Para aplicar a sequência didática o Astro 3D foi utilizado como o principal recurso pedagógico. Esse trabalho foi desenvolvido com 25 alunos de uma turma do 1º ano do ensino médio de uma escola pública de Minas Gerais. Após aplicar a sequência didática os alunos desenvolveram uma atividade na sala de informática e responderam um questionário diagnóstico. A partir da análise qualitativa das respostas dos alunos no questionário e das respostas da atividade na sala de informática, observamos que o Astro 3D, junto com a metodologia acima descrita, é um recurso didático que contribui para a aprendizagem de conceitos astronômicos e também na desconstrução de concepções alternativas a respeito de diversos fenômenos astronômicos.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Sequência didática. Software educacional.

Ensinando cinemática através da análise de movimentos em vídeos de captura de games

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma atividade de ensino centrada no aluno para tópicos de cinemática, utilizando Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e o game Angry Birds como motivador do engajamento do aluno no processo de aprendizagem. Em nosso projeto, conduzido no Colégio Estadual Conde Pereira Carneiro, em Angra dos Reis, RJ, os alunos cumpriram atividades de recuperação escolar em aulas vagas do próprio turno de presença, onde, capturando uma sessão de jogo de Angry Birds em vídeo, posteriormente analisavam os movimentos nele contidos no software Tracker. Com isso, trabalharam-se todos os conceitos fundamentais da cinemática, como posição, deslocamento, velocidade e aceleração, além de tópicos da cinemática, como movimento uniforme, acelerado e de projéteis. Os resultados sugerem que este tipo de atividade é efetiva em promover uma maior aproximação do aluno à disciplina de Física, proporcionando engajamento e estimulando autonomia e independência no aprendizado do estudante, qualidades desejáveis em qualquer metodologia de ensino.

Palavras-chave: Games na sala de aula, Ensino médio, Cinemática, Análise de movimento em vídeos, Angry Birds, Tracker.

Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para a eletrodinâmica

RESUMO

As tecnologias digitais de informação e comunicação têm sido alvo de muitas controvérsias no ambiente escolar nos últimos anos. De um lado professores, coordenadores e diretores, muitas vezes despreparados para lidar com a avalanche tecnológica que sufoca o processo ensino-aprendizagem. Do outro, alunos cada vez mais conectados e deslumbrados com seus smartphones que disponibilizam inúmeras oportunidades de acesso à informação e à comunicação. Esta pesquisa busca discutir e vivenciar este embate através de uma sequência didática estruturada para utilização do smartphone em sala de aula, visando a aprendizagem significativa de conteúdos da Física. Para tanto, estruturamos um aplicativo utilizando a plataforma MIT App Inventor, onde abordamos os conteúdos da eletrodinâmica. A elaboração dos instrumentos anteriores foi embasada por dados levantados através da aplicação de questionários, sendo que estes, tiveram como referencial teórico a Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

PALAVRAS CHAVE: Tecnologias digitais de informação e comunicação, Aprendizagem significativa, Smartphone.

PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA ROBÓTICA PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA

RESUMO

O ensino de Física, praticado na maioria de nossas escolas, é normalmente descrito pelas pesquisas como sendo desinteressante, extremamente idealizado, sem contextualização, muito abstrato, em que os alunos assumem uma posição passiva diante do processo de aprendizagem. Muitos trabalhos de pesquisa têm destacado a importância da experimentação no Ensino de Física como um instrumento importante, não apenas para a aprendizagem de conceitos como também para desencadear motivação nos estudantes, além de discutir a natureza da Ciência e do fazer científico, dando maior protagonismo aos alunos no processo de construção do conhecimento e, também, contribuindo para o desenvolvimento de um cidadão consciente da realidade em que vive, sendo capaz de participar dela, tomando decisões socialmente responsáveis. Atualmente, a modernidade traz uma realidade cada vez mais modificada e transformada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, de tal forma que grande parte das interações que mantemos e muitas soluções para os problemas do cotidiano têm sido mediatizadas. Contudo, em sala de aula, o uso desses recursos não ocorre ou é pouco explorado. Não se trata de utilizar tais ferramentas apenas por conta de um modismo pedagógico ou como ferramenta apenas para dinamizar as estratégias pedagógicas, mas, fundamentalmente, de trazer para o cotidiano do ensino e do processo de aprendizagem uma realidade que está no dia a dia dos alunos. Permitir que o estudante apreenda a realidade em que vive é tarefa importante da educação, pois ao contrário estaremos relegando os estudantes a uma vivência alienada diante das inovações tecnológicas de nosso tempo. A robótica, por exemplo, é uma área da tecnologia que engloba a eletrônica, a mecânica e a computação, que vem sendo cada vez mais explorada em nossa sociedade: está presente em situações que envolvem desde explorações espaciais, até no funcionamento de um automóvel ou de uma máquina de lavar louças. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver e aplicar uma plataforma robótica de baixo custo para o ensino de cinemática. Nossa intenção é possibilitar o desenvolvimento de atividades experimentais utilizando para isso os recursos mais modernos das Novas Tecnologias de informação e comunicação.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Ensino de Física, Robótica educacional.

UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA, NA ÁREA DA TERMOLOGIA

RESUMO

Neste trabalho apresentamos a criação de um servidor web, e com ele utilizamos um site off-line para disponibilizar simulações computacionais para o ensino de Física, na área da Termologia. A área escolhida é devido ao conteúdo lecionado na turma do 2º Ano do ensino médio da Escola Estadual Dr. Emílio Silveira, na cidade de Alfenas-MG. Visto que utilizaríamos as simulações computacionais em um laboratório de informática como aulas práticas, foram elaborados alguns roteiros de aulas práticas para as simulações

computacionais aplicadas. Os roteiros das aulas práticas foram elaborados tomando por base a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. As simulações computacionais utilizadas neste trabalho foram desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado, elas estão disponíveis gratuitamente e on-line.

Palavras-chave: Ensino de Física. Termologia. Simulações computacionais.

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS: AUTORIA E INTERAÇÕES EM UMA PROPOSTA EDUCATIVA EXPLORANDO O TEMA ENERGIA

RESUMO

O Ensino de Ciências para crianças faz-se necessário desde o início da infância, de modo a oferecer às crianças acesso à cultura científica e a formas variadas de leitura de mundo. Isto é possível por meio de um trabalho diversificado e com vivências concretas, podendo ser potencializadas pelo uso das tecnologias digitais. O potencial pedagógico das novas tecnologias, apesar de ser reconhecido, ainda carece de aprofundamento nas práticas pedagógicas, havendo a necessidade de ser integrado ao currículo. O letramento midiático favorece a transformação das informações adquiridas em novos conhecimentos, propiciando um Ensino de Ciências que vá além das práticas que reproduzem um ensino tradicional e meramente receptivo. Essa relação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) com o currículo pode se tornar muito significativa quando aliada à aprendizagem dos conteúdos de Ciências, dentro de uma abordagem que considere as múltiplas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Diante dessa problemática, desenvolveu-se uma pesquisa de intervenção que teve por objetivo geral desenvolver uma ação pedagógica em Ensino de Ciências, com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, visando a produção de jogos digitais com autoria dos próprios estudantes. Para isso, buscou-se fundamentação em abordagens CTSA, propiciando aos estudantes subsídios para uma leitura mais crítica do mundo em que vivem. Foi elaborada e desenvolvida uma sequência didática sobre o tema energia com uma turma de 22 alunos do 5º ano de uma escola pública na Grande São Paulo. Neste contexto, levantou-se a seguinte questão de pesquisa: Projetos que envolvem exploração e programação de jogos digitais podem favorecer o aprendizado na área de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental? Os dados foram analisados a partir das seguintes categorias constituídas a posteriori: apropriação da linguagem, exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências e de temas socioambientais, interação com a tecnologia e as relações interpessoais. A temática escolhida para esta investigação envolveu o conteúdo de energia e o uso do Scratch para programação dos jogos digitais, por se tratar de um ambiente de programação próprio para crianças, além da utilização de placas de prototipagem e outros recursos de interação física. As análises revelaram indícios de que a sequência didática favoreceu a aprendizagem dos conteúdos de Ciências, bem como suas interações com aspectos da Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Observamos essas aprendizagens a partir da melhoria na interação e no relacionamento interpessoal nos trabalhos em grupo, avanço dos conhecimentos prévios em direção aos conhecimentos científicos, aquisição de vocabulário, influência do contexto didático no avanço dos alunos para formação dos conhecimentos científicos e tomada de decisões. Os alunos

envolveram-se em ações que favoreceram tanto o letramento científico, quanto o letramento digital, reconhecendo-se como produtores de jogos, ricos em contexto e propostas atrativas e significativas.

Palavras-chave: ensino de ciências; jogos digitais; CTSA; ensino fundamental; energia.

CRIAÇÃO E USO DE MATERIAL INSTRUCCIONAL DIGITAL MULTIMÍDIA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO MÉDIO

RESUMO

O principal objetivo dessa Dissertação é avaliar o efeito, na aprendizagem, de textos com recursos de vídeos integrados, uma aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na sala de aula. Pesquisar os efeitos de tais formatos de texto justifica-se pelo fato de as mídias digitais estarem presentes no cotidiano dos jovens, que são o público alvo do estudo. Pesquisar formas alternativas de mídias educacionais pode representar avanços no processo de ensino e aprendizagem ao tornar mais evidentes quais as melhores formas de utilização desses. Para tanto foi produzido um texto sobre a formação do sistema solar e a energia de fusão nuclear do Sol, em formato EPUB3, o que possibilita qualquer pessoa o acessar nas principais plataformas digitais, com o auxílio de um leitor de ebooks. O mesmo material foi utilizado em dois momentos diferentes com os alunos: no primeiro, usamos um texto em formato tradicional, com imagens estáticas. No segundo momento, o mesmo texto escrito foi apresentado aos alunos, mas desta vez com vídeos substituindo algumas das imagens estáticas do primeiro, contendo animações referentes às imagens estáticas que substituíram. Antes e após a aplicação dos dois materiais, foi aplicado um questionário com perguntas referentes ao texto e aos vídeos. A análise dos questionários e opinião dos alunos participantes mostra uma melhora na aprendizagem e desempenho nos testes e sugere que vídeos em materiais digitais têm forte potencial para facilitar o aprendizado de conceitos físicos bastante abstratos e normalmente distantes do cotidiano dos alunos.

Palavras-chave: Sistema solar, Fusão nuclear, TICs na sala de aula, Ensino médio, Astronomia, Vídeos instrucionais, Materiais digitais multimídia, EPUB3, Ebooks.

QUIZ COMPUTACIONAL: ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM RECURSO DIDÁTICO TECNOLÓGICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO/APRENDIZAGEM

RESUMO

Os jovens de hoje usam a tecnologia com extrema facilidade. O uso desse recurso tecnológico, que faz parte do cotidiano dos estudantes, e desafia os professores em aplicá-lo em sua prática pedagógica. A questão que se levanta no meio educacional é se o professor em sala pode competir com esse recurso. Talvez, o professor não precise

competir, mas sim aliar-se a essa ferramenta tecnológica, como sugere os PCNs e a LDB. Neste trabalho, foram aplicados dois quizzes computacionais diagnósticos buscando conhecer o que alunos e professores acham sobre a utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) em sala, no ano de 2016. Percebeu-se pela análise das respostas dadas aos quizzes que a (TIC) é pouco utilizadas nas salas. Além disso, observou-se que os docentes e discentes consideram-nas um importante recurso didático na contribuição da melhoria do ensino/aprendizagem, e que a falta de recurso didático como, por exemplo, materiais de apoio ao professor e a falta de estrutura das escolas tem sido alguns dos obstáculos para o seu uso. Desse modo, foram elaboradas uma sequência de 4 aulas com o tema Eletricidade, para o 3º ano do ensino médio do Colégio Estadual Lauro Corrêa (CELC), a qual foi aplicadas no 2º bimestre de 2017. Visando auxiliar o processo ensino/aprendizagem nessas aulas foram elaborados quizzes computacionais, a saber: a) um quiz computacional de conhecimento prévio dos alunos; b) um quiz computacional de exercícios e c) um quiz computacional de avaliação de aprendizado. Ressaltamos que a elaboração da aula e dos quizzes foram inspirados nas teorias de aprendizagem de Marco Antonio Moreira, Ausubel e nos trabalhos de Roediger, que diz que essa ferramenta instrucional tem uma contribuição importante para o processo de aprendizagem. Percebeu-se pelo quiz de conhecimento prévio: a) evidenciou os obstáculos que surgem para a aprendizagem dos alunos e b) contribui na aplicação da aula do professor. Nesse sentido as aulas já elaboradas foram executadas considerando essas questões. Já o quiz de exercícios foi utilizado pelos alunos como uma ferramenta pedagógica que foi disponibilizado na internet durante o período de uma semana. A percepção do aprendizado foi feita através da observação de discussões nas aulas e da análise do desempenho dos alunos do 1º e 2º bimestre de 2017 e de uma turma do noturno que não utilizou a metodologia. O aprendizado também foi percebido através do quiz computacional avaliativo. Observamos uma melhora no desempenho da turma que utilizou os quizzes. Finalmente, foi elaborado um quiz computacional de avaliação do material para saber o que os alunos acharam dos quizzes, da metodologia e de suas motivações para a aprendizagem, o qual foi aplicado no ano de 2017. Desses alunos 82% aprovaram o material de apoio e 91% avaliaram positivamente o trabalho. Então, é possível observar que os quizzes podem ser uma ferramenta pedagógica importante para o processo de ensino/aprendizagem, por ser uma tecnologia de informação e comunicação contemporânea dos nossos alunos.

Palavras Chave: Ciência; Ensino; Física; Quiz e TICs

O USO DO SIMULADOR PhET COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ONDAS NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

RESUMO

A presente dissertação relata a implementação de um produto educacional com uma proposta didática para alunos do 9º ano do ensino fundamental fundamentada em estudos que mostram a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) como uma ferramenta de apoio pedagógico, com destaque para o estudo de simulações, que facilitam a visualização e a compreensão de diversos fenômenos físicos, estimulando o interesse do aluno pela Física e tornando o processo de ensino/aprendizagem mais produtivo. Sendo assim, nosso produto educacional tem como ponto alto, o uso do

simulador PhET, apresentado pela Universidade do Colorado, para o qual criamos um roteiro de atividades para o ensino de ondas, com uma série de atividades propostas para os alunos, facilitando o entendimento de cada conteúdo abordado, e com um guia de utilização para Professores mostrando o passo a passo de seu funcionamento. Para o planejamento e a implementação das atividades foi considerada a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. A proposta didática foi realizada em seis encontros consecutivos cada um com cinquenta minutos de duração e os resultados revelaram que os alunos classificaram a simulação como uma boa forma de apresentar o conteúdo e dessa maneira, o uso de TIC's como simulações se estabelece no sentido de um ensino mais atraente e construtivo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Simulador PhET, Aprendizagem Significativa, Ondas.

A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE MOODLE COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO APRIMORAMENTO DO ENSINO DE FÍSICA

RESUMO

Geralmente a carga horária da disciplina de Física no Ensino Médio não é suficiente para desenvolver atividades lúdicas que possibilitem ao aluno um entendimento mais profundo acerca dos conteúdos ministrados, juntamente com a realização de exercícios para a fixação das informações, validação dos conceitos físicos através de experimentos práticos e principalmente troca de experiências com os colegas para que a construção do conhecimento seja realizada de uma maneira mais eficaz. Seria possível empregar as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) no Ensino de Física como ferramentas auxiliares de forma que os alunos possam trabalhar a aprendizagem colaborativamente através do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle? O presente estudo objetiva sugerir uma proposta de ensino voltada para a utilização deste ambiente, na modalidade Blended Learning, em busca de melhorias na qualidade do ensino de Física para o Ensino Médio, no sentido de mostrar aplicações práticas dos conceitos teóricos abordados e contribuir para uma mudança no processo de ensino-aprendizagem, através da colaboração entre pares, utilizando o ciberespaço como ferramenta aliada na construção de conhecimentos. O referencial teórico é sustentado por duas teorias: a teoria sociointeracionista de Vigotski, tendo em vista o valor dado à interação entre pares no AVA Moodle, através da comunicação síncrona e assíncrona e a teoria dialógica de Bakhtin, uma vez que a interação se dá através da linguagem, do discurso dos sujeitos em gêneros diferenciados. O produto educacional é uma sequência didática elaborada no Moodle sobre conteúdos da unidade de Termologia, a nível de Ensino Médio, sendo parte das atividades conduzidas presencialmente e a outra parte à distância, para alunos de um curso de capacitação da Marinha, em caráter experimental. Dificuldades e ganhos de aprendizagem colaborativa serão comentados.

Palavras-chave: Tecnologia. Interação. Colaboração. Ensino de Física.