

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**O ENSINO DE FÍSICA VIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: UM ESTUDO  
À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO**

**TERRIMAR IGNÁCIO PASQUALETTO**

**Porto Alegre**

**2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**O ENSINO DE FÍSICA VIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: UM ESTUDO  
À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO**

**TERRIMAR IGNÁCIO PASQUALETTO**

Tese realizada sob a orientação dos professores Dra. Eliane Angela Veit e Dr. Ives Solano Araujo, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ensino de Física.

**Porto Alegre**

**2018**

## **Dedicatória**

À minha amada esposa Ana Flávia;  
Aos meus dedicados pais Eni e Neodite;

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que como criador e mantenedor da vida, diariamente renova minhas forças e me dá sabedoria para enfrentar os desafios que se apresentam e desfrutar da felicidade de superá-los;

Aos professores Eliane e Ives pela dedicada e competente orientação, pela paciência, confiança e disposição em ajudar, mas de forma especial pelo exemplo de dedicação e dignidade;

À professora Neusa pelas sugestões, comentários e incentivos ao longo dos seminários de grupo, pelo carinho nas conversas, mas principalmente pelo exemplo de humanidade que representa;

Aos professores Moreira, Lang, Leonardo, Fernanda, Ziebell, Rizzato, Dimiter e Rafael pelos precisos ensinamentos ao longo desta etapa de minha formação;

Aos meus pais Eni e Neodite por todo o amor, dedicação, esforço e sacrifício dedicado a mim e à minha formação e por, desta forma, me ensinarem na prática o valor da educação;

À minha esposa pela paciência, pelos conselhos, pelo acolhimento nos momentos de angústias, mas, principalmente, pelo amor demonstrado dia após dia nesses últimos anos;

À minha irmã pelas conversas, risadas, mas principalmente pela parceria de toda uma vida;

Aos colegas Renato, Tobias, Felipe Selau, Vagner, Cláudio, Maycon, Djonathan, Nelson, Paulo Rebeque, Felipe Carvalho, Alexandre, Lisiane, Charles, André, Josiane, Elkin, Nathan, Laís, Estevão, Mara, Greivin, Leonardo, Daniel e Matheus pelos incontáveis momentos de conversas, trocas de ideias e estudo;

A toda a equipe do Centro de Tecnologia Acadêmica da UFRGS, pelo acolhimento e receptividade durante meu estágio em laboratório de pesquisa;

Aos professores participantes da pesquisa por dedicarem seu tempo e esforços em prol deste trabalho e do IFRS Campus Osório;

Aos alunos que voluntariamente atuaram como sujeitos desta pesquisa e renovaram em mim o orgulho pela profissão que escolhi;

Ao IFRS Campus Osório pela confiança em mim depositada através da concessão de licença para capacitação que possibilitou a realização desta tese.

# Sumário

<b>Capítulo 1 – Introdução</b> .....	11
<b>Capítulo 2 – Revisão da Literatura</b> .....	19
2.1 - Metodologia.....	19
2.2 - Qual o perfil da produção acadêmica a respeito da ABP no contexto do Ensino de Física? .....	22
2.3 - Quais as principais concepções e orientações metodológicas acerca da ABP? .....	25
2.4 - Quais os referenciais teóricos de aprendizagem e as metodologias de pesquisa associadas com a ABP? .....	29
2.5 - Comentários sobre esta revisão da literatura .....	34
2.6 - Percursos de Estudo e Pesquisa .....	36
<b>Capítulo 3 – Referencial Teórico: Teoria Antropológica do Didático</b> .....	45
3.1 - A noção de praxeologia .....	45
3.2 - Tarefas (t), Tipos de Tarefas (T) e Gênero de Tarefas .....	45
3.3 - Técnica ( $\tau$ ).....	47
3.4 - Tecnologia ( $\theta$ ) .....	48
3.5 - Teoria ( $\Theta$ ).....	49
3.6 - Os Momentos Didáticos .....	49
3.7 - As três dimensões de um problema didático .....	54
3.8 - A Transposição Didática.....	55
<b>Capítulo 4 – Metodologia de Pesquisa</b> .....	59
4.1 - Estudo Teórico .....	59
4.2 - Estudo Empírico .....	61
4.2.1 - Estudo de Caso na Acepção de Robert Stake.....	62
4.2.2 - Delineamento do Estudo Empírico .....	64
<b>Capítulo 5 – Estudo Teórico: Análise praxeológica da Proposta de ABP de Bender</b> .....	67
5.1 - Seleção das Propostas de ABP para Análise .....	67
5.2 - Análise Praxeológica da proposta de ABP de Bender.....	69
5.3 - Coerência Didático-Epistemológica .....	84
<b>Capítulo 6 – Estudo Empírico</b> .....	89
6.1 - Contexto .....	89
6.2 - Perfil dos docentes envolvidos .....	91
6.3 - Objetivos e delineamento do estudo .....	92
6.4 - Questão 1: Qual a pedagogia dominante nas aulas de Física e quais as principais características dessa pedagogia?.....	97

6.5 - Questão 2: Como ocorreu o processo de transposição externa da ABP de Bender no contexto da instituição e quais fatores se mostraram mais relevantes nesse processo? .....	113
6.6 - Questão 3: De que forma se desenvolveu o processo de transposição interna da ABP no âmbito da disciplina de Física, que alterações ocorrem ao longo de seu desenvolvimento em relação ao período de transposição interna e quais fatores condicionam e/ou influenciam essas modificações? .....	128
6.7 - Questão 4: Em que níveis da escala de codeterminação estão estabelecidos as condições e restrições das duas etapas de transposição? .....	140
6.8 - Questão 5. Como as restrições poderiam ser superadas e as condições vantajosas incentivadas a fim de favorecer o Ensino de Física através da ABP? .....	152
<b>Capítulo 7 – Considerações Finais</b> .....	161
<b>Referências</b> .....	169
<b>Apêndice A: Trajetória histórica da ABP</b> .....	177
<b>Apêndice B: Roteiro da entrevista inicial com a professora de Física</b> .....	181
<b>Apêndice C: Roteiro da entrevista final com a professora de Física</b> .....	183
<b>Apêndice D: Roteiro da entrevista final com os estudantes</b> .....	187
<b>Apêndice E: Exemplo de narrativa elaborada pelo pesquisador descrevendo os encontros com os professores</b> .....	189
<b>Apêndice F: Exemplo de narrativa elaborada pelo pesquisador descrevendo aulas anteriores à implementação da ABP</b> .....	195
<b>Apêndice G: Relato sucinto do projeto desenvolvido pela professora de Física</b> .....	201
<b>Apêndice H: Análise praxeológica da proposta de ABP planejada tomada a partir do <i>topos</i> do professor</b> .....	203
<b>Apêndice I: Termos de consentimento assinado pelos participantes da pesquisa</b> .....	209
<b>Anexo 1: Projeto do Corte de Cedros</b> .....	213
<b>Anexo 2: Diretrizes e exemplo de avaliação de colegas apresentadas por Bender (2014)</b> .....	215
<b>Anexo 3: <i>Webquests</i> sobre fontes de energia e aerogeradores</b> .....	217
<b>Anexo 4: Lista de exercícios sobre Campo e Potencial Elétrico</b> .....	221
<b>Anexo 5: Avaliação sobre Força, Campo e Potencial Elétrico</b> .....	225
<b>Anexo 6: Texto “<i>What does it take for a project to be “authentic”?</i>” (Buck Institute for Education, 2012)</b> .....	227
<b>Anexo 7: Guia de planejamento inicial da equipe</b> .....	231
<b>Anexo 8: Guia de autoavaliação e de avaliação do projeto do Aerogerador</b> .....	233

## Lista de Quadros

Quadro 2.1: Lista de Periódicos e bancos de dados consultados, e idioma(s) usado(s) na pesquisa..	20
Quadro 2.2: Classificação dos artigos quanto à sua natureza e nível de ensino.	22
Quadro 2.3: Denominações usadas no trabalho educacional com projetos.	23
Quadro 2.4: Artigos organizados conforme as concepções e orientações metodológicas citadas.	26
Quadro 2.5: Referencial de aprendizagem citado em cada artigo desta revisão.	30
Quadro 2.6: Metodologia de pesquisa e instrumentos de coleta de dados das pesquisas.	33
Quadro 5.1: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>1</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	72
Quadro 5.2: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>2</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	75
Quadro 5.3: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>3</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	77
Quadro 5.4: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>4</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	79
Quadro 5.5: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>5</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	80
Quadro 5.6: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>6</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	81
Quadro 5.7: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>7</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	82
Quadro 5.8: Análise praxeológica do tipo de tarefa T <sub>8</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no <i>topos</i> docente.	83
Quadro 6.1: Questões gerais de pesquisa do estudo empírico e seu desdobramento em questões específicas.	93
Quadro 6.2: Cronograma geral do estudo.	94
Quadro 6.3: Detalhamento dos encontros ocorridos na primeira etapa do estudo empírico.	94
Quadro 6.4: Cronograma dos períodos de observações da turma.	96
Quadro 6.5: Distribuição percentual do tempo das aulas 1 e 2 da Etapa 2 do estudo empírico.	104
Quadro 6.6: Condições e restrições das etapas de transposição externa e interna da ABP de Bender distribuídos de acordo com a escala de codeterminação da TAD.	149

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Exemplo de mapeamento realizado por Hansen e Winslow (2011) .....	41
Figura 3.1: Esquema explicativo da Transposição Didática. ....	56
Figura 6.1: Fachada do IFRS Campus Osório. ....	90
Figura 6.2: Pátio interno do IFRS Campus Osório. ....	90
Figura 6.3: Laboratório de Informática do IFRS Campus Osório em que foram realizadas algumas atividades durante a iniciativa de ABP. ....	90
Figura 6.4: Laboratório de Física do IFRS Campus Osório em que foram realizadas algumas atividades durante a iniciativa de ABP. ....	90
Figura 6.5: Área de estudo da Biblioteca do IFRS Campus Osório. ....	90
Figura 6.6: Mapa da região de atuação do Campus Osório obtido via Google Maps. ....	90
Figura 6.7: Gráfico mostrando o panorama de utilização do tempo da aula 1. ....	103
Figura 6.8: Gráfico mostrando o panorama de utilização do tempo da aula 2. ....	103
Figura 6.9: Parte do resumo sobre diferença de potencial apresentado na Aula 2. ....	106
Figura 6.10: Parte do resumo sobre diferença de potencial apresentado pela professora na Aula 2. ....	106
Figura 6.11: Resumo sobre o trabalho da força elétrica em uma região com campo elétrico constante. ....	107
Figura 6.12: Resolução do exercício exemplar sobre potencial elétrico. ....	108
Figura 6.13: Escala de codeterminação proposta por Chevallard (2002). ....	141



## Resumo

As investigações sobre como tornar o ensino centrado nos estudantes e envolvê-los ativamente no processo de ensino-aprendizagem têm recebido especial atenção em pesquisas da área de ensino de Ciências nos últimos anos. Uma considerável parcela delas se dedica a medir e comparar a efetividade de diferentes metodologias de ensino, sem necessariamente se preocupar com as nuances e fatores de influência que permeiam o seu processo de implementação. Apesar disso, entender em profundidade as diferentes etapas da implantação de uma metodologia de ensino parece tão importante quanto conhecer sua efetividade. Por meio desse conhecimento, é possível identificar condições necessárias e restrições a serem superadas em prol da adoção da metodologia, desenvolver estratégias para sua adoção e difusão, bem como evitar distorções que deturpem os princípios da metodologia. Em função disso, esta pesquisa buscou acompanhar, no contexto de um Instituto Federal, o processo de transposição praxeológica da metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) para a disciplina de Física do Ensino Médio. Foram identificados os fatores que condicionaram ou restringiram seu desenvolvimento, as adaptações realizadas na metodologia ao longo de sua implementação e as condições que necessitam serem estabelecidas para que a metodologia possa sobreviver nesse ambiente. Para isso, foram desenvolvidos um estudo teórico amparado pela Teoria Antropológica do Didático (TAD) e um estudo de caso inspirado nas orientações metodológicas de Robert Stake e embasado pela TAD. O estudo teórico permitiu a seleção da proposta de ABP de Bender dentre outras identificadas na revisão da literatura, o exame de suas concepções e orientações metodológicas por meio de uma análise praxeológica, o estabelecimento de um Modelo Epistemológico de Referência sobre a ABP e a caracterização da ABP de Bender como uma alternativa a problemas, como o monumentalismo e o aplicacionismo, entre outros apontados pela TAD. Os resultados do estudo teórico subsidiaram a realização de um estudo de caso que acompanhou uma professora de Física interessada em implementar uma iniciativa de ABP, desde seu primeiro contato com a metodologia até a execução da iniciativa em suas aulas. Tomando o processo de transposição praxeológica da ABP como uma transposição de um corpo de conhecimento entre contextos distintos, a investigação analisou individualmente tanto a fase de transposição externa (contato inicial com a ABP e planejamento da iniciativa) quanto a de transposição interna (execução da proposta planejada). As análises comparativas entre a proposta de Bender e a proposta planejada e, dessa última, com as ações efetivamente executadas, apontaram uma série de modificações na metodologia proposta por Bender. Essas modificações foram motivadas fundamentalmente por fatores como crenças da docente, características da pedagogia dominante, infraestrutura do estabelecimento de ensino e tempo disponível para execução do projeto. A partir dessas constatações, foram sugeridas ações que podem colaborar com a implementação e disseminação da ABP, bem como com a superação de restrições ao seu estabelecimento: valorização do trabalho dos professores inovadores, desenvolvimento de iniciativas de ABP multi/interdisciplinares, manutenção da estrutura existente e criação de espaços de criativos nos moldes de FabLabs, proposição de oficinas que tratem do trabalho colaborativo e da avaliação formativa, entre outras.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino de Física, Teoria Antropológica do Didático, Inovação Didática, Metodologias Ativas de Ensino.

## Abstract

Research on how to make student-centered teaching, and how to actively involve them in the teaching-learning process, has received special attention in research in the area of science education in recent years. A considerable number of papers are dedicated to measuring and comparing the effectiveness of different teaching methodologies, without necessarily worrying about the nuances and influence factors that permeate their implementation process. In spite of this, understanding in depth the different stages of the implementation of a teaching methodology seems as important as knowing its effectiveness. Through this knowledge, it is possible to identify necessary conditions and constraints to overcome in favor of adopting the methodology, developing strategies for its adoption and diffusion, as well as avoiding distortions on the principles of the methodology. As a result, this research sought to follow, in the context of a Federal Institute, the process of institutionalization of the methodology Project-Based Learning (PBL) in high school physics. The factors that conditioned or restricted its development, the adaptations made in the methodology during its implementation and the conditions needed for the methodology survive in this kind of environment were identified. A theoretical study supported by the Anthropological Theory of the Didactic (ATD) was developed. This framework was also used to guide an empirical case study, inspired by the methodological orientations of Robert Stake too. The theoretical study allowed: the selection of Bender's PBL proposal among others identified in the literature review; the examination of its conceptions and methodological orientations through a praxeological analysis; the establishment of an Epistemological Model of Reference on PBL; and the characterization of the Bender's PBL as an alternative to problems, such as “monumentalism” and “applicationism”, among others pointed out by ATD. The results achieved supported the accomplishment of a case study that accompanied a physics teacher interested in implementing an PBL initiative, from her first contact with the methodology to the execution of the initiative in her classes. Taking the PBL institutionalization process as a transposition of a body of knowledge between different contexts, the research individually analyzed both the external transposition phase (initial contact with the PBL and planning the initiative) and the internal transposition phase (implementation of the planned proposal). The comparative analysis between Bender's proposal and the planned proposal, and also the latter with the actions actually carried out, pointed to a series of modifications in the methodology originally proposed by Bender. These changes were fundamentally motivated by factors such as the teacher's beliefs, characteristics of the dominant pedagogy, the infrastructure of the school and the time available for the execution of the project. Based on these findings, actions were suggested to contribute to the implementation and dissemination of the PBL as: valuing the work of innovative teachers; developing multi/interdisciplinary PBL initiatives; maintaining existing structure and creation of creative spaces in the form of FabLabs; proposing workshops that deal with collaborative work; and formative evaluation, among other things.

**Keywords:** Project-Based Learning, Physics Education, Anthropological Theory of the Didactic, Didactic Innovation, Active Teaching Strategies.

## Capítulo 1 – Introdução

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica foi instituída em 29 de dezembro de 2008 por meio da Lei 11.892 que definiu a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Sua origem se deu a partir da transformação e/ou integração de instituições já existentes tais como as Escolas Técnicas Federais, os Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) e de Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais.

Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, denominados costumeiramente por Institutos Federais, IFs ou IFETs, foram criados com status de Universidade no que concerne à regulação, avaliação e supervisão, mas com finalidades e características específicas. Entre essas especificidades está a oferta de educação profissional técnica de nível médio, de nível superior com foco em licenciaturas e cursos de características tecnológicas, a atuação na formação inicial e continuada de trabalhadores, entre outras finalidades e características definidas pela citada lei.

Atuando sobre o tripé “ensino, pesquisa e extensão” têm como alguns de seus objetivos integrar Ciência e Tecnologia às suas práticas cotidianas. Como apontam Pacheco, Augusto e Pereira, (2010, p. 84): “A articulação desses três elementos [ensino, ciência e tecnologia], se assim vier a se concretizar, pode constituir-se no núcleo duro estruturante da identidade dessas novas instituições e de seus agentes.” E, ainda, promover igualdade social por meio de educação de qualidade. Os IFs já avançaram bastante em relação a muitos dos desafios a eles impostos. Grande parte dos campi oriundos da primeira e da segunda etapa de implementação já se estabeleceram socialmente, criaram vínculos comunitários, formaram um corpo de servidores e estabeleceram organizações didáticas, entre outros aspectos que poderiam ser citados. Além disso, seus estudantes têm demonstrado excelentes resultados em avaliações nacionais e internacionais<sup>1</sup>, ainda que o MEC, por questões políticas, venha tentando omitir tais fatos<sup>2</sup> e irresponsavelmente impondo corte de verbas a essas instituições<sup>3</sup>.

No entanto, como qualquer instituição de ensino, continuam enfrentando inúmeros desafios dentre os quais está a busca pela adequada formação de seus estudantes frente às exigências da sociedade contemporânea. Como aponta Pacheco (2012, p. 72) ao discutir sobre a pesquisa como princípio pedagógico, o caminho para uma formação discente apropriada envolve não só conhecimentos acadêmicos como diversos outros construtos e capacidades.

Nesse sentido, é necessário potencializar o fortalecimento da relação entre o ensino e a pesquisa, na perspectiva de contribuir com a edificação da autonomia intelectual dos sujeitos frente à (re)construção

---

<sup>1</sup> <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2016/12/07/por-que-alunos-da-rede-federal-t%C3%A0-desempenho-parecido-com-estudantes-de-pa%C3%ADses-desenvolvidos>

<sup>2</sup> <https://theintercept.com/2016/12/08/estudantes-federais-tem-desempenho-coreano-em-ciencias-mas-mec-ignora/>

<sup>3</sup> <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2018/01/1950323-apesar-de-cortes-institutos-federais-lideram-nota-do-enem-em-14-estados.shtml>

do conhecimento e outras práticas sociais, o que inclui a conscientização e a autonomia diante do trabalho. Isso significa contribuir, entre outros aspectos, para o desenvolvimento das capacidades de, ao longo da vida, interpretar, analisar, criticar, refletir, rejeitar idéias fechadas, aprender, buscar soluções e propor alternativas, potencializadas pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas. (Pacheco, 2012, p. 72)

As necessidades formativas do cidadão do século XXI vão muito além da acumulação de conhecimentos. Envolvem também a capacidade de seleção e tratamento de informações, a transposição de conhecimento de uma situação e/ou contexto para outro, a resolução de problemas para os quais não há uma única resposta bem definida, a capacidade de trabalhar de forma cooperativa, entre outras.

Apesar disso e das conhecidas limitações de estratégias didáticas baseadas quase que exclusivamente na apresentação oral do conteúdo, o chamado ensino tradicional é ainda muito presente no ambiente escolar, inclusive nos IFs. Isso faz com que as tarefas propostas para os estudantes se constituam, em grande medida, em problemas acadêmicos, fechados e descontextualizados. Em outras palavras, a construção de uma nova identidade institucional, explicitada nos documentos oficiais, é dificultada pela perpetuação de metodologias de ensino focadas na ideia de transmissão e recepção de conhecimentos.

Há de se perguntar, portanto, como esperar que os estudantes desenvolvam a capacidade de tratar e selecionar informações relevantes se continuam sendo colocados frente a problemas em que o principal desafio é, como diriam os alunos, “saber em que lugar da fórmula os valores do enunciado devem ser colocados”? Como esses alunos podem aprender a transpor o conhecimento de uma situação para outra se na maioria das vezes os problemas que enfrentam na lista de exercícios são os mesmos que resolverão na prova, que é encarada por muitos alunos como o objetivo de toda a sua aprendizagem. Como desenvolverão a capacidade de trabalhar em equipes se as atividades que lhe são apresentadas fortalecem a individualidade? Como aprenderão a atuar colaborativamente se as tarefas coletivas não os envolvem em um projeto comum que os motive a trabalhar desta forma?

São indispensáveis, portanto, alternativas metodológicas que coloquem as instituições de ensino, entre elas os IFs, em consonância com as características e necessidades da sociedade. A importância dessa aproximação entre escola e sociedade já era indicada por John Dewey no final do século XIX, quando criou a Escola Experimental da Universidade de Chicago (WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010). Desde então a diversidade de metodologias ativas, que procuram trazer o aluno para o centro do processo educativo, como agente da sua própria aprendizagem tem aumentado. São exemplos de tais metodologias o *Just-in-Time Teaching* (NOVAK et al., 1999), o *Peer Instruction* (MAZUR, 2015), o *Team-Based Learning*

(MICHAELSEN; KNIGHT; FINK, 2004), o *Project-Based Learning* (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998; THOMAS, 2000; MARKHAM; LARMER; RAVITZ, 2008; BENDER, 2014) também conhecido como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), entre outras<sup>4</sup>.

Dentre essas, pode-se destacar a ABP como uma metodologia potencialmente coerente com a proposta dos IFs e cujo potencial envolve não só o trabalho colaborativo, como também o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas abertos e a interdisciplinaridade. Segundo Bender (2014, p.15), “A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa, ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas”.

Embora sua origem remonte às escolas de arquitetura da Europa do século XVI, sua trajetória histórica, descrita no Apêndice A desta tese, demonstra uma constante evolução da metodologia, tornando-a coerente com as necessidades formativas atuais. Além disso, suas características vão ao encontro de muitas das necessidades que o pesquisador (autor desta tese) tem identificado ao longo de sua trajetória como professor de IFs. Entre elas a estabilização de uma identidade própria, coerente com o preconizado por seus documentos oficiais, e refletida nas ações docentes.

Além disso, a ABP tem se mostrado capaz de envolver os estudantes em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula e que, além da aprendizagem acadêmica, proporcionam motivação, engajamento e, em muitos casos, contribuições à comunidade na qual os alunos estão inseridos (BLUMENFELD et al., 1991; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998; THOMAS, 2000; BENDER, 2014). Essas características, desejadas por todos os ramos da educação, podem ser especialmente úteis em disciplinas costumeiramente consideradas difíceis e de baixo interesse como a Física, cuja imagem junto aos egressos do Ensino Médio costuma remeter a recordações desagradáveis (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007; MENEGOTTO; ROCHA FILHO, 2008). Ao mesmo tempo, é inegável a sua importância na formação do estudante frente a uma sociedade tecnológica em pleno desenvolvimento, exigindo de seus cidadãos características desenvolvidas no estudo da Física, como capacidade de resolução de problemas, compreensão de grandezas e fenômenos físicos cotidianos, e de suas possíveis consequências. Nesse sentido, a ABP se apresenta como uma alternativa metodológica com potencial para evitar problemas usuais do ensino de Física e ainda contribuir para o desenvolvimento do senso de responsabilidade social e das capacidades de uso de ferramentas tecnológicas e transposição do conhecimento em diferentes contextos, características esperadas não só dos egressos dos IFs, mas das instituições de ensino como um todo.

---

<sup>4</sup> Existem na literatura diversas variantes do trabalho educacional através de projetos conforme será discutido no Capítulo 2.

Apesar do potencial da ABP (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998; BARGERHUFF, 2013; BENDER, 2014) e de bons resultados da implementação de tal metodologia relatados na literatura (e.g. COLE; WILHELM; YANG, 2015; RAPOSO, 2014; SANDERS; FAESI; GOODMAN, 2014; SILVA; BRIZOLLA; DA SILVA, 2013), não são raros os casos em que problemas prejudicam o adequado desenvolvimento de iniciativas de ABP e sua difusão. Parte desses problemas podem ser atribuídos à falta de apoio a professores e estudantes frente à complexidade e o caráter dinâmico da metodologia.

Apesar do considerável potencial, educação baseada em projeto não é isenta de problemas. [...] as lições do passado sugerem que, sem a devida atenção a formas de apoiar professores e alunos, estas abordagens inovadoras de ensino não serão amplamente adotadas (BLUMENFELD et al., 1991, p. 373).

Diversos são os fatores que podem ser elencados como prejudiciais à implementação da ABP, tais como escassez de tempo dos professores com os estudantes, falta de recursos físicos e financeiros, exigência de maior tempo para planejamento, entre outros. Em particular, a marcante diferença entre os papéis assumidos pelo professor e pelos alunos na ABP e em outras metodologias, em especial na tradicional, pode contribuir ou mesmo ser a causa de algumas das maiores dificuldades enfrentadas.

A ABP se diferencia especialmente quanto à sua estrutura aberta e dinâmica, que não prevê um caminho único, exclusivo. Ao contrário, é característica da metodologia que as atividades sejam desenvolvidas a partir de uma questão motriz de caráter aberto, que envolva os estudantes em uma autêntica investigação<sup>5</sup>. Essa questão precisa oferecer oportunidade para o exercício da autonomia por parte dos estudantes, o que dificulta, ou mesmo impede, a antecipação do caminho a ser percorrido pelos participantes. Portanto, exige-se dos envolvidos a capacidade de lidar com situações de imprevisibilidade, sem que isso impeça o andamento do projeto.

Além disso, por se tratar de uma metodologia ativa de ensino, a ABP propõe a inserção do aluno como agente principal de sua aprendizagem, ressignificando as funções e tarefas de docentes e discentes, o que naturalmente está associado a atitudes e crenças de professores, alunos e comunidade escolar. O papel do professor passa a ser o de orientador, dividindo com o aluno a responsabilidade pela proposição e execução de tarefas que antes recaíam apenas sobre o professor. Essa mudança no contrato didático<sup>6</sup> (BROUSSEAU, 1986) tradicional costuma causar certo desconforto em professores e estudantes já que tradicionalmente espera-se que o professor forneça as tarefas e as explicações para o aluno. Ao se tornar agente de sua própria aprendizagem, o estudante costuma enfrentar dificuldades em exercer papel propositivo e o professor se sente pressionado a oferecer respostas em vez de orientar o estudante ao longo do processo de

---

<sup>5</sup> Investigação que guarda íntima relação com situações do mundo real.

<sup>6</sup> Conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelo aluno e o conjunto dos comportamentos do aluno que são esperados pelo professor.

construção do conhecimento, como prevê a ABP. Essas dificuldades, se não compreendidas e conduzidas adequadamente, podem evoluir para a desmotivação ou senso de insucesso e, conseqüentemente, levam à desistência do processo.

É preciso compreender, portanto, que se trata de uma organização didática distinta daquela estabelecida no ensino tradicional, o que pode dificultar a implantação e manutenção de um ambiente de ABP, a depender da adequada adaptação de professores e alunos e do apoio que lhes é oferecido. Entre os docentes, essa adaptação depende de fatores como estilo de ensino, crenças epistemológicas e compreensão do ambiente de aprendizagem (ROSENFELD; ROSENFELD, 2006). Já entre os estudantes, podem contribuir elementos ligados ao engajamento, motivação, conhecimento prévio, metacognição, entre outros (BLUMENFELD et al., 1991). Fatores ligados à organização da ABP e à organização da sala de aula não só são comuns a alunos e professores, como parecem ser estruturantes no processo de implementação e manutenção de um ambiente de ABP.

Deste modo, as características da ABP, ao mesmo tempo em que proporcionam oportunidades diferenciadas de aprendizagem conceitual e atitudinal, podem também ser fonte de ansiedade e problemas para alunos e professores que não estejam familiarizados com a metodologia. Sendo assim, o impacto de tais características depende, ainda que parcialmente, da capacidade do estabelecimento de uma estrutura organizacional mínima. Assume, portanto, destacada importância para o sucesso da metodologia estabelecer parâmetros de uma atividade complexa como a ABP, cujas variáveis são interdependentes e cujos agentes precisam constantemente se adaptar e se reorganizar.

Para alcançar tal objetivo é preciso entender quais são as tarefas a serem desempenhadas pelos diferentes atores de uma iniciativa de ABP, como elas são estabelecidas, de que forma são executadas, quais as justificativas que fundamentam essas escolhas, como ocorre a interação do estudante com o novo conhecimento, quais as limitações desse processo e quais os seus fatores de sucesso, entre outros. Essa compreensão pode não só orientar uma determinada ação de ABP, como também subsidiar planejamentos, escolhas, decisões, correções, explicar casos de sucesso e insucesso e assim oferecer apoio a professores e estudantes.

Como ponto de partida para o desenvolvimento de questões de pesquisa que caminhem na direção do objetivo exposto, convém elencar alguns possíveis problemas docentes enfrentados ao trabalharem com a ABP no contexto dos IFs. Tais problemas podem ser expressos na forma de perguntas em torno de quatro grandes temas.

**Aceitação e Engajamento:** Como envolver os estudantes em uma proposta de ABP de forma que seja reconhecida como legítima pela comunidade escolar dos IFs? Como engajar cognitiva e emocionalmente os estudantes dos IFs com a proposta de ABP já que estão

acostumados com o atual sistema didático?

**Compatibilidade:** Como conciliar o desenvolvimento das atividades de ABP com a organização didática dos IFs? Como adequar a proposta às exigências dessa organização didática? (e.g. notas, trimestre, aulas semanais)?

**Ações Docentes:** Como gerenciar os projetos de forma a conduzi-los na direção daquilo que preveem as orientações para os IFs? Como realizar atividades em grupo de forma que o trabalho seja desenvolvido efetivamente de forma colaborativa? Como avaliar adequadamente os estudantes levando em conta as orientações da organização didática dos IFs?

**Recursos:** Qual a infraestrutura necessária para a implementação de uma proposta de ABP no contexto dos IFs? Qual o tempo necessário para o desenvolvimento do projeto?

Entretanto, para que esses problemas docentes possam servir de base para a elaboração das questões de pesquisa é indispensável um referencial teórico capaz de oferecer suporte para compreender o sistema didático e o contexto onde esse sistema está inserido. Esse referencial deve ainda oferecer ferramentas que permitam estudar a estrutura geral da ABP e averiguar analiticamente as principais características de iniciativas que usam a ABP no contexto do Ensino de Física.

Elegeu-se com essa finalidade a Teoria Antropológica do Didático (Cap.3), proposta por Yves Chevallard (1999), por ser uma abordagem teórica de caráter antropológico que se propõe a descrever ações e atividades humanas. Para isso, toma como premissa que “*toda* atividade humana, regularmente realizada, pode ser descrita com um modelo *único*, que se resume aqui com a palavra *praxeologia*” (CHEVALLARD, 1999, p. 222, grifo do autor). Uma praxeologia possui necessariamente dois níveis, o nível do saber fazer (práxis) e o nível do saber (logos). Esses níveis são descritos por blocos, distintos mas correlacionados, denominados Prático-Técnico (práxis) e Tecnológico-Teórico (logos) que, em conjunto, estabelecem uma Organização Praxeológica (OP).

As OPs podem “ser de diferentes tipos: didática, física, matemática, química, artesã, industrial, doméstica, etc.” (SCHIVANI, 2014, p. 29) e são expressas em termos de *Tarefas* (t), *Tipos de Tarefas* (T), *Técnicas* ( $\tau$ ), *Tecnologias* ( $\theta$ )<sup>7</sup> e *Teorias* ( $\Theta$ ). De forma simplificada, pode-se dizer que uma OP pontual<sup>8</sup> é composta por um Tipo de Tarefa que pode ser desmembrado em diversas tarefas. A realização de cada tarefa prevê a utilização de uma técnica que, por sua vez, é justificada por uma tecnologia originada em uma teoria. Sendo assim, uma OP é usualmente

---

<sup>7</sup> Até aqui usamos tecnologia na acepção de um produto da ciência e/ou engenharia que abarca um conjunto de instrumentos, métodos e técnicas. Daqui em diante, passaremos a usá-la também na acepção de Chevallard, quando estivermos nos referindo às praxeologias.

<sup>8</sup> As organizações praxeológicas podem ser classificadas como pontuais, locais, regionais ou globais.



representada pelo conjunto  $[T, \tau, \theta, \Theta]$ .

Complementarmente aos aspectos estruturais, descritos através das praxeologias, a TAD permite também a análise de aspectos funcionais ligados à noção de momentos didáticos. Trata-se de certos tipos de situações que estão necessariamente presentes em uma organização praxeológica didática (OD). Para Chevallard (1999), são seis os momentos didáticos: primeiro encontro, exploração, constituição e desenvolvimento do bloco tecnológico-teórico, trabalho da técnica, institucionalização e avaliação. Chevallard (1999) destaca que os momentos didáticos não possuem uma ordem definida para ocorrer e podem se apresentar de forma concomitante. A estrutura teórica da TAD oferece, portanto, ferramentas e orientações adequadas não só para analisar o caráter estrutural e funcional de atividades de ABP, como também potencial para orientar outras análises que possam vir a se mostrar pertinentes (BARQUERO; BOSCH; GASCÓN, 2011).

A TAD apresenta ainda orientações sobre como transformar problemas docentes - como os aventados anteriormente - em problemas didáticos (BARQUERO; BOSCH; GASCÓN, 2011), i.e., problemas que possam ser estudados de maneira científica. Para tanto, a TAD propõe a incorporação de três dimensões fundamentais: 1) Dimensão epistemológica, que busca explicitar a visão epistemológica utilizada pelo pesquisador; 2) Dimensão econômica, que procura descrever as organizações institucionais; 3) Dimensão ecológica, que busca explicar as organizações institucionalizadas e apontar as condições necessárias para mudanças.

Com o uso da TAD se pretende considerar não somente as práticas do professor em sala de aula, mas também todo o contexto institucional em que essa prática está inserida, o que é especialmente relevante ao se estudar instituições com características específicas como os IFs. Para isso, a TAD oferece ferramentas analíticas tanto de cunho estrutural (praxeologias) quanto funcional (momentos didáticos) (SCHIVANI; BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2013), bem como o conceito de organização didática (CHEVALLARD, 1999), o delineamento das dimensões fundamentais de um problema didático (GASCÓN, 2011), além de instrumentos complementares como o diagrama de árvore<sup>9</sup> (WINSLOW; MATHERON; MERCIER, 2013).

Como a revisão da literatura (Cap. 2) apontou, existe uma grande diversidade nas concepções e orientações metodológicas da ABP no contexto do Ensino de Física. Foram identificadas tanto propostas de reformulação curricular com sólida fundamentação teórica (HERNÁNDEZ, 1998; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998), quanto concepções de caráter mais pragmático, fundamentadas principalmente em resultados da literatura (SCHNEIDER; KRAJCIK; BLUMENFELD, 2005; RIVET; KRAJCIK, 2008). Foi necessário, portanto, eleger

---

<sup>9</sup> Ferramenta originalmente utilizada no estudo de probabilidades que, uma vez adaptada, é capaz de descrever o processo de arborescência em que uma questão inicial, e suas respostas, podem dar origem a outras questões derivadas e essas a outras. Com a adequada organização esses diagramas são capazes de registrar o desenvolvimento de iniciativas educacionais originadas em uma questão como a ABP.

uma proposta que, ao mesmo tempo, represente as características gerais da ABP identificadas na referida revisão da literatura, que apresente informações compatíveis com a profundidade pretendida para o estudo, e que se adapte bem às características e limitações do contexto institucional da pesquisa, no caso os IFs. Afinal, apesar de serem instituições relativamente recentes, os IFs já estabeleceram estruturas didáticas próprias que precisam ser consideradas.

Nesse sentido, a proposta de Bender (2014) se destacou por atender a todas essas necessidades e sua escolha será discutida ao longo da descrição da metodologia da pesquisa (Cap. 4). Definida a proposta de ABP a ser considerada, realizou-se um estudo teórico (Cap. 5), em que foram investigadas as concepções e orientações metodológicas presentes no texto de Bender (2014) para a ABP, a partir do referencial teórico da TAD. Buscou-se com isso responder à seguinte questão geral de pesquisa:

1. *Como se pode descrever a ABP mediante um Modelo Epistemológico de Referência (MER) compatível com o modelo epistemológico geral proposto pela TAD?*

Em particular, em função desse estudo, obteve-se suficiente compreensão sobre as responsabilidades de professores e alunos, as justificativas e origens das ações indicadas, bem como os construtos e características mais destacados da proposta. Foi possível ainda verificar a compatibilidade entre a ABP e estratégias didáticas oriundas da própria TAD e, portanto, epistemologicamente compatíveis com ela.

A partir dos resultados do estudo teórico tornou-se possível, então, investigar a implementação de uma iniciativa de ABP no contexto de um Instituto Federal. Esse processo envolveria fatores que não poderiam ser previstos, devendo, portanto, ser estudado no contexto em que ocorre. Para tanto foi realizado um estudo empírico (Cap. 6), desenvolvido no campus Osório do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), no qual o pesquisador acompanhou o processo de implementação de um módulo de ABP na perspectiva de Bender, desde o primeiro contato de dois professores da Instituição com as ideias da ABP de Bender até a divulgação dos resultados dos projetos desenvolvidos. Nesse estudo buscou-se responder outras duas questões gerais de pesquisa:

2. *Como se deu o processo de modificação da OD dominante pela ABP no contexto da disciplina de Física de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia?*
3. *Que condições deveriam ser instauradas e/ou mantidas, e em que nível de hierarquia, para favorecer o ensino da Física através da ABP?*

Uma vez apresentados os delineamentos e resultados dos estudos teórico (Cap. 5) e empírico (Cap. 6), o Capítulo 7 apresenta as considerações finais desta pesquisa, discute as suas implicações para o ensino de Física e aponta lacunas no conhecimento que poderão ser exploradas em pesquisas futuras.

## Capítulo 2 – Revisão da Literatura

Neste capítulo são apresentados os resultados de uma revisão sistemática da literatura acerca da ABP no contexto do Ensino de Física<sup>10</sup>. Os objetivos de tal estudo foram compreender o que se entende por ABP e obter um panorama sobre os trabalhos publicados na área de ensino de Ciências. Partiu-se das seguintes questões de pesquisa:

- Qual o perfil da produção acadêmica a respeito da ABP no contexto do Ensino de Física?
- Quais as principais concepções e orientações metodológicas acerca da ABP?
- Quais os referenciais teóricos de aprendizagem e as metodologias de pesquisa associadas com a ABP?

Nas próximas seções são apresentados, sucessivamente, a metodologia de seleção dos artigos, os achados relativos a cada uma das questões de pesquisa, os comentários sobre os resultados obtidos e sobre suas implicações para essa tese. No Apêndice A é apresentada ainda uma breve revisão da trajetória histórica da ABP.

### 2.1 - Metodologia

Consistente com as definições e orientações metodológicas de Cooper et al (2009), foi desenvolvida uma revisão sistemática da literatura que considerou, em particular, os estágios de definição do problema, busca na literatura, avaliação dos dados, análise dos dados, interpretação dos resultados e apresentação pública. Esta revisão compreende publicações entre 2005 e 2015 de revistas especializadas, nacionais e estrangeiras, da área de ensino. A seleção dos artigos foi realizada em quatro etapas, descritas a seguir:

**Etapa 1:** busca na plataforma ERIC (*Education Resources Information Center*) e nos periódicos classificados nas categorias A1, A2 e B1 no Qualis 2014 da Área 46 – Ensino, da CAPES e em revistas consideradas relevantes para a área usando a ferramenta de pesquisa avançada da plataforma Google Acadêmico, para cada periódico individualmente. Nesta etapa foram usados os seguintes descritores em inglês, em todos os casos, e adicionalmente em português e espanhol para aquelas revistas que publicam nessas línguas: em **Inglês:** ("*Project-Based Learning*" OR "*Project Based Learning*" OR "PBL" OR "*Project Method*" OR "*Pedagogy of Projects*") AND "Physics"; em **Português:** ("*Metodologia de projetos*" OR "*Método de projetos*" OR "*Pedagogia de Projetos*" OR "*Aprendizagem Baseada em Projetos*" OR "ABP" OR "ABProj" OR "*Ensino por projetos*") AND "Física"; e em **Espanhol:** ("*Método de Proyectos*" OR "*Aprendizaje por Proyectos*" OR "*Aprendizaje Basado en Proyectos*" OR "ABP"

---

<sup>10</sup> PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 2, p. 551, 2017.

OR "Pedagogía en base a proyectos") AND "Física". No Quadro 2.1 consta a relação de todas as revistas e banco de dados consultados, que resultou na seleção de 263 artigos.

**Etapa 2:** leitura do resumo (*abstract*) de todos os artigos selecionados na primeira etapa, bem como dos trechos contendo os descritores usados na busca, a fim de avaliar o alinhamento do artigo com os objetivos desta revisão. Foram mantidos os artigos que versam sobre ABP aplicada ao ensino de Física, aqueles que apresentavam metodologia semelhante à ABP<sup>11</sup>, bem como aqueles que tratam visceralmente da ABP, i.e., têm como objetivo discutir teoricamente características da ABP sem o direcionamento a uma disciplina específica. Foram excluídos os artigos que só citam a ABP sem tratar efetivamente do tema, os que tratam da ABP no contexto de outras disciplinas sem incluir temas de Física e os que tratam da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL).

Quadro 2.1: Lista de Periódicos e bancos de dados consultados, e idioma(s) usado(s) na pesquisa. (continua).

<b>Classificação</b>	<b>Título</b>	<b>Idioma das Publicações</b>
A1	Ciência & Educação	Inglês, Português e Espanhol
	Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação	Inglês, Português e Espanhol
	<i>International Journal of Science Education</i>	Inglês
	<i>Physics Education</i>	Inglês
	Revista Brasileira de Ensino de Física	Inglês, Português e Espanhol
	<i>Journal of Science Education</i>	Inglês
	<i>Science &amp; Education</i>	Inglês
A2	<i>Teaching and Teacher Education</i>	Inglês
	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	Inglês, Português e Espanhol
	Investigações em Ensino de Ciências	Inglês, Português e Espanhol
	<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>	Inglês, Português e Espanhol
	Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos	Inglês, Português e Espanhol
	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Inglês, Português e Espanhol
<i>Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias</i>	Inglês, Português e Espanhol	

<sup>11</sup> Entre os achados iniciais foram encontrados 10 artigos com metodologias semelhantes à ABP apesar de adotarem denominações diferentes tais como *Project-Based Science e Design-Based Science*. Esses artigos foram mantidos para a etapa 3, na qual ocorreu uma análise mais profunda do texto.

Quadro 2.1: Lista de periódicos e bancos de dados consultados, e idioma(s) usado(s) na pesquisa (continuação).

Classificação	Título	Idioma das Publicações
B1	<i>Acta Scientiae</i>	Inglês, Português e Espanhol
	Alexandria	Inglês, Português e Espanhol
	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Inglês, Português e Espanhol
	Experiências em Ensino de Ciências	Inglês, Português e Espanhol
	<i>Latin – American Journal of Physics Education</i>	Inglês, Português e Espanhol
	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	Inglês, Português e Espanhol
	<i>Revista de Enseñanza de la Física</i>	Inglês, Português e Espanhol
	<i>Science Education International</i>	Inglês
Periódicos não classificados no Qualis 2014 na área de Ensino	<i>American Journal of Physics</i>	Inglês
	<i>Cognition Instruction</i>	Inglês
	<i>Computers &amp; Education</i>	Inglês
	<i>Enseñanza de las Ciencias</i>	Inglês, Português e Espanhol
	<i>Journal of Computer Assisted Learning</i>	Inglês
	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	Inglês
	<i>Research in Science Education</i>	Inglês
	<i>Science Education</i>	Inglês
Banco de Dados	ERIC	Inglês

Após essa etapa da seleção, foram excluídos 199 artigos, sendo 72 por serem artigos com mais de 10 anos desde a sua publicação original e que foram apenas disponibilizados eletronicamente no período de busca<sup>12</sup>; 76 artigos por não tratarem de Ensino de Física; 65, por só citarem a ABP e 16, por tratarem de outra metodologia como o *Problem-Based Learning (PBL)*<sup>13</sup>. Cabe observar que alguns artigos foram excluídos por mais de um desses motivos. Restaram 64 artigos que tratam da Aprendizagem Baseada em Projetos no contexto do Ensino de Física.

**Etapa 3:** leitura integral dos 64 artigos selecionados e nova avaliação individual seguindo os mesmos critérios de exclusão da etapa dois, resultando na manutenção de 38 artigos. Foram acrescentados outros três, devido ao grande número de citações e/ou ao alinhamento com esta revisão (BLUMENFELD et al., 1991; HELLE; TYNJÄLÄ; OLKINUORA, 2006; THOMAS, 2000). Também pelo alinhamento com as questões de pesquisa foram considerados cinco livros que versam sobre a ABP (BENDER, 2014; HERNÁNDEZ, 1998; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998; MARKHAM; LARMER; RAVITZ, 2008; MOURA; BARBOSA, 2013). Sendo assim, esta revisão conta com 41 artigos que tratam da ABP no contexto do Ensino de Física e cinco livros sobre a ABP.

<sup>12</sup> A disponibilização eletrônica no período de busca fez com que o Google Acadêmico selecionasse artigos publicados fora do período de interesse.

<sup>13</sup> O *Problem-Based Learning* também explora a resolução de um problema, mas não prevê a criação de artefatos nem a execução de um projeto.

## 2.2 - Qual o perfil da produção acadêmica a respeito da ABP no contexto do Ensino de Física?

A fim de traçar o perfil da produção acadêmica são apresentadas as classificações dos artigos selecionados quanto à sua natureza, nível de ensino e denominação atribuída ao uso educacional dos projetos.

**Natureza dos trabalhos:** Os artigos foram classificados em: a) *pesquisa* (contém questões de pesquisa, metodologia de pesquisa, análise de dados e resultados baseados nos dados); b) *relato de experiência* (apresentam propostas implementadas sem as características de uma pesquisa); c) *artigo de reflexão* (o foco está na reflexão teórica sobre o tema); d) *apresentação de proposta* (contém propostas sem implementação) e e) *revisão da literatura* (apresentam escopo, questões de pesquisa e discussão baseada nos artigos do escopo). Os resultados desta classificação são apresentados no Quadro 2.2 junto com a classificação quanto ao nível de ensino.

**Nível de ensino:** Os artigos foram agrupados pelas seguintes categorias: Ensino Fundamental (E.F.), Ensino Médio (E.M.), Ensino Superior (E.S.) e Pós-Graduação (P.G.). Os resultados desta classificação são apresentados no Quadro 2.2, onde se pode verificar a predominância de artigos que versam sobre o Ensino Fundamental e o Ensino Superior. Particularmente em relação a trabalhos de pesquisa, observa-se carência no nível de Ensino Médio.

Quadro 2.2: Classificação dos artigos quanto à sua natureza e nível de ensino. (continua)

Natureza	Nível de Ensino	Artigos
Pesquisa	Ensino Fundamental	Barcelos et al. (2010); Basu (2008); Chue; Lee (2013); Cole et al. (2015); Hsu et al. (2015); Kanter (2010); Rivet; Krajcik (2008); Rosenfeld; Rosenfeld (2006); Schneider et al. (2005); Schnittka; Bell (2011); Venville et al. (2008)
	Ensino Médio	Bargerhuff (2013); Batista et al. (2008)
	Ensino Superior	Chang et al. (2012); Hazari et al. (2007); Machado; Queiroz (2012); Marino et al. (2006); Parisoto et al. (2014); Shemwell et al. (2015)
Relato de Experiência	Ensino Fundamental	Langbeheim (2015); Weizman et al. (2008)
	Ensino Médio	Espíndola; Moreira (2006); Ezquerro et al. (2014)
	Ensino Superior	Baldock; Chanson (2006); Chang et al. (2011); Espín et al. (2015); Jou et al. (2010); Morales (2009); Raposo (2014); Silva et al. (2013); Tuyarot; Arriassecq (2015)
	Pós-Graduação	Sanders, Faesi, & Goodman (2013)

Quadro 2.2: Classificação dos artigos quanto à sua natureza e nível de ensino. (continuação)

Natureza	Nível de Ensino	Artigos
Artigo de Reflexão	Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior	Blumenfeld et al. (1991); Meltzer; Otero (2015); Quintana-Nedelcos; Llovera-González (2009); Zômpero; Laburú (2011)
	Ensino Médio	Lavaqui & Batista (2007)
Revisão da Literatura	Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior	Thomas (2000); Yanitelli et al. (2015)
	Ensino Superior	Helle et al. (2006)
Apresentação de Proposta	Ensino Médio	Ivanov, Nikolov, & Petrova (2014)

**Denominação do uso educacional de projetos:** Foi possível perceber uma grande variedade na forma de nomear o uso educacional dos projetos, havendo pelo menos 10 denominações<sup>14</sup> associadas a este uso. Essas denominações foram agrupadas em oito categorias, apresentadas no Quadro 2.3 juntamente com uma breve descrição de cada uma.

Quadro 2.3: Denominações usadas no trabalho educacional com projetos. (continua)

Denominação	Breve Descrição da Metodologia	Artigos
<b>Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)</b> <i>(Project-Based Learning)</i>	Trata-se de uma investigação ancorada em dois elementos centrais: a exploração de uma questão norteadora que organiza e orienta a investigação e a construção de artefatos relacionados à questão motriz. (Langbeheim, 2015).	Baldock; Chanson (2006); Bargerhuff (2013); Basu (2008); Blumenfeld et al. (1991); Chang et al. (2011, 2012); Cole et al. (2015); Espín et al. (2015); Ezquerria et al. (2014); Helle et al. (2006); Hsu et al. (2015); Ivanov et al. (2014); Jou et al. (2010); Langbeheim (2015); Morales (2009); Quintana-Nedelcos; Llovera-González (2009); Rosenfeld; Rosenfeld (2006); Sanders et al. (2013); Shemwell et al. (2015); Thomas (2000); Venville et al. (2008); Yanitelli et al. (2015)
<b>Ciências Baseada em Design (DBS)</b> <i>(Design-Based Science)</i>	É uma estratégia de ensino que se utiliza da concepção de artefatos para construir novas habilidades de conhecimentos científicos e de resolução de problemas. (Fortus et al., 2005, p. 855).	Schnittka & Bell (2011)

<sup>14</sup> São consideradas aqui somente as denominações mais relevantes em cada artigo e o agrupamento se deu conforme livre tradução dos autores para a língua portuguesa.

Quadro 2.3: Denominações usadas no trabalho educacional com projetos. (continuação)

<b>Denominação</b>	<b>Breve Descrição da Metodologia</b>	<b>Artigos</b>
<b>Ciências Baseada em Projetos (PBS)</b> <i>(Project-Based Science)</i>	Busca envolver os alunos em uma extensiva investigação científica dirigida por eles mesmos e apoiada pelo uso de tecnologia e por colaborações externas. De forma geral, é possível caracterizar o PBS por cinco características gerais: Questão motriz, criação de artefato, investigação científica, trabalho colaborativo e tecnologias de aprendizagem. (Schneider et al., 2005, p. 288).	Hazari et al. (2007); Kanter (2010); Rivet; Krajcik (2008); Schneider et al. (2005); Weizman et al. (2008)
<b>Ensino/Aprendizagem por Projetos</b> <i>(Enseñanza por Proyectos)</i>	Costumam envolver a definição de um assunto para investigação, planejamento das etapas do projeto, execução de tarefas com a mediação de um docente, apresentação de resultados aos colegas e/ou comunidade, registros das atividades desenvolvidas e momentos de avaliação.	Silva et al. (2013); Tuyarot; Arriasecq (2015); Zômpero; Laburú (2011)
<b>Investigação Baseada em Design (DBI)</b> <i>(Design-Based Inquiry)</i>	Desafia os alunos a projetar ou revisar artefatos de forma interativa, com o objetivo de criar um ambiente motivador para a aprendizagem de conceitos científicos. (Chue; Lee, 2013)	Chue & Lee (2013)
<b>Metodologia ou Método de Projetos</b> <i>(Project Method)</i>	“[...] prevê “a sistematização de atividades e recursos realizadas com o objetivo de alcançar alguma produção, por exemplo resolver questões problemáticas, obter bens ou prestar serviços que satisfaçam alguma necessidade”. (Marino et al. 2006, p. 50)	Marino et al. (2006); Meltzer; Otero (2015); Parisoto et al. (2014)
<b>Pedagogia de Projetos</b> <i>(Project-Based Pedagogy)</i>	Usa temas geradores como ponto de partida a fim de guiar o estudo posterior (Raposo, 2014, p. 725). Não prevê um método fixo, mas baseia-se em uma série de condições que devem ser respeitadas. (Hernandez, 2008 apud Raposo, 2014, p. 725).	Espíndola; Moreira (2006); Lavaqui; Batista (2007); Machado; Queiroz (2012); Quintana-Nedelcos; Llovera-González (2009); Raposo (2014)
<b>Trabalho por Projetos</b>	Aborda projetos interdisciplinares em sala de aula*, a partir da: escolha de um tema; identificação do que se sabe sobre o assunto; determinação das questões centrais; definição de estratégias de trabalho; desenvolvimento das estratégias; sistematização e apresentação e divulgação e avaliação. (Batista et al., 2008, p. 219)	Batista et al. (2008)

Nota: \* Outras etapas, ligadas ao planejamento do docente, tais como ordenação de conteúdo, análise diagnóstica, planejamento anual das disciplinas e avaliação do trabalho desenvolvido também são previstas na metodologia.

A descrição das ações e características encontradas nos artigos elencados nesta revisão, e resumidas no Quadro 2.3, apontou muito mais semelhanças do que diferenças entre os procedimentos atribuídos às diferentes denominações. Percebeu-se também que a nomenclatura



empregada não reflete, necessariamente, uma diferença metodológica. Por vezes, uma mesma denominação apresenta diferentes acepções e em outros casos o uso pedagógico dos projetos foi nomeado de mais de uma forma dentro de um mesmo artigo, por exemplo Quintana-Nedelcos & Llovera-González (2009) e Barcelos et al. (2010).

Os textos parecem se referir a um universo mais amplo do que um método didático específico. Tal afirmação se fundamenta não só na variedade de denominações encontradas, como também na ausência de distinção explícita entre as nomenclaturas citadas. Apesar disso, não é possível afirmar que não existem diferentes métodos de uso dos projetos, e sim, que a literatura consultada não ressalta tais diferenças. A literatura pesquisada parece se direcionar a uma abordagem didática, flexível o suficiente para permitir variações que não a descaracterizam.

De forma geral, as propostas de uso educacional dos projetos se fundamentam em algumas características comuns: o desenvolvimento dos projetos a partir de um tema ou questão norteadora, o desenvolvimento de um artefato, o trabalho colaborativo e o protagonismo dos estudantes.

Frente a isso, sem negar que possam existir diferentes metodologias de projetos apesar de não explícitos nos artigos pesquisados, com o objetivo de assumir uma expressão única, foi adotada neste trabalho a denominação Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

Essa escolha se justifica não só por ter sido a nomenclatura mais usada nos artigos, mas principalmente por, na visão dos autores desta revisão, refletir melhor a flexibilidade e a amplitude potencial do uso educacional dos projetos.

Portanto, como resposta à questão de pesquisa da seção, os artigos investigados foram classificados como Pesquisa (19), Relatos de Experiência (13), Artigo de Reflexão (5), Revisão da Literatura (3) e Apresentação de Proposta (1). Quanto ao nível de ensino foram classificados em Ensino Superior (15), Ensino Fundamental (13), Ensino Médio (6), Pós-Graduação (1) e Multinível<sup>15</sup> (6). Foi identificada ainda uma considerável variedade na forma de nomear o uso educacional dos projetos sem que fosse possível definir claramente distinções entre elas. Os quadros 2.2 e 2.3 compilam os resultados desta seção.

### **2.3 - Quais as principais concepções e orientações metodológicas acerca da ABP?**

Quanto às concepções e orientações metodológicas sobre a ABP, diversos são os autores citados como referências, existindo predominância de um grupo de pesquisadores da

---

<sup>15</sup> Foram classificados como multinível os artigos que tratavam concomitantemente de mais de um nível de ensino.

Universidade de Michigan, aqui nomeado de grupo PBS<sup>16</sup>. Destacam-se também Thomas (2000), Fernando Hernández (HERNÁNDEZ, 1998; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998), Barron et al. (1998), Prado (2003) e Macías-Guarasa et al. (2006). O Quadro 2.4 organiza os artigos conforme o(s) autor(es) citado(s).

Quadro 2.4: Artigos organizados conforme as concepções e orientações metodológicas citadas<sup>17</sup>.

<b>Autor ou Grupo*</b>	<b>Referências</b>
<b>Grupo PBS</b>	Baldock; Chanson (2006); Hazari et al. (2007); Hsu et al. (2015); Jou et al. (2010); Kanter (2010); Langbeheim (2015); Rivet; Krajcik (2008); Rosenfeld; Rosenfeld (2006); Sanders et al. (2013); Schneider et al. (2005); Shemwell et al. (2015); Weizman et al. (2008)
<b>J. W. Thomas</b>	Chang et al. (2011); Ezquerro et al. (2014); Jou et al. (2010); Morales (2009); Sanders et al. (2013); Shemwell et al. (2015)
<b>Barron et al.</b>	Chue; Lee (2013); Hazari et al. (2007); Helle et al. (2006); Kanter (2010); Thomas (2000)
<b>F. Hernandez</b>	Barcelos et al. (2010); Espíndola; Moreira (2006); Machado; Queiroz (2012); Raposo (2014)
<b>M.E.B.B. Prado</b>	Machado; Queiroz (2012); Raposo (2014)
<b>J. Macías-Guarasa et al.</b>	Chang et al. (2011, 2012)
<b>Não Consta</b>	Bargerhuff (2013); Basu (2008); Ivanov et al. (2014); Marino et al. (2006); Silva et al. (2013); Venville et al. (2008); Yanitelli et al. (2015); Zômpero; Laburú (2011)

Nota: \*Foram incluídos autores ou grupo de autores citados ao menos em dois artigos

Os textos dos autores citados não necessariamente se propõem a ser um referencial metodológico de ensino para a ABP e sua análise aponta distinções e semelhanças nas concepções e/ou orientações metodológicas apresentadas por cada autor. A fim de oferecer um breve panorama apresenta-se a seguir as ideias principais de cada um.

O Grupo PBS, composto por pesquisadores ligados à Universidade de Michigan, desenvolve e investiga a ABP e propõe a Ciência Baseada em Projetos (PBS) sem, no entanto, restringir-se a ela. As iniciativas PBS buscam problematizar a ciência através de situações significativas para os estudantes e que exigem o conhecimento de determinados conceitos científicos. A partir dessa situação, os estudantes trabalham colaborativamente, por um longo período, em investigações guiadas por uma questão motriz, que conduz à produção de artefatos, compreendidos como “representações de soluções da questão motriz que refletem estados emergentes do conhecimento” (BLUMENFELD et al., 1991 p.371). “O termo artefato é usado

<sup>16</sup> O Grupo PBS é formado fundamentalmente pelos seguintes autores: Blumenfeld, P. C.; Krajcik, J.; Rivet, A.; Schneider, R.M.; Marx, R.W.; Soloway, E.; Marx, R.W;

<sup>17</sup> Um artigo pode ter citado mais de um autor.

para enfatizar que nem todos os projetos resultam em um relato escrito ou apresentação” (BENDER, 2014, p.16). Os artefatos podem ser relatos escritos, apresentações, mas também, vídeos digitais, *websites*, uma peça de teatro, ou qualquer coisa necessária no desenvolvimento ou apresentação dos resultados finais do projeto. Os artefatos são avaliados e melhorados ao longo do processo.

Thomas (2000) apresenta uma revisão da literatura em que examina investigações sobre a ABP ao longo da década de 1990. Discute temas como a definição da ABP, a sua eficácia, as características e o papel dos estudantes na ABP, os resultados das pesquisas no período e aponta direções para futuras investigações. Apresenta, também, cinco critérios que assinalam o que uma proposta ABP deve conter: centralidade, questão motriz, investigações construtivas, autonomia e realismo: 1º) centralidade se refere à necessidade de que os projetos sejam a estratégia central de ensino, ou seja, é através deles que os estudantes devem aprender os conceitos centrais da disciplina; 2º) foco em questões ou problemas que movem os alunos ao encontro dos princípios e conceitos centrais de uma disciplina; 3º) investigações que envolvem transformação e construção do conhecimento, i.e., desenvolvem novos entendimentos e novas habilidades; 4º) autonomia para que os estudantes determinem o caminho da sua investigação; 5º) realismo requer a incorporação de problemas da vida real e de soluções com potencial de ser implementadas.

Barron et al. (1998) apresentam uma abordagem para a concepção, implementação e avaliação de currículo baseado em problemas e em projetos. Fundamentam sua proposta em 4 princípios de *design*: **(1) Metas de aprendizagem apropriadas:** contextualização e questões motrizes que conduzam os estudantes a executar o projeto com compreensão do conhecimento conceitual subjacente; **(2) Apoio instrucional:** processos como aprendizagem baseada em problemas ou o uso de casos contrastantes que permitam a professores e estudantes realizar tarefas que não seriam possíveis sem esse apoio. **(3) Oportunidades frequentes para a auto avaliação formativa e revisão:** etapas em que os projetos recebem *feedback* e são avaliados pelos próprios estudantes com a oportunidade de revisá-los e melhorá-los; **(4) Desenvolvimento de estruturas sociais que promovam a participação e o senso de agência:** estratégias desenvolvidas a partir de mecanismos sociais que visam transformar o estudante de um receptor passivo em um aprendiz ativo e reflexivo, i.e., dotado do que Barron et al. (1998, p. 285) chamam de senso de agência. Entre as maneiras de apoiar essa aprendizagem ativa pode-se citar trabalho colaborativo, interação com os pares, apresentações externas à sala de aula, entre outras.

Fernando Hernandez é o autor com abordagem mais holística entre os citados. Sua visão dos projetos vai muito além da práxis da sala de aula permeando a organização curricular e outras dimensões da escola. Propõe que os projetos partam da definição de um tema originado na demanda dos estudantes, desde que eles sejam capazes de argumentar sobre a relevância do assunto. Nesse sentido, Hernandez parece ser mais flexível do que Thomas (2000) já que admite

que o tema do projeto advenha de outras fontes que não o currículo oficial (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998, p. 67). Essa postura tem relação direta com sua visão de projetos. “Segundo Hernandez (1998), os projetos não podem ser considerados como modelos pedagógicos prontos e acabados, ou como metodologia didática para o cumprimento do currículo, separados de sua dimensão política” (MACHADO; QUEIROZ, 2012, p. 96).

Hernández, assim como os demais autores, se opõe ao estabelecimento de uma sequência rígida e estável de passos a ser seguida no desenvolvimento dos projetos. Apesar de sugerir possíveis tarefas para alunos e professores (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998, p. 82) e apontar algumas condições a serem respeitadas, (HERNANDEZ, 2008 apud RAPOSO, 2014, p. 725) Hernández destaca a importância de que o desenvolvimento do projeto considere a realidade e as circunstâncias de sua aplicação.

As ideias de Maria Prado (PRADO, 2003) vão ao encontro da visão de Hernandez no que se refere à busca de um método para desenvolver projetos: “[...] não existe um modelo ideal pronto e acabado que dê conta da complexidade que envolve a realidade de sala de aula, do contexto escolar” (PRADO, 2003, p. 6); “[...] no trabalho por projetos, as pessoas se envolvem para descobrir ou produzir algo novo, procurando respostas a questões ou problemas reais” ( PRADO, 2003, p. 8). Há, portanto, uma discordância com uso do projeto como exercício (HELLE; TYNJÄLÄ; OLKINUORA, 2006) e concordância com o critério de que os projetos devem envolver investigações construtivas (THOMAS, 2000) afinal, “[...] quando se conhece a priori todos os passos para solucionar o problema, esse processo se constitui num exercício e aplicação do que já se sabe (ALMEIDA, 2002, apud PRADO, 2003, p.6).

Para Prado (2003) o papel do professor é o de mediação, ou seja, ouvir, questionar e orientar a fim de criar situações de aprendizagem que levem o aluno a formalizar os conceitos colocados em ação. Ela destaca o potencial interdisciplinar dos projetos e defende que a interdisciplinaridade não nega a prática disciplinar, pelo contrário, “...ela se dá sem que haja perda da identidade das disciplinas” (FAZENDA, 1994 apud PRADO, 2003, p. 8). De forma resumida:

A pedagogia de projetos deve permitir que o aluno APRENDA-FAZENDO e reconheça a própria AUTORIA naquilo que produz por meio de QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO que lhe impulsionam a CONTEXTUALIZAR CONCEITOS já conhecidos e DESCOBRIR outros que emergem durante o desenvolvimento do projeto. Nesta situação de aprendizagem, o aluno precisa selecionar informações significativas, tomar decisões, trabalhar em grupo, gerenciar confronto de idéias, enfim desenvolver COMPETÊNCIAS INTERPESSOAIS para aprender de forma colaborativa com seus pares (PRADO, 2003, p. 7, grifo do autor).

Macías-Guarasa et al. (2006) apresentam um estudo em que buscam verificar se o interesse dos estudantes por eletrônica aumenta quando participam de cursos fundamentados na ABP. Para tanto propõem um currículo de Engenharia Eletrônica que integra cursos teóricos e

iniciativas de ABP sem impor necessariamente o teórico como pré-requisito. Embora seja um estudo interessante, com bons resultados e com sugestões práticas para a implementação, não parece ser uma fonte de concepções e/ou orientações metodológicas sobre a ABP.

Além dos diversos autores destacados aqui, é possível verificar também que há um considerável número de artigos que não estabelecem um referencial de concepções e orientações metodológicas para a ABP. A título de exemplificação desta categoria pode-se citar Basu (2008). A relação deste artigo com a ABP pôde ser estabelecida pela seguinte afirmação: “Eu planejei o curso com outro professor - nos concentramos em aprendizagem baseada em projetos, avaliação autêntica, e instrução diferenciada.” (BASU, 2008, p. 257).

Outro representante desta categoria é Marino et al. (2006), que em pesquisa a respeito dos espaços curriculares interdisciplinares envolvendo Física e Biologia, apresentam a ABP como uma metodologia centrada no aluno, com potencial para uma aprendizagem contextualizada e significativa. Vão além, definindo o que chamam de método de projetos sem, no entanto, fundamentar o que definem.

Esses e outros artigos classificados nesta categoria têm como característica o foco principal em temas diversos, ficando a ABP em segundo plano. Por vezes, como no caso de Basu (2008), só há indicação de que a metodologia usada foi a ABP. Entretanto, como discute Thomas (2000) e como esta revisão aponta, não há um modelo universalmente aceito da ABP. Sendo assim, entende-se haver a necessidade de apontar uma referência procedimental ou ao menos uma descrição das ações realizadas e nomeadas de ABP.

Em síntese, a análise dos artigos apontou dispersão quanto aos autores citados como fontes de concepções e orientações metodológicas da ABP. Destacaram-se, entre eles, o Grupo PBS, Thomas (2000), Fernando Hernandez (HERNÁNDEZ, 1998; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998), Barron et al. (1998) e Macías-Guarasa et al. (2006). Embora alguns desses autores não se proponham a ser uma fonte de concepções e/ou orientações metodológicas acerca da ABP, os quatro primeiros apresentam contribuições relevantes. Há de se destacar ainda a presença de oito artigos que não explicitam uma referência a respeito de concepções e orientações metodológica sobre a ABP.

## **2.4 - Quais os referenciais teóricos de aprendizagem e as metodologias de pesquisa associadas com a ABP?**

### *2.4.1 - Referenciais Teóricos de Aprendizagem*

No intuito de compreender como a literatura tem fundamentado teoricamente o uso da ABP realizou-se uma análise dos artigos quanto aos referenciais teóricos adotados. Os resultados

apontam que uma boa parcela dos artigos (23/41) não apresenta um referencial de aprendizagem, ou simplesmente cita o construtivismo como referencial de maneira muito geral (9/41), sem articulações com as ações realizadas ou mesmo com a ABP. O Quadro 2.5 classifica os artigos de cada categoria.

Quadro 2.5: Referencial de aprendizagem citado em cada artigo desta revisão.

<b>Referencial de Aprendizagem</b>	<b>Artigos</b>
Construtivismo	Blumenfeld et al. (1991); Chang et al. (2011, 2012); Jou et al. (2010); Quintana-Nedelcos; Llovera-González (2009); Rivet; Krajcik (2008); Rosenfeld; Rosenfeld (2006); Schnittka; Bell (2011); Thomas (2000)
Teoria da Aprendizagem Significativa (D. P. Ausubel)	Espíndola; Moreira (2006); Kanter (2010); Morales (2009); Parisoto et al. (2014)
Teoria Sociointeracionista (L. S. Vygotsky)	Baldock; Chanson (2006); Espíndola; Moreira (2006); Morales (2009)
Teoria Psicogenética (J. W. F. Piaget)	Baldock; Chanson (2006); Morales (2009)
Pedagogia Libertadora (P. R. N. Freire)	Espíndola; Moreira (2006); Raposo (2014)
Aprendizagem por Descoberta (J. S. Bruner)	Morales (2009)
Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (M. A. Moreira)	Tuyarot & Arriasecq (2015)
Modelos Mentais (Pirnay-Dummer et al., 2012)	Cole et al. (2015)
Teoria da Aprendizagem Transformadora (J. Mezirow)	Shemwell et al. (2015)
Aprendizagem Experiencial (D. A. Kolb)	Baldock & Chanson (2006)
Teoria dos Campos Conceituais (G. Vergnaud)	Parisoto et al. (2014)
Não Consta	Barcelos et al. (2010); Bargerhuff (2013); Basu (2008); Batista et al. (2008); Chue; Lee (2013); Espín et al. (2015); Ezquerra et al. (2014); Hazari et al. (2007); Hsu et al. (2015); Ivanov et al. (2014); Krajcik et al. (2008); Langbeheim (2015); Lavaqui; Batista (2007); Machado; Queiroz (2012); Marino et al. (2006); Meltzer; Otero (2015); Sanders et al. (2013); Schneider et al. (2005); Silva et al. (2013); Venville et al. (2008); Weizman et al. (2008); Yanitelli et al. (2015); Zômpero; Laburú (2011)

A título de ilustração, apresentam-se a seguir alguns casos que permitem melhor compreensão dos resultados desta seção.

Como exemplo de artigos que apenas citam o construtivismo, temos Jou et al. (JOU; CHUANG; WU, 2010), que se limitam a citar que a ABP (PBL em inglês) está de acordo com a abordagem construtivista:

“No ambiente de PBL, os alunos constroem seu próprio conhecimento através da aprendizagem ativa, interagindo com o ambiente, tal como sugerido pela abordagem construtivista, e trabalham de forma independente ou colaborando em equipes, enquanto o professor os dirige e os guia na concepção de um produto real (THOMAS, 2003, apud JOU et al., 2010, p. 50, tradução nossa).”

Chang et al. (2012), por sua vez, chegam a citar algumas referências ligadas ao construtivismo, mas não se aprofundam nos conceitos das teorias defendidas pelos autores citados, ou mesmo em como tais abordagens se relacionam com a ABP.

De acordo com as teorias do construtivismo (Honebein, 1996; Wilson, 1996; Tsai, 1998; 2000) e carga cognitiva (Sweller, Van-Merriënboer, e PaaS, 1998), os dois estágios de simulação de LED do curso PBL com OPA foram desenvolvidos para melhorar as competências profissionais dos alunos no design do LED, bem como o pensamento meta-cognitivo (CHANG et al., 2011 apud CHANG et al., 2012, p. 237, tradução nossa).

Outro conjunto de artigos faz referências a autores e teorias específicas no entanto, como no grupo anterior, não apresenta um detalhamento maior a respeito das relações entre a teoria e a ABP.

Morales (2009), por exemplo, faz uma relação superficial entre a origem da ABP e diversos autores citados: “As estratégias de instrução baseadas em projetos têm sua origem na aproximação construtivista que evoluiu a partir dos trabalhos de psicólogos e educadores tais como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget e John Dewey [...]” (MORALES, p. 428). Além dessa referência múltipla, o autor faz referências específicas a Ausubel, ao dizer que a ABP “pode gerar um ambiente mais indicado para desenvolver uma aprendizagem significativa segundo Ausubel” (MORALES, p. 428), e a Piaget ao indicar as novas experiências como meio de seguir aprendendo.

Cole et al. (2015) é um dos poucos casos em que se encontra uma articulação coerente, ao longo de todo o texto, a respeito da forma como os estudantes aprendem baseada nos modelos mentais. Partem da ideia de que “os estudantes criam modelos mentais para explicar fenômenos e situações com que se deparam” (COLE et al. 2015, p. 1816) e que “os alunos usam esses modelos mentais para interagir com o mundo em torno deles e lhe dar sentido” (COLE et al. 2015, p. 1817). Sendo assim, as “novas experiências são vistas através das lentes do modelo mental dos alunos” (JONES, ROSS, LYNAM, PEREZ, E LEITCH, 2011 apud COLE et al., 2015, p. 1817). A partir dessas premissas, os estudantes foram incentivados a realizar observações e registros

diários da Lua com o maior nível de detalhamento possível, bem como a registrar seus questionamentos a respeito do observado. Com isso, os participantes puderam realizar conexões através de seus pensamentos e tiveram tempo para transformar seus pensamentos em palavras, condições consideradas fundamentais para a tomada de sentido científico (COLE et al. 2015, p. 1818). Essa mesma fundamentação orientou a definição do artefato da proposta, constituído de uma espécie de diário em que as observações, ideias e dúvidas foram registradas:

Neste estudo os alunos utilizaram seus diários de observação da lua, juntamente com os seus modelos mentais como ferramentas para fazer o sentido dos padrões na aparência e localização da Lua ao longo do tempo, mais tarde incorporando um modelo físico tridimensional, para refinar mais a sua compreensão das fases lunares (COLE et al., 2015, p. 1817, tradução nossa).

#### *2.4.2 - Metodologias de Pesquisa*

Em relação às 19 pesquisas encontradas há um maior número de pesquisas qualitativas (10) em comparação às quantitativas (5) e mistas (4). Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados são as notas de campo ou registros de observações (8), entrevistas (8), trabalhos dos estudantes (8), vídeo-filmagens (5), questionários (4) e pré/pós–teste (4). O Quadro 2.6 apresenta um panorama das pesquisas destacando o tipo de pesquisa e os instrumentos utilizados em cada artigo desta natureza.

Com os exemplos apresentados e a compilação oferecida pelo Quadro 2.6, percebe-se a ausência de fundamentação teórica de aprendizagem na maioria dos artigos pesquisados e a pouca relevância dada ao tema pelos demais. A ABP é tratada como uma metodologia de ensino de caráter construtivista por uma considerável parcela dos autores. Aqueles que buscam relacionar a ABP a determinadas teorias de aprendizagem, o fazem de maneira superficial e, em sua grande maioria, sem uma efetiva integração com a proposta de ABP apresentada.

Em vista dos argumentos apresentados, pode-se afirmar que as metodologias de pesquisa usadas com a ABP são predominantemente qualitativas (10), mas com iniciativas quantitativas (5) e mistas (4). Os principais instrumentos de coleta de dados são as notas de campo ou registros de observações (8), entrevistas (8), trabalhos dos estudantes (8), vídeo-filmagens (5), questionários (4) e pré/pós–teste (4).



Quadro 2.6: Metodologia de pesquisa e instrumentos de coleta de dados das pesquisas. (continua)

<b>Metodologia</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b>	<b>Artigos</b>
Qualitativa	Vídeo-filmagens.	Schneider et al. (2005)
	Questionários, notas de campo e entrevistas.	Rosenfeld & Rosenfeld (2006)
	Registros de observação e entrevistas.	Batista et al. (2008)
	Notas de campo, registros escolares, análise dos trabalhos dos estudantes e entrevistas.	Basu (2008)
	Notas de campo e análise das respostas dos estudantes a uma questão discursiva.	Venville et al. (2008)
	Notas de campo e questionário.	Barcelos et al. (2010)
	Registros redigidos pelos participantes e vídeo-filmagens.	Machado & Queiroz (2012)
	Registros de observação, entrevistas e análise de documentos escolares.	Bargerhuff (2013)
	Vídeo-filmagens, entrevistas, notas de observação e registros escolares.	Chue & Lee (2013)
	Entrevistas.	Shemwell et al. (2015)
Quantitativa	Questionário.	Marino et al. (2006)
	Questionários.	Hazari et al. (2007)
	Pré/Pós-teste, registros de observação, artefatos criados pelos estudantes e vídeo-filmagens*.	Rivet & Krajcik (2008)
	Pré/Pós-teste.	Kanter (2010)
	Teste conceitual de conhecimento das fases da Lua (Pré/Pós-teste), diários de observação produzidos pelos estudantes, rubricas de avaliação <sup>18</sup> e entrevistas.	Cole et al. (2015)
Mista	Registros de observação, entrevistas e artefatos criados pelos participantes.	Schnittka & Bell (2011)
	Mapas Conceituais (Pré/Pós-teste), entrevistas e avaliação pelos pares.	Chang et al. (2012)
	Análise da resolução de questões problema e Mapas Conceituais.	Parisoto et al. (2014)
	Vídeo-filmagens, artefatos criados pelos participantes e rubricas de avaliação.	Hsu et al. (2015)

Nota: \*Uma métrica foi utilizada para transformar os dados de instrumentos qualitativos em dados quantitativos.

<sup>18</sup> Trata-se de “procedimento ou guia de pontuação, que lista critérios específicos para o desempenho dos alunos e descreve diferentes níveis de desempenho para esses critérios” (Bender, 2014, p. 133). Também podem ser chamadas de protocolos de avaliação.

## 2.5 - Comentários sobre esta revisão da literatura

Neste capítulo foi oferecido um panorama geral da produção acadêmica da ABP no contexto do Ensino de Física. Para tanto foram apresentados um perfil da produção acadêmica sobre o tema e um mapeamento da literatura contendo as principais concepções e orientações metodológicas, os referenciais teóricos de aprendizagem e as metodologias de pesquisa presentes nos artigos que envolvem a ABP.

O número total de artigos tratando da ABP (41), e especialmente os que apresentam pesquisas empíricas (19), é pequeno frente ao potencial que a ABP demonstra e ao número de artigos publicados nos periódicos pesquisados. Considerando as potencialidades da ABP para a Física no Ensino Médio, chama a atenção o baixo número de estudos sobre o tema nesse contexto. Parece, portanto, que tanto experiências de implementação quanto estudos empíricos devam ser realizados neste nível a fim de que a ABP não só seja difundida, mas também qualificada.

Outro ponto que se mostrou fértil é o da discussão das concepções e orientações metodológicas da ABP. Como relatado por Thomas (2000) e ratificado por esta revisão, não há, na literatura, um modelo de ABP universalmente aceito. A mesma diversidade é encontrada nas denominações do uso educacional dos projetos em que parece haver um uso indiscriminado de diferentes termos. O estudo sistemático do tema poderia esclarecer possíveis relações entre os modelos de ABP, denominações do uso dos projetos e o contexto histórico da ABP (Apêndice A), e até mesmo definir melhor as fronteiras entre as diferentes concepções de ABP.

O estudo dos referenciais teóricos de aprendizagem apontou que não é dada a devida atenção a essa questão. É preocupante que iniciativas de ensino e aprendizagem sejam levadas a cabo sem a devida reflexão sobre como o estudante aprende. Ainda que as teorias sejam aproximações da realidade e que não sejam completas, elas podem e devem apontar direções e nortear decisões. Portanto, parece razoável que permeiem e orientem tanto estudos empíricos quanto iniciativas de implementação. Embora a ABP pareça ser compatível com teorias construtivistas e humanistas, essa flexibilidade não deve ser confundida com a dispensa de uma adequada fundamentação teórica de aprendizagem.

No que se refere às concepções e orientações metodológicas da ABP, foram encontradas variadas referências com predominância do Grupo PBS e relevantes citações a Thomas (2000), Fernando Hernández (HERNÁNDEZ, 1998; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998), Barron et al. (1998), Prado (2003) e Macías-Guarasa et al. (2006). Nessa análise, também foram identificados artigos que não indicam as concepções e orientações metodológicas que fundamentam a proposta. Tal fato pode indicar o desconhecimento da variedade de modelos de ABP ou mesmo a falta de cuidados procedimentais. Em ambos os casos, as consequências são preocupantes, já que isso impossibilita a relação entre as ações efetivadas e os resultados obtidos. Aqueles que estudam

e/ou implementam a ABP precisam considerar a ausência de um modelo universal dessa metodologia, já que isso exige uma descrição mais criteriosa sobre as ações efetuadas. Além disso, a não existência de um referencial universal para a ABP enseja a necessidade de melhor compreensão das semelhanças e diferenças entre as concepções e orientações metodológicas da ABP.

O panorama oferecido por esta revisão é limitado, podendo ser ampliado através da análise de outros fatores da ABP dentro do contexto do Ensino de Física. Sugere-se, a título de complementação, o estudo de seus elementos básicos, de seus contextos de implementação, dos conteúdos abordados, dos resultados obtidos, do impacto sobre alunos e professores entre outros. Apesar disso, a revisão da literatura apresentada aqui é suficiente para subsidiar a pesquisa proposta no que tange aos conceitos e princípios da ABP e para apontar questões que precisam ser melhor investigadas.

Ainda assim, foi realizado um acompanhamento de publicações tratando do uso educacional de projetos com data posterior ao período investigado até outubro de 2018. Além de manter ativo um alerta na ferramenta Google Acadêmico usando os mesmos termos da revisão sistemática anteriormente apresentada, foram investigados outros artigos e citações identificados ao longo das leituras referentes à tese. Nesse interim foram encontrados diversos textos citando o uso educacional de projetos e alguns deles tratando da ABP no formato utilizado nesta pesquisa. Apesar disso, apenas um apresentou informações complementares daquelas aqui relatadas. Trata-se do artigo de Bautista-Vallejo, Espigares e Espigares (2017). Diferentemente dos demais artigos investigados, nesse os autores buscam, ainda que sucintamente, apresentar uma diferenciação entre ABP e pedagogia de projetos colocando esta última em um nível mais genérico do que a ABP. Entendem que “uma pedagogia de projetos é uma maneira mais genérica de entender o trabalho educativo de projetos” (BAUTISTA-VALLEJO, ESPIGARES E ESPIGARES, 2017, p. 44, tradução nossa). Dessa forma defendem que a pedagogia de projetos designa diferentes formas do uso educacional de projetos como projetos de trabalho, projetos cooperativos, etc. Além disso, apresentam o modelo “IVAC” (Pesquisa, Visões, Ações e Mudanças) empregado por Jensen (1997). Trata-se de uma estratégia complementar à ABP que busca estruturar e facilitar a participação dos alunos e apresenta semelhanças à etapa de defesa do tema a ser estudado no projeto, que Hernandez e Ventura (1998) defendem. Quanto ao modelo de ABP, no entanto, não apresentam novidades em relação ao que foi apresentado na revisão sistemática da literatura desta tese. Apresentam definições muito semelhantes às que Bender (2014) propõe, citando-o nominalmente.

## 2.6 - Percursos de Estudo e Pesquisa

Foi realizada, de forma complementar, uma análise da literatura a respeito de estudos envolvendo os Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP) já que, por se tratar de um dispositivo didático oriundo da Teoria Antropológica do Didático (TAD), tais estudos poderiam apresentar procedimentos e instrumentos potencialmente úteis para a pesquisa com a ABP. Além disso, a notória semelhança entre os PEP e a ABP poderia corroborar a hipótese de que a metodologia investigada (ABP) também possui o potencial de ser uma alternativa metodológica que evite problemas didáticos criticados pela TAD. Os principais achados e conceitos são apresentados a seguir.

Os Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP)<sup>19</sup> – dispositivo didático proposto por Chevallard (2004, 2006) – têm sido apresentados como uma possível resposta a parte dos problemas identificados em propostas didáticas (e.g. aplicacionismo e monumentalismo). Trata-se de uma proposta que “[...] pretende recuperar a relação genuína entre questões e respostas que está na origem da construção do conhecimento científico em geral e da atividade matemática em particular” (BARQUERO; BOSCH; GASCÓN, 2011, p. 341).

Essa organização didática toma como ponto de partida uma questão viva, i.e., com um forte poder de gerar a aparição de numerosas questões derivadas, chamada de questão geratriz (BARQUERO; BOSCH; GASCÓN, 2011). Para se caracterizar como tal, a questão geratriz necessita despertar interesse real na comunidade de estudo, não devendo portanto, “[...] ser uma questão imposta pelo professor em função de certas necessidades didáticas que este se proponha” (BARQUERO; BOSCH; GASCON, 2010, p. 567). Espera-se que a questão geratriz dê origem a diversas questões derivadas e que a busca de respostas a todas elas conduza os envolvidos na construção dos saberes.

Ao longo do PEP, o estudo da questão geratriz  $Q_0$  evolui e dá lugar à proposição de muitas novas «questões derivadas»:  $Q_1, Q_2 \dots Q_n$ . O estudo de  $Q_0$  e de suas questões derivadas conduz à busca de respostas e, com isso, à construção de um grande número de saberes que delimitam o mapa e os limites provisórios do «território» a percorrer durante o processo de estudo. Este processo, que podemos sintetizar como uma rede de questões e respostas ( $Q_i, R_i$ ), contém as possíveis trajetórias a «percorrer» geradas a partir do estudo de  $Q_0$ . (BARQUERO et al., 2010, p. 567, tradução nossa).

A questão geratriz, portanto, assume importância vital no desenvolvimento de um PEP, já que, junto com as questões dela derivadas, é origem, motor e razão de ser de todo o processo de estudo. É fundamental que a questão geratriz esteja presente ao longo de todo o processo de estudo atuando como eixo articulador do referido processo, o que não significa que ela seja

---

<sup>19</sup> O termo original, cunhado em francês, é *Parcours D'étude et de Recherche (PER)*, em espanhol são chamados de *Recorridos de Estudio e Investigación (REI)* e em inglês *Study and Research Courses (SRC)*.

imutável, ao contrário, ela evolui e se desenvolve ao longo do processo de estudo (BARQUERO; BOSCH; GASCON, 2010). Chevallard (1999) destaca ainda que:

Esta questão geratriz  $Q_0$  deve ser «levada a sério» pela comunidade de estudo já que sua resposta deve permitir atuar em algum sentido importante (vital). A resposta desejada não pode ser limitada a uma simples informação; o estudo de  $Q_0$  deve requerer a construção de toda uma organização matemática como resposta, isto é, a construção de um conjunto de tipos de problemas, de técnicas para resolver esses problemas e de elementos tecnológicos-teóricos que permitam explicar e justificar o trabalho realizado. (CHEVALLARD, 1999 apud BARQUERO et al., 2010, p. 567, tradução nossa).

Trata-se, portanto, de um processo complexo de caráter aberto e dinâmico que oferece uma série de desafios e oportunidades, cujo contexto tem especial relevância. Barquero et al. (2010) apresentam um estudo sobre a ecologia<sup>20</sup> local requerida pelos PEP no qual desvelam questões epistemológicas e pedagógicas a respeito dessa nova organização didática, bem como sobre suas potencialidades e limitações.

Explorando o problema didático do ensino da modelagem matemática no contexto universitário, os autores apresentam a noção de PEP como uma organização didática alinhada aos princípios da TAD e, portanto, uma alternativa ao monumentalismo e ao paradigma de inventariar os saberes.

“[...] introduziremos a noção de *Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP)* (Chevallard, 2004, 2005, e 2006) como um novo tipo de organização didática que, ao contrário do ponto de vista «monumentalista» que põe em primeiro plano o estudo ou «visita» dos saberes cristalizados, aposta na introdução de uma nova epistemologia escolar que deveria substituir o *paradigma escolar de «inventariar» os saberes* por um paradigma de *questionamento do mundo*. De certa maneira, os PEP representam, como veremos, a materialização do que a TAD considera como processos didáticos baseados em um ensino «funcional» das matemáticas (BARQUERO et al., 2010, p. 555, grifo do autor, tradução nossa).

Ao concentrar-se nos níveis mais genéricos de codeterminação<sup>21</sup> – pedagogia, escola, sociedade e civilização – identificaram restrições à modelização matemática ligadas ao aplicacionismo. Essa postura epistemológica fundamenta-se na ideia de que o modelo matemático é preexistente, sendo aplicado ao sistema que está sendo modelado. Tal postura parte do princípio de que tanto o modelo quanto o sistema em questão são estáticos ao longo de todo o processo de modelização, premissa essa que está em oposição ao preconizado pela TAD e, conseqüentemente, aos PEP.

Além da questão epistemológica apresentada, Barquero et al. (2010) identificaram

---

<sup>20</sup> Conjunto de condições que possibilitam e de restrições que limitam o desenvolvimento de um dado sistema didático.

<sup>21</sup> Os níveis de codeterminação didática representam diferentes instâncias que atuam mutuamente na forma de organizar um determinado conhecimento e na forma de organizar seu processo de ensino e aprendizagem. Visando situar as condições e restrições que afetam os processos de ensino e aprendizagem, Chevallard não só definiu esses níveis como estabeleceu uma hierarquia entre eles.

restrições ligadas à pedagogia dominante, i.e., a forma de interpretar o que é aprender e ensinar. Seus resultados apontam algumas características dessa pedagogia que podem gerar restrições para a modelagem matemática:

- As questões problemáticas Q não são centrais nos processos de estudo e tendem a desaparecer ao longo do processo;
- O objetivo dos processos de ensino está estabelecido de antemão e formulado em termos dos conteúdos do saber a ensinar;
- Durante o estudo de questões problemáticas não se considera a existência de possíveis respostas preestabelecidas diferentes daquelas fornecidas pelo professor;
- A tradição escolar apoia a compilação formal de textos em que se encontram registradas as respostas preestabelecidas e aceitas pela instituição;
- O processo de estudo é visto de maneira individualista;
- Separa-se o conteúdo a ser ensinado da forma que o processo de ensino é organizado, gerando uma separação radical entre o ensino das matemáticas e a sua atividade geradora;
- Os recursos de estudo e investigação são eliminados no processo de ensino;
- A fim de evitar a evasão tende-se a eliminar os aspectos disciplinares que por sua dureza e exigência dificultam, alegadamente, a vida escolar da maioria dos alunos;

Embora essas restrições estejam ligadas ao ensino da modelagem matemática no contexto universitário, onde ocorreu a pesquisa, é possível perceber que algumas delas são comuns a outros contextos e disciplinas. Além disso, o conhecimento de tais restrições permite identificar as modificações que precisam ser realizadas a fim de se introduzir um novo tipo de organização didática, ou mesmo identificar elementos que possam estar prejudicando a obtenção dos resultados esperados por essa implantação.

As restrições, no entanto, não se limitam aos níveis mais altos de codeterminação, sendo encontradas também nos níveis mais específicos como o da disciplina. Ao tratar do tema Barquero et al. (2011; 2014) apontam restrições ligadas à organização tradicional dos conteúdos e ao seu andamento, bem como a ausência institucional de noções, conceitos e discursos imprescindíveis para o trabalho de modelização matemática. Entretanto, a restrição no nível da disciplina que parece mais relevante em função de sua generalidade e impacto é a modificação no contrato didático tradicional exigida pelos PEP. Essa mudança envolve desde alterações nas funções e responsabilidades de professores e alunos (BARQUERO; BOSCH; GASCÓN, 2007, 2014; BON et al., 2011; LLANOS; OTERO, 2012) até a alteração do tipo de problema explorado (BON et

al., 2011).

Nos PEP os estudantes precisam assumir a responsabilidade por aspectos que, no contrato tradicional, são tarefas do professor: “planejamento do estudo, tempo dedicado a cada uma das atividades, seleção das ferramentas matemáticas supostamente apropriadas, uso de ferramentas computacionais e bibliográficas, institucionalização das respostas parciais, avaliação dos resultados, etc.” (BARQUERO et al., 2011, p 348). É necessário, portanto, “ceder aos estudantes a máxima autonomia e responsabilidade, negociando explicitamente muitos dos aspectos que muitas vezes permanecem implícitos e sob a responsabilidade exclusiva do professor” (BARQUERO et al., 2014, p. 96, tradução nossa).

De igual forma, o professor também precisa assumir uma função diferente daquela assumida no contrato didático tradicional. Ele precisa “[...] assumir um novo papel e optar por atuar como diretor do processo de estudo promovendo a autonomia progressiva dos estudantes, ao invés de optar por uma instrução de caráter «autoritário» (ou mesmo «ditatorial»)” (BARQUERO et al., 2014, p. 97, tradução nossa).

Apesar de centrais, essas não são as únicas mudanças necessárias em relação ao contrato didático tradicional. No tradicional, as respostas habitualmente obtidas são aquelas estabelecidas nos livros textos e apresentadas pelo professor, pois as questões investigadas costumam ter essa mesma origem. Já nos PEP as questões estudadas são de outro tipo, exigindo um período mais longo de estudo e a elaboração de uma resposta personalizada. Portanto, respostas oriundas das fontes citadas costumam não responder plenamente a questão geratriz, o que exige que as informações obtidas sejam desconstruídas e reconstruídas em função das necessidades (BARQUERO; BOSCH; GASCON, 2010). A validação das respostas passa a envolver espaço para argumentação e defesa da resposta construída pela comunidade de estudos, ainda que essas tenham um caráter provisório.

Outra modificação relevante está relacionada à forma de trabalho dos estudantes. Enquanto no contrato didático tradicional há predomínio de atividades de natureza individual, nos PEP uma comunidade de estudos investiga coletivamente a questão geratriz em busca de uma resposta compartilhada e, nesse processo coletivo, dividem tarefas, negociam responsabilidades e compartilham conhecimento (BARQUERO et al., 2010). Trata-se portanto, de um trabalho colaborativo que envolve toda a comunidade de estudo.

Deste modo, torna-se explícita a diferença entre os PEP e a abordagem tradicional. Essa nova organização didática advém dos princípios elencados pela TAD e permite enfrentar, à luz desta teoria, problemas como a perda da relação genuína entre questões e respostas, base da construção do conhecimento (BARQUERO et al., 2011) e a forte presença do aplicacionismo e do monumentalismo nas epistemologias dominantes (BARQUERO et al., 2010, 2011, 2014).

Ao postular a ideia geral de PEP, Chevallard (2004, 2006) ofereceu uma estrutura organizada para o desenvolvimento de sequências didáticas coerentes com a TAD. Essa estrutura tem sido utilizada em iniciativas envolvendo principalmente a disciplina de Matemática (e.g. BARQUERO et al., 2010; BON et al., 2011; ANDRADE; GUERRA, 2014), mas não se restringe a essa disciplina.

Uma parte das publicações sobre PEP se concentra no desenvolvimento de sequências didáticas e suas respectivas análises. Essas publicações costumam tomar os princípios dos PEP como fundamento para desenvolver formas de abordar determinados conteúdos e/ou enfrentar problemas educacionais elencados pela TAD tais como o monumentalismo, o aplicacionismo e o autismo docente (COSTA; LANDERRECHE; LERNER, 2012; ROSA; ELISABETH; MARIN, 2014).

Outra parte se dedica a investigar as diferentes dimensões de problemas didáticos ligados aos PEP. Estudam, por exemplo, modelos epistemológicos presentes nas instituições em que os PEP são implementados e a ecologia dessa organização didática em dado contexto.

Além de ser estudado como uma nova organização didática, os PEP apresentam outra potencial utilidade: atuar como modelo de referência permitindo a análise de modelos docentes coerentes com a TAD.

[...] temos nos referido aos Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP) como um novo tipo de organização didática que podemos utilizar como modelo de referência para a análise, desenho e experimentação dos modelos docentes não «monumentalistas» cujo objetivo principal é o de introduzir uma nova epistemologia na escola cujo paradigma central vem a substituir o paradigma de «inventariar» os saberes por um paradigma de questionamento do mundo com o qual se dê sentido e funcionalidade ao estudo escolar das matemáticas em seu conjunto (BARQUERO et al., 2010, p. 566, tradução nossa).

Possivelmente essa seja a característica que mais interessa a este trabalho. É possível identificar na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) uma série de semelhanças com os PEP que nos permitem considerá-la como uma boa candidata à metodologia não monumentalista, que promove o paradigma de questionamento do mundo. Além disso, essa proposição abre espaço para uma avaliação da ABP, à luz da TAD, que permite não só verificar essa hipótese como também descrever analiticamente o processo de desenvolvimento de uma iniciativa ABP e compará-lo com o que preconizam os princípios da própria metodologia e dos PEP.

Ainda na perspectiva da investigação dos processos didáticos sob o olhar dos PEP, Hansen e Winsløw (2011) analisam os projetos finais desenvolvidos por alunos da escola secundária dinamarquesa<sup>22</sup>, utilizando a estrutura dos PEP como ferramenta de análise. Isso foi

---

<sup>22</sup> Na Dinamarca cada estudante deve, no terceiro ano, fazer um "projeto final" autônomo que combine conhecimento de duas (ou mais) disciplinas (HANSEN; WINSLOW, 2011).



realizado através da adaptação do diagrama de árvore proposto por Barquero, Bosch e Gascón (2007).

O resultado da análise dos projetos é assim "mapeado" como um diagrama de árvore começando com a pergunta (s) colocada pelos professores, continuando com as questões derivadas dos estudantes (frequentemente dois ou três níveis antes de chegar a uma pergunta que o aluno possa relacionar com praxeologias de uma das disciplinas) e mais adiante para as respostas sintetizadas a questões supérfluas. Vários códigos de cores e marcas são usados para distinguir questões dentro de uma das disciplinas ou dentro de três tipos principais de "problemas integrados" (a definição de que se baseia em outras partes de ATD) (HANSEN; WINSLØW, 2011, p. 687).

O resultado de tal análise se apresenta na forma de diagramas (e.g. Figura 2.1) que, apesar de complexos e de não refletirem o conteúdo completo de cada projeto “[...] apresentam características importantes como a autonomia com a qual o estudante gerou mais perguntas, o grau em que as disciplinas foram realmente integradas e a coerência do projeto como um todo” (HANSEN; WINSLØW, 2011, p. 687). Os autores destacam ainda que essas informações, associadas ao conjunto reconstruído de perguntas e as praxeologias desenvolvidas para respondê-las, fornecem uma boa e reveladora imagem dos projetos investigados.

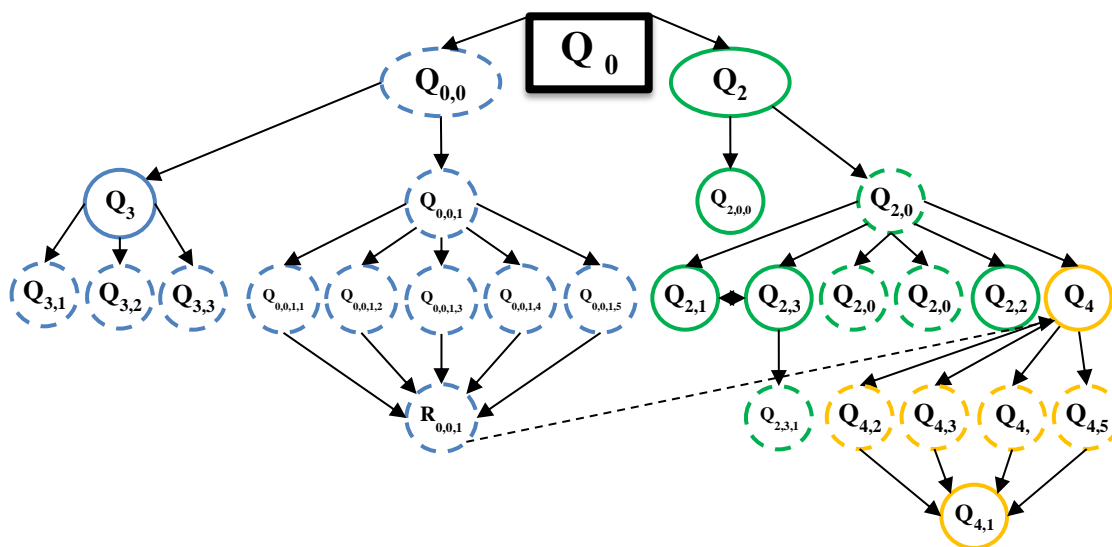


Figura 1: Exemplo de mapeamento realizado por Hansen e Winslow (2011)

Os diagramas usam diferentes códigos de cores e linhas para distinguir questões ligadas a determinada disciplina ou a diferentes tipos de integração. Na figura 2.1 é possível identificar a questão geratriz  $Q_0$  dando origem a questionamentos derivados como  $Q_{0,0}$  que por sua vez dá origem a outros questionamentos cujas respostas se unem para compor uma resposta parcial à questão geratriz  $R_{0,0,1}$ . Apesar dos projetos investigados não terem sido desenvolvidos com base na TAD, ou na estrutura dos PEP, foi possível analisá-los como vestígios de um PEP.

A possibilidade de utilizar esses diagramas para estudar qualquer processo didático fica ainda mais explícita no artigo de Winsløw, Matheron e Mercier (2013): “A reivindicação principal

deste trabalho é que os diagramas do tipo ilustrado acima podem ser usados para estudar qualquer processo didático, incluindo o ensino concebido sem a ideia de PEP em mente” (Winslow et al., 2013, p. 279, tradução nossa). Para tanto, é necessário que se disponha de informações bem detalhadas sobre o conteúdo, ordem e origem das perguntas e respostas.

Outra forma de análise de processos didáticos no campo da matemática, utilizada por Corica e Otero (2011), é por meio da construção de uma organização de referência e da reconstrução da organização matemática a ensinar e da efetivamente ensinada. A partir do que efetivamente foi ensinado é realizada a reconstrução da Organização Matemática (OM) e da Organização Didática (OD) associadas (CORICA; OTERO, 2011, p. 606).

No estudo citado, foi realizada a gravação e respectiva transcrição dos áudios das aulas e organizadas duas tabelas com função analítica. Uma das tabelas teve como objetivo realizar uma análise sobre o processo de estudo vivenciado pelos seus protagonistas e a outra para fazer uma “[...] análise global do processo de estudo, vinculado com o *topos* do aluno e do professor dentro do processo de estudo” (CORICA; OTERO, 2011, p. 610).

A primeira tabela continha o conjunto de ações realizadas em aula descritas na forma prevista pela TAD, i.e., em termos de gênero de tarefas, tarefas, técnicas e do bloco tecnológico. A análise realizada a partir dessa primeira tabela permitiu explorar a OM efetivamente ensinada, mostrando se tratar de uma OM Local (OML) composta por 14 OM Pontuais (OMP), das quais sete são estudadas exclusivamente nas aulas teóricas. Além disso, foi possível identificar os gêneros de tarefas característicos das aulas, teóricas e práticas, e que os tipos de tarefas presentes estão relacionados a questões geratrizes voltadas à simples resolução de tarefas, o que é criticado pelas autoras.

Ressaltamos que todas as OMP se definem a partir de tipos de tarefas que estão associados a questões geratrizes que conservam o propósito de *como resolver as tarefas*, evitando a formulação de perguntas do tipo por que ou para quê, que exigem necessariamente a formação e questionamento do entorno tecnológico/teórico, constituindo um aspecto importante da exigência de justificção das atividades. O que interessa no curso de cálculo é dar respostas às tarefas do tipo *como*, isto é, as respostas se limitam a uma informação simples que conduz à construção de uma OML composta por OMP vinculadas debilmente (CORICA; OTERO 2011, p. 613 – tradução nossa, grifo do autor).

Já a segunda tabela partiu de elementos da TAD, como os gêneros de tarefas e os momentos didáticos, por exemplo, acrescidos de categorias desenvolvidas pelas autoras. A estrutura desta tabela permitiu a decomposição da aula em episódios contendo: uma noção matemática a ser estudada, os momentos didáticos predominante e secundário do episódio, os

gestos do professor<sup>23</sup> e dos alunos<sup>24</sup>. Diferentes subcategorias para cada coluna da tabela permitiram um detalhamento ainda maior sobre os elementos estudados.

O processo, portanto, permitiu não só a decomposição intuitiva das aulas em Episódio, Noção Matemática e Gênero de tarefas, como também a correlação entre essas categorias, os momentos didáticos e as ações de professores e alunos. Através dessas correlações, foi possível determinar que nas aulas teóricas predominam os momentos didáticos da Constituição do Entorno Tecnológico/Teórico (CETT) e o exploratório. Os momentos da institucionalização e do primeiro encontro aparecem como secundários e o momento de trabalho da técnica é quase inexistente. Esse panorama permitiu a categorização das aulas teóricas como estudo tradicional uma vez que “[...] o momento CETT aparece como a primeira etapa do processo de estudo” (CORICA; OTERO 2011, p. 615, tradução nossa). Além disso, “[...] os gestos do docente se concentram na resolução de tarefas que consolidam o bloco tecnológico da OM que se (re)constrói” (CORICA; OTERO 2011, p. 615, tradução nossa).

Já nas aulas práticas o momento CETT não aparece, ao contrário do momento exploratório que “[...] é transversal a todos os tipos de aulas” (CORICA; OTERO 2011, p. 617, tradução nossa). Novamente, a presença do momento de trabalho da técnica é quase nula, assim como o momento da avaliação. Destacam ainda que “[...] a relação entre os blocos prático/técnico e tecnológico teórico é muito assimétrica: enquanto o tecnológico/teórico dita os conteúdos ao bloco prático/técnico, este tem uma incidência nula na constituição, desenvolvimento e estrutura do bloco tecnológico/teórico” (CORICA; OTERO 2011, p. 617, tradução nossa). As ações docentes ficam limitadas à apresentação de técnicas algorítmicas e os elementos tecnológicos/teóricos não emergem naturalmente da necessidade suscitada pelo desenvolvimento das técnicas.

Outra análise realizada a partir dos dados da segunda tabela, conforme já mencionado, é a que busca descrever o *topos* de alunos e professores. Para tanto, as autoras analisaram os dados relacionados ao que chamaram de gestos de convite (*gestos de invitación*<sup>25</sup>) e gestos de aceitação (*gestos de aceptación*<sup>26</sup>). Os resultados apontaram que os *gestos de invitación* são costumeiramente perguntas em sentido débil, i.e., questões que o aluno conhece a resposta ou pode obtê-la facilmente e apenas uma pequena parcela dos estudantes responde positivamente a essas perguntas. Foi identificado ainda que essa resposta positiva por parte dos alunos é mais frequente nas aulas práticas onde os estudantes têm a oportunidade de interagir efetivamente com

---

<sup>23</sup> Atividades da prática docente que se constrói ao longo dos anos a partir da experiência do professor na instituição (CORICA; OTERO 2011, p. 611, tradução nossa).

<sup>24</sup> Respostas dos estudantes aos gestos do professor.

<sup>25</sup> *Gestos de invitación* são estímulos aos estudantes realizados através de perguntas que buscam envolver o aluno no processo de estudo.

<sup>26</sup> *Gestos de aceptación* são as respostas dos alunos aos *gestos de invitación* dos professores.

os colegas e com os professores.

A correlação entre os momentos didáticos e os gestos de posicionamento<sup>27</sup> dos estudantes mostrou ainda que nos casos em que prevaleceram os momentos de Constituição do Entorno Tecnológico/Teórico (CETT) e o Exploratório (ETET) os gestos preponderantes dos alunos foram de recepção, ou seja, “[...] permanecem em silêncio e parecem estar adquirindo a informação sobre modos de fazer, descrever, nomear, validar” (CORICA; OTERO 2011, p. 612, tradução nossa).

Todo este processo de análise levou a uma descrição detalhada das aulas e o apontamento das características principais da ação didática investigada, apontando possíveis alterações que poderiam qualificar a prática didática à luz da TAD. Tal processo parece promissor também para o estudo de outras ações didáticas envolvendo inclusive iniciativas como a ABP.

No próximo capítulo serão apresentados em detalhes os fundamentos e princípios da TAD, teoria que embasa a pesquisa aqui descrita e que deu origem aos PEP. Desta forma, alguns dos conceitos apenas citados aqui serão esclarecidos.

---

<sup>27</sup> *Gestos de posicionamento* do professor são comentários ou perguntas que indicam a maneira de pensar e fazer existentes na instituição. Já os *gestos de posicionamento* do aluno são comentários, respostas ou perguntas relacionadas à compreensão dessa maneira de pensar e agir.

## Capítulo 3 – Referencial Teórico: Teoria Antropológica do Didático

Ao longo desse capítulo serão apresentados os principais conceitos da Teoria Antropológica do Didático (TAD). A discussão parte da ideia de praxeologia, tratando de cada um de seus elementos em detalhes, passando pela discussão dos momentos didáticos propostos por Chevallard e encerrando-se com a apresentação da heurística de construção do problema didático.

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) é uma abordagem teórica oriunda da didática francesa, e está intimamente ligada à Educação Matemática, ainda que não se limite a ela (e.g. SCHIVANI, 2014). Na verdade, é possível dizer que a TAD pode ser aplicada a todos os ramos da atividade humana já que essa abrangência está prevista em uma de suas premissas. Apesar disso, o seu uso mais comum tem estado relacionado à Educação.

Como citado na introdução, a TAD possui dois aspectos fundamentais, o estrutural, representado pelas Praxeologias, e o funcional descrito através dos Momentos Didáticos (MD). São aspectos independentes que se complementam, permitindo uma descrição mais completa a respeito da Organização Praxeológica (OP) investigada.

### 3.1 - A noção de praxeologia

A ideia de praxeologia dentro da TAD é costumeiramente expressa pelo conjunto  $[T, \tau, \theta, \Theta]$ , onde T representa um tipo de tarefa,  $\tau$  indica uma técnica,  $\theta$  uma tecnologia e  $\Theta$  uma teoria. Esse conjunto engloba dois aspectos relevantes indicados pela etimologia do termo praxeologia, i. e., a existência de uma *práxis* (saber fazer) e de um *logos* (saber).

Para a TAD, a atividade humana pode ser descrita através de tarefas (t) que podem ser agrupadas dando origem a tipos de tarefas (T), de modo que  $t \in T$ . As tarefas são realizadas com o emprego de uma técnica ( $\tau$ ), justificada por uma tecnologia ( $\theta$ ) que tem origem em uma teoria ( $\Theta$ ). Nessa estrutura, os tipos de tarefas e as técnicas empregadas na sua realização compõem o chamado bloco prático-técnico (práxis), enquanto as tecnologias e teorias formam o bloco tecnológico-teórico (logos). Na sequência são apresentados cada um dos elementos com maior detalhamento.

### 3.2 - Tarefas (t), Tipos de Tarefas (T) e Gênero de Tarefas

Os conceitos de Tarefas (t), Tipos de Tarefas (T) e Gênero de Tarefas são fundamentais dentro da TAD e, como por vezes guardam diferenças relevantes em relação ao sentido cotidiano

dos termos, precisam ser adequadamente compreendidos. Afinal, “[...] a noção de tarefa usada aqui é claramente mais ampla do que a linguagem comum: coçar a bochecha, ir do sofá até o guarda-roupa, e até mesmo sorrir para alguém, também são tarefas.” (CHEVALLARD, 1999, p. 2 - tradução nossa).

O uso de termos semelhantes pode causar alguma confusão em relação às definições de Tarefa (t), Tipo de Tarefas (T) e Gênero de Tarefas. No entanto, existe uma organização hierárquica de especificidade entre elas que favorece a correta distinção entre os seus significados.

Uma tarefa é a unidade mais específica entre os três conceitos citados. Trata-se de uma ação muito particular, como calcular o valor de X na expressão  $X + 2 = 4$ . Com uma generalidade um pouco maior, temos o conceito de tipo de tarefa. Neste caso, a ação é a de “calcular o valor de X em uma expressão algébrica”, ou seja, a expressão poderia ser a citada anteriormente, ou qualquer outra que envolvesse a variável X. Isso demonstra que diferentes tarefas (t) podem fazer parte de um mesmo tipo de tarefa (T), ou como escreve Chevallard (1999),  $t \in T$ .

É interessante notar que tanto tarefas quanto tipos de tarefas pressupõem uma ação, na maioria dos casos descrita por um verbo, e um objeto relativamente preciso sobre o qual ocorre a ação. Quando o objeto da ação não é determinado, temos o que a TAD chama de gênero de tarefas, i.e., um verbo indicando uma ação sem a identificação do objeto dessa ação. No exemplo citado, “calcular” é o gênero da tarefa, assumindo assim o maior nível de generalidade entre os três conceitos.

Especificamente, um gênero de tarefas só existe sob a forma de diferentes tipos de tarefas, cujo conteúdo está estreitamente especificado. Calcular ... é, como tem sido dito, um gênero de tarefas; porém calcular o valor (exato) de uma expressão numérica contendo um radical é um tipo de tarefa, o mesmo que calcular o valor de uma expressão contendo a letra X quando a X é dado um determinado valor. Durante os anos de escola, o gênero calcular ... é enriquecido com novos tipos de tarefa; o mesmo vai acontecer na instituição, onde o aluno vai primeiro aprender a calcular com vetores, depois, mais tarde, calcular uma integral ou uma primitiva, etc. E se repetirá o mesmo, é claro, com os gêneros Demonstrar ..., Construir..., ou também Expressar ..., em função de... (CHEVALLARD, 1999, p. 2 - tradução nossa).

Cabe salientar ainda que “[...] tarefas, tipos de tarefas e gênero de tarefas *não são* dados da natureza, são “artefatos”, “obras”, *construções institucionais*, cuja reconstrução em tal instituição, e por exemplo em tal classe, é um problema completo *que é o objeto mesmo da didática*” (CHEVALLARD, 1999, p. 2 - tradução nossa, grifo do autor).

### 3.3 - Técnica ( $\tau$ )

A realização de uma tarefa  $t$  exige uma maneira de realizá-la, ou como Chevallard denomina, uma técnica  $\tau$ . Portanto, “[...] Técnica faz referência direta à maneira de realizar determinada tarefa pertencente à  $T$ ” (Schivani, 2014, p. 91). O conjunto desses dois elementos  $[T, \tau]$  é denominado bloco prático-técnico e faz referência direta a *práxis*, i. e., ao saber fazer.

Apesar da TAD relacionar uma técnica  $\tau$  a um tipo de tarefas  $T$ , é possível que a referida técnica não seja capaz de realizar todas as tarefas daquele dado tipo de tarefas. Tal fato está relacionado ao conceito de alcance da técnica, que se refere à quantidade de tarefas que determinada técnica é capaz de realizar.

Além disso, não existe uma relação unívoca entre uma técnica  $\tau$  e um tipo de tarefas  $T$ . É possível que diferentes técnicas permitam a realização de um mesmo tipo de tarefas. Isso, associado à ideia de alcance da técnica, permite a comparação entre diferentes técnicas, no contexto de um dado tipo de tarefas ou em parte dele. “Deste ponto de vista, uma técnica pode ser *superior* a outra, senão sobre todo  $T$ , ao menos sobre alguma parte dele [...]” (CHEVALLARD, 1999, p. 3 - tradução nossa, grifo do autor).

Apesar da não unicidade entre técnica e tipo de tarefas, é interessante notar que “[...] em uma dada instituição  $I$ , e a propósito de um dado tipo de tarefas  $T$ , existe geralmente uma única técnica ou, pelo menos, um pequeno número de técnicas institucionalmente reconhecidas, com a exclusão de técnicas alternativas possíveis - que podem existir efetivamente mas em outras instituições” (CHEVALLARD, 1999, p. 3 - tradução nossa). Convém observar que Chevallard se refere a instituição como um agrupamento social legitimado (Douglas, 1986, p.58) que pode ser representado por uma família, por um jogo ou uma cerimônia, legitimados por uma autoridade pessoal como um pai ou um médico, um professor ou por uma autoridade difusa baseada na concordância em torno de um princípio fundante. Portanto, no contexto educacional, uma instituição pode ser tanto uma escola como uma turma de alunos.

É preciso destacar também, que uma técnica não é necessariamente uma ação algorítmica, ou seja, a menos de alguns poucos casos, não é uma sequência definida e imutável de passos a serem fielmente seguidos.

Então, observemos que uma técnica  $\hat{\Omega}$  não é necessariamente de natureza *algorítmica* ou *quase algorítmica*: não é assim a menos de em casos pouco frequentes. Axiomatizar determinado campo da matemática, pintar uma paisagem, fundar uma família são tipos de tarefas para as quais não há necessariamente uma técnica algorítmica ... Mas é verdade que parece existir uma tendência bastante geral para algoritmização - mesmo quando este processo de *progresso técnico* parece, por vezes, deter-se por um longo tempo, em uma determinada instituição, com relação a este ou aquele tipo de tarefas ou deste ou daquele conjunto de tipos de tarefas (CHEVALLARD, 1999, p. 3 - tradução nossa, grifo do autor).

### 3.4 - Tecnologia ( $\theta$ )

A TAD prevê que toda técnica seja interpretada e justificada por um discurso racional denominado tecnologia ( $\theta$ ). Esse termo assume - dentro da TAD - sentido completamente distinto do cotidianamente utilizado. O objetivo principal de uma tecnologia “[...] é *justificar* “racionalmente a técnica  $\hat{\theta}$ ”, para assegurar-se de que permite realizar as tarefas do tipo T, ou seja, realizar o que se pretende” (Chevallard, 1999, p. 4 - tradução nossa, grifo do autor).

Chevallard (1999) destaca que, em inúmeros casos, as próprias técnicas carregam elementos tecnológicos consigo. São situações em que um mesmo discurso exerce a função de técnica e de tecnologia. Usando o exemplo do próprio Chevallard:

Assim ocorre tradicionalmente na aritmética elementar, em que o mesmo pequeno discurso tem uma dupla função, técnica e tecnológica, que permite tanto encontrar o resultado pretendido (função técnica) quanto justificar que é correto o resultado esperado (função tecnológica) como quando se diz: "Se 8 caramelos custam 10 francos, 24 caramelos, ou seja, 3 vezes 8 caramelos, custarão 3 vezes mais, ou seja, 3 vezes 10 francos" (Chevallard, 1999, p. 4 - tradução nossa).

Assim como ocorre com a técnica, o papel das instituições na aceitação ou não de determinada tecnologia é decisivo. Na verdade, uma determinada tecnologia aceita em uma instituição pode não parecer suficientemente racional, ou mesmo adequada, em outra. Pode ocorrer ainda que em uma instituição I exista uma técnica canônica, i.e., a única reconhecida e empregada. Nesse caso, pode ser que ela assuma uma condição nomeada de “auto tecnológica”, ou seja, atuar através dessa técnica não exige justificação, pois em I trata-se da maneira adequada de atuar (CHEVALLARD, 1999).

Embora seja seu objetivo primário, uma tecnologia não se restringe à justificação da técnica, é sua função também expor porque determinada técnica é correta. Cabe à tecnologia, portanto, não só garantir que a técnica gera o resultado pretendido, como também explicar, tornar compreensível e esclarecer a técnica a qual se refere.

Há ainda uma terceira função outorgada à tecnologia, a produção de técnicas. Existem tecnologias - ditas potenciais - que não estão vinculadas a nenhuma técnica, ou mesmo que atuam em poucas técnicas. O reconhecimento dessa subutilização poderá apontar o caminho do desenvolvimento de novas técnicas.

---

<sup>28</sup> Por vezes o símbolo  $\hat{\theta}$  também é usado para representar uma tecnologia, apesar disso, a menos de citações, será usada neste texto a letra grega  $\theta$ .



### 3.5 - Teoria ( $\Theta$ )

A **teoria** assume, em relação à tecnologia, as mesmas funções que a tecnologia em relação à técnica. Trata-se, portanto, de um nível superior das funções de justificação-explicação-produção representada, na TAD, pela letra  $\Theta$ .

Juntas, tecnologia ( $\theta$ ) e teoria ( $\Theta$ ) formam o bloco do saber, denominado na TAD, como bloco tecnológico-teórico [ $\theta, \Theta$ ]. Esse bloco representa a sustentação para a adoção de uma determinada técnica  $\tau$  na realização da tarefa  $t$  a que se propõe. Pode-se exemplificar os papéis de técnica e tecnologia com um exemplo da Física.

“Por exemplo, a tecnologia que explica a razão de a técnica da equação de Gauss para espelhos esféricos funcionar é a semelhança de triângulos e as leis da reflexão; já a tecnologia que determina a sua validade apenas para espelhos de pequena abertura é o fato de pequenos ângulos possuírem senos e tangentes praticamente de mesmo valor. Já as teorias ( $\Theta$ ) que justificam e explicam as tecnologias citadas (semelhança de triângulos, leis da reflexão e pequenos ângulos) são a Geometria plana da Matemática (daí esta área da Física ser comumente chamada de Óptica geométrica) e as equações do Eletromagnetismo” (ZANARDI, 2013, p. 43).

Embora seja possível ampliar indefinidamente os níveis de justificativa criando justificativas para as teorias, tal prática não se sustenta frente aos potenciais benefícios analíticos.

“Claro, se pode imaginar que esta regressão justificativa seja perseguida ao infinito - que existe uma teoria da teoria, etc. De fato, a descrição em três níveis (técnica/ tecnologia/teoria) é geralmente suficiente para dar conta da atividade que se quer analisar. A teoria, terra de escolha de obviedades, tautologias e outras evidências, é ainda frequentemente evanescente: a justificação de uma dada tecnologia é, em muitas instituições, tratada por simples transmissão para outra instituição, real ou suposta, considerada possuidora de tal justificação. Este é o sentido clássico: "Demonstra-se em matemática..." do professor de física, ou mesmo a "Como visto em geometria ..." o professor de matemática de outrora” (CHEVALLARD, 1999, p. 5).

### 3.6 - Os Momentos Didáticos

A estrutura praxeológica apresentada pode ser aplicada a toda ação humana, inclusive a de ensinar. Portanto, é possível descrever o processo didático em termos de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias, i.e., em uma organização praxeológica que pode ser denominada Organização Didática (OD). Não se pode esperar, no entanto, que exista uma única forma de organizar o processo de estudo de uma organização praxeológica (matemática ou física, por exemplo). Entretanto, a TAD prevê que “[...] qualquer que seja o caminho de estudo, certos tipos de situações estão necessariamente presentes, ainda que de maneira muito variável, tanto no plano qualitativo quanto no plano quantitativo” (CHEVALLARD, 1999, p. 21, tradução nossa). A estes tipos de situações, Chevallard chama de momentos de estudo ou momentos didáticos (MD), já que independentemente do caminho seguido chega-se necessariamente a um momento em que o

“gesto de estudo”<sup>29</sup> deverá ser cumprido, caracterizando esses momentos didáticos. A título de exemplificação é possível citar a “fixação” dos conceitos elaborados configurando o momento da institucionalização, ou ainda a etapa de questionamento acerca da compreensão alcançada assinalando o momento da avaliação.

A TAD prevê a existência de seis momentos didáticos, que não devem ser entendidos, necessariamente, como uma sequência cronológica, já que podem ocorrer de maneira simultânea e em diferentes etapas do processo de estudo. Ou como aponta Chevallard:

“A noção de momento não remete mais que em aparência à estrutura temporal do processo de estudo. Um momento, no sentido dado à palavra aqui, é em primeiro lugar uma dimensão em um espaço multidimensional, um fator em um processo multifatorial. Deste modo, uma boa gestão do estudo exige que cada um dos momentos didáticos se realize em momento adequado, ou mais exatamente, em momentos adequados: pois um momento de estudo se realiza geralmente repetidas vezes sob a forma de uma multiplicidade de episódios que prorrompem no tempo. Este ponto de vista indica que a ordem estabelecida sobre os diferentes momentos didáticos na verdade é, em grande parte, arbitrária, porque os momentos didáticos são em primeiro lugar uma realidade funcional do estudo, antes de ser uma realidade cronológica” (CHEVALLARD, 1999, p. 21, tradução nossa).

Os momentos didáticos, segundo Chevallard (1999), são: a) Momento do *primeiro encontro* com a organização praxeológica; b) *Momento da exploração* do tipo de tarefas e da *elaboração* de uma técnica relativa a este tipo de tarefa; c) *Momento da constituição do bloco tecnológico-teórico* relativo à técnica; d) *Momento do trabalho da técnica* com a intenção de torna-la mais eficaz e confiável; e) *Momento da Institucionalização* que tem por objetivo definir o domínio da organização; f) *Momento da Avaliação*, que prevê a oportunidade de reflexão acerca do que foi “aprendido” sobre a OP. Na sequência os momentos de estudo são apresentados com maior detalhamento.

#### *Momento do Primeiro Encontro*

Trata-se do primeiro contato de um grupo, ou indivíduo, com o objeto de estudo e com a organização praxeológica em questão. Esse primeiro encontro pode ocorrer de diversas formas, como por exemplo o contato com um dos tipos de tarefas constituintes da organização envolvida. Tal encontro pode ainda ocorrer várias vezes em função do contexto em que se dá: “[...] se pode voltar a descobrir um tipo de tarefas como se volta a descobrir uma pessoa que se acreditava conhecer” (CHEVALLARD, 1999, p. 22, tradução nossa).

É possível que o primeiro encontro se dê através de uma problemática cultural mimética, i. e., por meio de uma narração com características informativas originada a partir de uma indagação sobre o mundo. Nesse caso, o indivíduo, em um primeiro sub momento denominado “cultural”, mantém apenas relações fictícias com o objeto encontrado, que existe apenas como

---

<sup>29</sup> Um gesto de estudo pode ser compreendido, nesse contexto, como uma ação característica de um momento didático.

representação. Segue-se então um sub momento “mimético” em que, através da manipulação efetiva do objeto, supõe-se que o estudante imite a prática.

Na versão mais exigente, o encontro cultural-mimético conduz em princípio a pesquisar e explicitar – sob o modo discursivo – as razões de ser dos objetos assim encontrados, ou seja, os motivos pelos quais este objeto tem sido construído ou aqueles pelos quais, ao menos, persiste na cultura. Mas as “razões das coisas” nem sempre afloram claramente na cultura. Por isso, o encontro cultural-mimético pode se degradar em uma paródia da prática, que esconde as razões para a prática (CHEVALLARD, 1999, p. 7, tradução nossa).

Há ainda outra forma de ocorrência do momento do primeiro encontro que, de certa forma, se opõe à primeira, trata-se das situações fundamentais. Essas situações fundamentais, ou encontro em situação, são circunstâncias, definidas por Chevallard como umbilicais, em que o estudante, sozinho ou em grupo, interage com o objeto buscando “fabricar” respostas a uma série de questões determinadas. Para tanto, ele “[...] se afasta, na medida do possível, de toda referência de uma realidade preexistente, não os reduzindo a uma simples cópia das definições depositadas na cultura em geral, favorecendo, desse modo, os processos de modelização” (SCHIVANI, 2014, p. 109).

Chevallard prevê ainda a possibilidade de que sejam encontrados casos híbridos dessas duas formas em que diferentes níveis de cada um delas é manifestado:

“É preciso, de fato, que toda situação de primeiro encontro seja uma situação “umbilical”. Em muitos casos, a definição do objeto por um sistema de situações fundamentais se encontra sub-repticiamente descartada em benefício da encenação do objeto em algumas “atividades” que, apesar de algumas características culturais conservadas, não tem mais que uma relação bastante remota com suas razões de ser mais essenciais. De uma maneira mais geral, existe nas práticas didáticas correntes uma ampla gama de formas híbridas de primeiros encontros, onde uma referência cultural incompletamente assumida se alia em graus variáveis com uma introdução “em situação” mais ou menos adequada nos planos epistemológico e cognitivo” (CHEVALLARD, 1999, p. 23, tradução nossa).

### Momento Exploratório

Ao se deparar com o problema, ou com o tipo de tarefa que o problema estudado exige, é provável que ocorra o surgimento de ao menos um embrião de técnica com o objetivo de solucionar o problema em questão. Por vezes, diferentes técnicas podem ser evocadas para resolução de um mesmo tipo de tarefas, e é no momento exploratório que elas serão avaliadas considerando as demandas do problema, os recursos disponíveis, a sua efetividade, etc.

O momento exploratório pode ser melhor compreendido através do exemplo da obtenção da geração induzida de calor, apresentado por Schivani (2014). Ao se deparar com o problema de ascender uma fogueira para preparar o alimento, ferver a água ou mesmo se aquecer, diferentes técnicas podem ser utilizadas, fricção, lentes, reação química, entre outras. No entanto, a depender dos recursos e do contexto em que a tarefa será realizada, uma das técnicas será mais indicada.

Essa análise ocorrerá no momento exploratório oportunizando a eleição das técnicas mais adequadas à situação.

#### Momento da constituição do bloco tecnológico-teórico

Este terceiro momento, é aquele em que ocorre a construção do bloco tecnológico teórico que explicará e justificará a técnica utilizada. Habitualmente ele guarda relação estreita com os demais momentos didáticos. Já no momento do *primeiro encontro*, costuma ocorrer uma correlação com um entorno tecnológico-teórico, seja previamente existente ou embrionário, já que, com o surgimento da técnica, esse entorno precisará ser especificado. Além disso, durante o momento da exploração o entorno tecnológico-teórico passará por atualizações permitindo que o momento de sua constituição seja revisitado.

“O terceiro momento de estudo é o da constituição do entorno tecnológico-teórico  $[\theta/\Theta]$  relativo a  $\delta_i$ . De uma maneira geral, este momento está em estreita inter-relação com cada um dos outros momentos Assim, desde o primeiro encontro com um tipo de tarefas, há geralmente o início de uma relação com um entorno tecnológico-teórico anteriormente elaborado, ou com um entorno embrionário, a ser especificada em uma relação dialética com o surgimento da técnica” (CHEVALLARD, 1999, p. 23, tradução nossa).

#### Momento do trabalho da técnica

Esse quarto momento representa o período de desenvolvimento, validação e determinação do alcance da técnica. Trata-se da ocasião em que se trabalha efetivamente com a técnica escolhida a retirando da fase “embrionária” e determinando sua efetividade, validade e seu alcance, i.e., quais tarefas ela é capaz de resolver. É possível ainda, que neste ínterim a técnica seja modificada, melhorada ou mesmo dê origem a outra técnica. Além disso, a vivência com a técnica pode gerar a necessidade de definições tecnológicas e teóricas a respeito da técnica em questão.

“O quarto momento é o do trabalho da técnica, que deve de uma só vez melhorar a técnica tornando-a mais eficaz e mais confiável (o que geralmente exige retocar a tecnologia elaborada até então), e ampliar o domínio que se tem dela: este momento de posta à prova da técnica supõe em particular um ou uns corpos de tarefas adequados tanto qualitativamente como quantitativamente” (CHEVALLARD, 1999, p. 23, tradução nossa).

Um exemplo do momento do trabalho da técnica pode ser apresentado através da tarefa de medir a dimensão de um objeto. Essa medida pode ser realizada através de diferentes técnicas, no caso o uso de diferentes instrumentos e/ou estratégias de medida. Se a medida em questão for a do comprimento de uma caneta, por exemplo, o uso adequado de uma régua escolar será suficiente. No entanto, se for a medida da espessura de um fio de cabelo, ou do comprimento da sala de aula, existirão técnicas mais adequadas e eficientes do que o uso da régua. Além disso, necessidades específicas, como a precisão da medida, também podem ser fatores a serem considerados.

Embora essas peculiaridades possam estar presentes já no momento exploratório, através da análise para escolha da técnica, será no momento do trabalho da técnica que o estudante irá vivenciar a técnica eleita, e desta forma determinar seus limites e sua funcionalidade. Será também através dessa experiência com a técnica que ele terá a oportunidade de melhorá-la, alterá-la ou criar uma nova técnica.

#### Momento da institucionalização

Esse quinto momento envolve a oficialização da organização praxeológica (OP) em questão, seja ela física, matemática, química, etc. Esta oficialização envolve, entre outras coisas, distinguir claramente os elementos que, apesar de terem participado de sua construção, não foram integrados à OP, daqueles que integram formalmente esta OP. Essa oficialização depende diretamente da instituição na qual a atividade é desenvolvida, seja ela uma sala de aula, um grupo de pesquisa, uma escola, uma universidade, etc.

Nessa formalização da OP “[...] os blocos prático-técnico e tecnológico-teórico são formalmente constituídos e enfatizados de maneira lógica e coesa, em acordo com a instituição que fomenta a OP em questão” (SCHIVANI, 2014, p. 113). É também nessa etapa, que problemas relevantes à OP que não foram tratados, ou foram de maneira insuficiente, são colocados em evidência e, por vezes, revisitados.

“Normalmente, é a fase de institucionalização a que relança o estudo contribuindo para pôr em evidência este ou aquele tipo de problema que, embora relevante para a organização matemática local  $[T_i/\delta_i/\theta/\Theta]$ , não foi todavia estudado ou não o foi mais que insuficientemente” (CHEVALLARD, 1999, p. 25, tradução nossa).

Com a intenção de exemplificar o momento da institucionalização Schivani (2014) usa a noção de MRU:

“A noção de MRU (Movimento Retilíneo Uniforme), por exemplo, para existir, de fato, é necessário que o somatório das forças externas atuantes no sistema seja nulo. Isso é então destacado na OP Física, onde instituições como o professor, a escola, o pesquisador, dentre outros, são seu principal representante e “porta voz”. Nesse exemplo, tal instituição pode enfatizar ainda a existência de movimento com resultante das forças externas nulas, o que, geralmente, é contrário ao senso comum e aos conhecimentos prévios que o aluno apresenta no momento da exploração e do primeiro encontro” (SCHIVANI, 2014, p. 113).

#### Momento da avaliação

Esse momento está intimamente ligado ao momento da institucionalização, afinal o momento da avaliação é o momento em que “[...] se coloca em prova o domínio ou o entendimento que se tem de uma determinada OP elaborada no momento da institucionalização” (SCHIVANI, 2014, p. 113). Como aponta Chevallard (1999), o momento da avaliação é um espaço para

reflexão sobre o valor daquilo que foi aprendido. Não se trata, no entanto, de uma atividade escolar e sim de uma etapa essencial em toda a atividade humana.

“Na prática, se chega a um momento em que se deve “fazer um balanço”: porque neste momento de reflexividade onde, qualquer que seja o critério e o juiz, se examina o que vale e o que foi aprendido, esse momento de verificação que, apesar das lembranças da infância, não é em absoluto invenção da escola, participa de fato da “respiração” própria de toda atividade humana” (CHEVALLARD, 1999, p. 25, tradução nossa).

O momento da avaliação pode ser vivenciado individualmente ou coletivamente e tem um caráter formativo, já que oferece a oportunidade de revisar e repensar todo o processo educativo.

“Esta avaliação – a que concedem os usos escolares, é de fato, uma pequena parte – é aqui formadora, não de uma pessoa, senão de uma praxeologia: a partir deste ponto de vista, participa da institucionalização. Como elemento reformador, permite relançar o estudo, suscitar a reposição deste ou daquele momento, e talvez do conjunto do caminho didático” (CHEVALLARD, 1999, p. 25, tradução nossa).

### 3.7 - As três dimensões de um problema didático

De acordo com Gascón (2011)<sup>30</sup>, um problema didático, i. e., um problema de investigação didática no âmbito da TAD, é composto por três dimensões fundamentais, a epistemológica, a ecológica e a econômica. Embora não estabeleça como regra, Gascón (2011) defende que um problema didático pode ser construído a partir do que ele chama de problema docente, ou seja, “[...] uma formulação inicial, de certa forma “pré-científica”, de alguns tipos de problema didáticos [...]” (GASCÓN, 2011, p. 206 - tradução nossa, grifo do autor). Para isso, ele propõe um padrão heurístico em que, partindo do problema docente, cada uma das três dimensões é acrescentada até que se chegue ao problema didático.

A heurística proposta por Gascón (2011), e reproduzida por Barquero, Bosch e Gascón (2013), é representada pela seguinte expressão matemática  $\{(P_0 \oplus P_1) \cup P_2\} \cup P_3 \cup P_\delta$  onde  $P_0$  é o problema docente,  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  são, respectivamente, as dimensões epistemológica, ecológica e econômica. O símbolo  $\oplus$  representa o caráter incompleto do problema docente e a necessidade de acrescentar-lhe ao menos a dimensão epistemológica para que possa ser tratado como um problema. O símbolo  $\cup$ , por sua vez, representa a inclusão de uma nova dimensão ao problema didático que exige necessariamente a existência da dimensão anterior. Por fim,  $P_\delta$  representa o problema didático. Percebe-se, portanto, que o processo proposto envolve partir

---

<sup>30</sup> Membro do grupo de pesquisadores que atuam em pesquisas envolvendo a TAD com a colaboração de Yves Chevallard.

do problema docente, acrescentar respectivamente as dimensões epistemológica, ecológica e econômica, e assim, compor um problema que possa ser investigado no contexto da TAD.

O problema docente, ponto de partida da heurística, é assim denominado pois são aqueles normalmente suscitados pelo professor quando precisa ensinar um assunto<sup>31</sup> a seus alunos. Esses problemas costumam ser formulados a partir da cultura escolar que em muitas ocasiões é importada dos documentos oficiais. Na introdução deste texto são apresentados alguns exemplos de problemas docentes aplicados ao contexto dos IFs.

Ao formular qualquer problema didático o investigador, ainda que implicitamente, utiliza um modelo epistemológico acerca daquilo que está em jogo. A TAD destaca a necessidade de que o pesquisador explicita esse modelo e o tome como um Modelo Epistemológico de Referência (MER). Será com base no MER que o investigador poderá “[...] desconstruir e reconstruir as praxeologias cuja divulgação intrainstitucional e interinstitucional se pretende analisar” (GASCÓN, 2011, p. 208 - tradução nossa).

A dimensão econômica, ou econômica-institucional, envolve basicamente o sistema de regras e princípios que regulam a organização e o funcionamento das organizações didáticas e as organizações da disciplina em questão. De forma simplificada, se refere a descrever “como as coisas são no contexto da instituição”. Como dito anteriormente, toda e qualquer tentativa de resposta a uma questão desse tipo deverá levar em conta o modelo epistemológico de Referência (MER). Gascón (2011, p. 213) destaca que “[...] quando nos perguntamos *como são as coisas* aparecem questões que só podem ser respondidas investigando o que acontece quando tentamos *mudar as coisas* em uma direção determinada”. Essa análise inclui a observação e descrição detalhada das organizações disciplinares e didáticas que existem em determinada instituição tomando como referência determinados MER e MDR.

Por fim, a dimensão ecológica representa o porquê as coisas são como são em determinada instituição e que condições seriam necessárias para que fossem de outra forma dentro daquilo que é possível. Essa dimensão envolve a compreensão a respeito do apoio oferecido e das restrições impostas pelos diferentes níveis de codeterminação didática.

### **3.8 - A Transposição Didática**

A TAD tem sua origem ligada à Teoria da Transposição Didática de Chevallard (1998). Embora o conceito de transposição didática seja oriundo do trabalho de Michel Verret (1975), Chevallard ampliou o seu estudo ao investigar a didática da matemática desenvolvendo então a

---

<sup>31</sup> Gascón (2011) foca seus estudos no âmbito da Matemática, mas sendo a TAD uma teoria antropológica do didático, entende-se que é possível sua aplicação à Didática da Física. Por isso, onde Gascón menciona Matemática, neste texto passamos a denominar de “disciplina ou objeto de estudo em questão”.

Teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1980). Na visão de Chevallard (1980), um “**objeto de saber**” (corpo de conhecimento de referência) sofre, no seu processo de didatização, sucessivas transformações e adaptações motivadas por fatores próprios da sua organização didática, bem como por características próprias das diferentes instituições envolvidas no processo. Nesse sentido, Chevallard prevê duas fases de transposição didática, às quais nomeia de externa e interna (Figura 3.1). A fase de transposição externa envolve as transformações que um **objeto de saber** (saber sábio) sofre para se tornar um “**objeto de saber a ser ensinado**” (saber a ser ensinado), i.e., aquele que o professor deve ensinar. A fase de transposição interna, por sua vez, envolve as modificações que o saber a ser ensinado sofre ao ser transposto para a sala de aula de forma a se transformar em saber ensinado, ou seja, aquele que efetivamente é apresentado aos alunos pelo professor.



Figura 3.1: Esquema explicativo da Transposição Didática.

A fim de exemplificar essas fases é possível considerar todo o corpo de conhecimento desenvolvido por pesquisadores da Física como o saber sábio, ou seja, um corpo de conhecimento de referência. Para que esse corpo de conhecimento possa ser ensinado em diferentes níveis de ensino é necessário que seja transformado por seleção e adaptação à realidade em que será apresentado, i.e., precisa sofrer uma transposição didática. A transposição externa se refere àquela em que o conhecimento é transformado por meio de seleção e adaptação dando origem ao conteúdo a ser ensinado, o que normalmente é representado pelo currículo das instituições de ensino e pelos conteúdos encontrados em livros didáticos. A transposição interna, por sua vez, concerne às escolhas e transformações que esse saber a ser ensinado sofre para ser efetivamente ensinado nas salas de aula.

### **Vigilância Epistemológica**

Frente a tantas adaptações que ocorrem ao longo da transposição didática é fácil vislumbrar a possibilidade de que o saber ensinado perca conexão com o conhecimento de referência (saber sábio). Nesse sentido Chevallard (1998) destaca a necessidade de que os envolvidos no processo de transposição didática exerçam uma **vigilância epistemológica** nas diferentes fases desse processo.



A vigilância epistemológica é um conceito transversal utilizado por diversos autores (BACHELARD, 1996; BOURDIEU; CHAMBOREDON; PASSERON, 1999; CHEVALLARD, 1998) e que fundamentalmente se refere à constante preocupação e reflexão a fim de evitar a degradação do conhecimento científico pela influência de simplificações equivocadas ou mesmo pelas noções do senso comum. De forma mais específica, Chevallard (1998) atribui ao processo de vigilância epistemológica a capacidade de preservar a distância necessária entre o saber sábio e o saber ensinado, ao mesmo tempo que assegura que tal distanciamento não representa uma degenerescência em relação ao saber de origem. Para Chevallard (1998), o próprio conceito de transposição didática atua como uma ferramenta útil para exercer a vigilância epistemológica.

O conceito de Transposição Didática, enquanto refere-se à trajetória do saber sábio para o saber ensinado, e, portanto, a eventual distância obrigatória que os separa, testemunha o questionamento necessário, ao mesmo tempo em que se torna a sua primeira ferramenta. Para didática, é uma ferramenta que permite reconsiderar, examinar as evidências, colocar em xeque as ideias simples, se livrar de familiaridade enganosa de seu objeto de estudo. Em uma palavra, que lhe permite exercer sua vigilância epistemológica. (CHEVALLARD, 1998, p.16. Tradução nossa.).

No capítulo a seguir serão apresentados os métodos de análise empregados no estudo, i.e., como os conceitos da TAD foram aplicados na investigação da ABP.



## Capítulo 4 – Metodologia de Pesquisa

Conforme dito anteriormente, esta tese tem como objetivo primordial compreender e descrever o processo de transposição praxeológica da Aprendizagem Baseada em Projetos para as aulas de Física em um campus de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Para tanto, buscou-se o suporte teórico da TAD que, por meio de suas proposições teóricas e metodológicas, orientou a transformação de problemas docentes em um problema didático representado pelas seguintes questões gerais de pesquisa:

1. *Como se pode descrever a ABP mediante um Modelo Epistemológico de Referência (MER) compatível com o modelo epistemológico geral proposto pela TAD?*
2. *Como se deu o processo de modificação da OD dominante pela ABP no contexto da disciplina de Física de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia?*
3. *Que condições deveriam ser instauradas e/ou mantidas, e em que nível de hierarquia, para favorecer o ensino da Física através da ABP?*

Tais questões representam as três dimensões do problema didático, conforme propõe a TAD, e até por isso possuem diferentes características intrínsecas. A Questão 1 é essencialmente de caráter teórico versando sobre a forma de construção e reconstrução do conhecimento associado à ABP e de sua compatibilidade com o modelo geral proposto pela TAD. Por outro lado, as questões 2 e 3 tratam, respectivamente, do entendimento e descrição do fenômeno (Questão 2), da compreensão dos motivos que estabelecem suas características e de como tais particularidades podem ser modificadas (Questão 3), assumindo, portanto, traços que vão além da discussão teórica. Em função disso, optou-se pela realização de dois estudos sendo um de caráter teórico, com o objetivo de responder à Questão 1 e outro, de caráter empírico, buscando responder às questões 2 e 3. Nas seções a seguir são apresentados, respectivamente, os delineamentos dos estudos teórico e empírico.

### 4.1 - Estudo Teórico

Como a revisão da literatura exposta no Capítulo 2 apontou, não existe unanimidade em relação às concepções e orientações metodológicas da ABP; pelo contrário, foi possível perceber não só dispersão na nomenclatura empregada como também diferenças consideráveis nas concepções e orientações metodológicas (PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017). Em função disso, a primeira etapa do estudo teórico se destinou a analisar as diferentes propostas de ABP consultadas na revisão da literatura, buscando identificar aquela que melhor se adequava às perspectivas desta pesquisa.

Tomando como critérios a disponibilidade e qualidade das informações sobre os procedimentos de ABP das diferentes propostas e a congruência e adaptabilidade de seus objetivos e características com o contexto a ser investigado, optou-se pelas concepções e orientações metodológicas de Bender (2014). Como aponta o detalhamento da seleção da proposta descrito na seção 5.1, suas ideias se mostraram sensíveis à realidade dos professores, fundamentadas em resultados de pesquisas e representativas das propostas mais citadas na literatura.

Uma vez definida a proposta de ABP a ser investigada, era necessário analisar a coerência dessa proposta com o modelo epistemológico geral proposto pela TAD e estudá-la a fim de descrevê-la como um modelo epistemológico de referência, respondendo assim a primeira questão de pesquisa. A análise de coerência (Seção 5.2) foi realizada através de uma investigação comparativa entre a ABP e uma organização didática oriunda da própria TAD, os Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP). Essa organização didática não só é coerente com os fundamentos teóricos da TAD, como foi criada como uma alternativa didática para enfrentar problemas como o monumentalismo e o aplicacionismo, entre outros. Contrastar as principais características da ABP com as dos PEP permitiu identificar diferenças e semelhanças e, a partir delas, inferir a coerência da ABP com o modelo epistemológico geral da TAD. A descrição da proposta de ABP selecionada em forma de um Modelo Epistemológico de Referência (MER), por sua vez, utilizou um instrumento analítico proposto pela própria TAD, a análise praxeológica. Bon, Pérez e Lucas (2014) afirmam que os MER têm uma estrutura formada por uma rede de praxeologias e que sua descrição se dá através de uma rede de perguntas e respostas em que essas respostas possuem estrutura praxeológica. Ou seja, descrever a ABP por meio de um MER exige, antes de mais nada, que se conheça sua estrutura praxeológica.

Como indicado na breve revisão da literatura a respeito dos Percursos de Estudo e Pesquisa, outros autores já utilizaram a TAD para a compreensão de organizações didáticas alternativas, inclusive extrapolando os limites disciplinares da Matemática e adentrando no contexto do Ensino de Física (e.g. HANSEN; WINSLOW, 2011; ZANARDI, 2013; SCHIVANI, 2014). Porém, ao longo da revisão da literatura e do estudo da TAD, não se identificou seu uso no estudo de uma Organização Didática do tipo Aprendizagem Baseada em Projetos como foi feito no estudo teórico, exposto no Capítulo 5. Esse procedimento se configura, então, como fundamental para esta tese e para compreendê-lo é apresentado a seguir o delineamento metodológico utilizado nessa etapa do estudo teórico.

A análise inicial da proposta selecionada se deu a partir do aspecto estrutural da TAD, buscando delinear os principais constituintes praxeológicos da ABP de Bender (2014), i.e., tipos de tarefas (T), técnicas ( $\tau$ ), tecnologias ( $\theta$ ) e teorias ( $\Theta$ ), ligados à ação docente. É preciso destacar, no entanto, que a análise desenvolvida não é a de uma organização didática específica

sobre algum conteúdo, já que, no entendimento de Chevallard (1998), a didática depende do objeto de estudo, i. e., do conteúdo a ser estudado. Trata-se, portanto, de um panorama praxeológico que visa compreender de forma estruturada a ABP de Bender e não uma implementação específica em contexto particular.

Sendo assim, buscou-se com essa análise inicial, identificar os detalhes da proposta selecionada, visando compreender os procedimentos apontados pelo autor, bem como as justificativas por ele indicadas para tais ações. Procurou-se ainda identificar as características consideradas relevantes dentro da referida proposta de ABP e, a partir dessas análises, descrevê-la mediante um MER a ser utilizado na continuidade da pesquisa, i. e., ao longo do estudo empírico.

Cabe salientar, todavia, que a flexibilidade intrínseca à ABP por vezes dificulta, ou mesmo impede, a definição de um caminho unívoco a ser seguido. É comum, nesses casos, o texto de Bender (2014) apontar uma tarefa sem estabelecer uma técnica específica para sua realização, apenas citando algumas possibilidades ou nem sequer isso. As tarefas são muitas vezes citadas a título de exemplificação sem, no entanto, identificarem algum caminho possível. Nesses casos, são elencadas em nossa análise os elementos praxeológicos sugeridos, ou mesmo possibilidades resultantes da análise dos demais elementos da praxeologia tais como o bloco tecnológico-teórico ou ainda resultados de características implícitas no texto.

Com tais procedimentos foi possível formular um corpo de conhecimento capaz de oferecer uma resposta à primeira questão geral de pesquisa. Essa resposta inclui a análise comparativa entre ABP e PEP, o quadro resultante da análise praxeológica da proposta de Bender (2014), uma discussão sobre essa análise e comentários sobre os resultados obtidos. Esses resultados bem como detalhamentos referentes a esse Estudo Teórico são apresentados no Capítulo 5 desta tese.

## **4.2 - Estudo Empírico**

Diferentemente do caráter da primeira questão geral de pesquisa, as questões 2 e 3 versavam sobre temas que não poderiam ser investigados de maneira teórica. Os questionamentos propostos buscavam uma compreensão descritiva de um fenômeno fortemente influenciado por fatores socioculturais e, até por isso, complexo e imprevisível. Percebe-se, portanto, que o objetivo estabelecido exige a investigação do fenômeno a partir de seu contexto de ocorrência considerando, inclusive, a perspectiva dos sujeitos envolvidos do processo. Em função dessas características, optou-se pela execução de um estudo empírico, sob o enfoque da metodologia qualitativa, delineada a partir do estudo de caso na concepção de Robert Stake.

Para Stake (2011, p. 25) a pesquisa qualitativa é **interpretativa, experiencial,**

**situacional** e **personalística**. **Interpretativa**, pois preocupa-se com o significado das relações humanas a partir de diferentes pontos de vista, permite que desenvolvimentos inesperados sejam reconhecidos e admite que as descobertas e relatórios advêm da interação entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa. **Experiencial**, pois tem caráter empírico, enfoca as observações efetuadas pelos participantes, destacando mais o que eles veem do que o que eles sentem, é naturalística a fim de evitar a interferência do pesquisador na obtenção dos dados e busca oferecer ao leitor uma experiência vicária. **Situacional**, pois entende que cada local e momento possui características singulares distanciando-se, portanto, do interesse em generalizações absolutas. **Personalística**, pois é empática, trabalha para compreender as percepções individuais, valoriza a singularidade e a diversidade e os problemas retratados costumam ter origem, ou ser aprimorados, a partir das pessoas e não no pesquisador. A partir dessa visão geral Robert Stake desenvolve sua concepção de estudo de caso que será apresentada na sequência.

#### 4.2.1 - Estudo de Caso na Acepção de Robert Stake

Para Stake, “*um estudo de caso é o estudo da particularidade e complexidade de um único caso, chegando a entender sua atividade em circunstâncias importantes* (STAKE, 1995, p. xi)”. Indo ao encontro do que escreve sobre a pesquisa qualitativa como um todo, Stake caracteriza o estudo de caso qualitativo como: i) **holístico**: considera a correlação entre o caso estudado e seu contexto amplo; ii) **empírico**: fundamenta-se prioritariamente em observações de campo; iii) **interpretativo**: desenvolve-se a partir da interação pesquisador-sujeito; iv) **empático**: considera a intencionalidade dos envolvidos e, ainda que previamente planejado, é sensível à situações e realidades que se apresentem no seu decorrer.

O caso por sua vez é “*um sistema integrado*”, “*algo específico, complexo e em funcionamento*” (STAKE, 2007, p. 15). Portanto, um caso “*... pode ser uma criança, um grupo de estudantes, ou mesmo um movimento de profissionais que estudam alguma situação da infância*” (STAKE, 2007, p. 16). Partindo da definição de caso, Stake (2007) estabelece três tipos de estudo de caso: i) **estudo de caso intrínseco**; ii) **estudo de caso instrumental**; iii) **estudo de caso coletivo**.

O **estudo de caso intrínseco** é aquele em que o caso não é elegível, o caso é intrínseco ao objetivo do estudo. Stake (2007) exemplifica este tipo de estudo de caso citando a situação em que um professor decide estudar o caso de um aluno com dificuldades ou quando um pesquisador assume a responsabilidade de avaliar um programa específico. Nessas situações o caso já vem dado e o interesse do pesquisador é intrínseco ao caso em questão. Não há a perspectiva de que com sua compreensão se aprenda sobre outros casos ou sobre um problema mais geral.

O **estudo de caso instrumental**, por sua vez, é aquele em que se procura responder uma questão, investigar uma situação paradoxal ou até compreender uma situação mais geral, que o

pesquisador considera que possa ser estudada por meio de um caso particular. O exemplo de Stake (2007) para esse tipo de estudo de caso é o interesse sobre uma mudança no sistema de ensino não universitário sueco. A partir de sua aprovação os professores receberam um ano para sua implantação gerando questionamentos do tipo: “Como funcionará?” “As orientações e características desse novo sistema mudarão a forma dos professores ensinarem?”. Em casos assim a finalidade de investigar um caso, uma professora envolvida nesse processo, por exemplo, é entender algo que vai além da compreensão do caso específico, i.e., a investigação do caso é um instrumento na busca de respostas que extrapolam o interesse intrínseco ao caso.

**O estudo de caso coletivo** é semelhante ao estudo de caso instrumental porém contemplando múltiplos casos coordenados entre si. Se na pesquisa citada no exemplo do item anterior o pesquisador escolhesse contemplar mais professores, ou mesmo várias escolas, ter-se-ia um estudo coletivo de casos, desde que houvesse uma efetiva coordenação entre os diferentes estudos individuais.

A seleção do(s) caso(s) para Stake deve se fundamentar primariamente na “... *máxima rentabilidade daquilo que aprendemos* (STAKE, 2007, p. 17)”. Para isso pode ser útil buscar casos típicos e representativos, embora ele alerte que uma amostra de um ou de poucos casos não seja uma boa representação de outros. Até por isso ele destaca que o objetivo primordial da pesquisa com estudo de caso não é a compreensão de outros casos e sim daquele que está sendo investigado. Portanto sugere que, frente aos objetivos estabelecidos, os possíveis casos sejam analisados em termos do potencial de respostas e asserções, do tempo disponível e do acesso ao campo a ser pesquisado. Sugere inclusive que, sempre que possível, deve-se optar por casos em que as questões do estudo possam ser bem recebidas pelos participantes. Reforça, no entanto, que é fundamental analisar com cuidado se esses critérios não limitam o potencial de aprendizagem do estudo comparativamente a casos alternativos.

No entanto, independente do caso ou do tipo de estudo de caso que seja escolhido, há três aspectos metodológicos que, segundo Stake (1982), precisam ser considerados: i) **limites do caso:** “...merecem maior atenção, pois muito do significado do caso é encontrado em suas extremidades, tendo em vista a influência especialmente exercida por elementos circundantes, por seu contexto (p. 11)”. Destaca ainda que a reflexão sobre os limites do caso auxilia o pesquisador na compreensão do caso. ii) **problemas do estudo:** atuam como organizadores conceituais. “A palavra problema (issue) lembra-nos de que os assuntos ou questões para indagações possuem componentes de valor e são potencialmente contenciosos” (p. 12). Destaca ainda que o número de problemas (questões) pode se alterar ao longo do desenvolvimento do estudo iii) **padrões nos dados:** entendendo a palavra padrão como configurações recorrentes, ele afirma que “padrões são regularidades que nos possibilitam um discernimento sobre a natureza do problema” (p.12).

Outro ponto relevante em uma pesquisa é o processo de coleta de dados que envolve, entre outros elementos, a seleção de métodos (técnicas) para essa coleta. Stake (2007, 2011) defende o uso de múltiplas fontes de dados a fim de que se tenha uma visão holística do fenômeno investigado. Afirma que esses métodos devem ser escolhidos de acordo com sua adequação à questão de pesquisa e ao estilo de investigação dos pesquisadores. Dentre as estratégias de coleta de dados sugeridas estão observação, entrevistas, questões expositivas, questionários, análise de materiais, análise de documentos, etc. Na próxima seção apresenta-se o delineamento do estudo empírico detalhando como foi concebido e desenvolvido tomando como base a metodologia de estudo de caso na perspectiva de Stake (1982, 2007, 2011).

#### **4.2.2 - Delineamento do Estudo Empírico**

Tendo como objetivo responder as questões gerais de pesquisa (Questão 2 e Questão 3), citadas no início desse capítulo, e tomando as orientações de Stake como referência, planejou-se um estudo de caso do tipo instrumental. A escolha por essa modalidade de estudo de caso se deu em função da intenção de investigar um fenômeno original, singular e com potencial de oferecer respostas que extrapolem o interesse intrínseco ao caso. Entende-se que embora *“a tarefa real do estudo de caso é a particularização, não a generalização”* (Stake, 2007, p. 20), a análise de um caso instrumental pode fornecer respostas que, ainda que não sejam definitivas ou mesmo generalizáveis de maneira absoluta para outros contextos, podem extrapolar o contexto do caso investigado. O caso escolhido foi o de uma professora de Física buscando implementar uma iniciativa de ABP nas suas aulas junto a uma turma de segundo ano do Curso Técnico em Informática, da modalidade integrado ao Ensino Médio, do Campus Osório do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS). A seleção do caso considerou a disponibilidade e interesse da professora em conhecer e implementar novas metodologias de ensino, em especial a ABP, a ausência dessa metodologia no contexto do campus onde o estudo ocorreria, o conhecimento do pesquisador sobre esse contexto, já que também é docente no referido campus, o interesse e apoio demonstrado pelas diferentes esferas administrativas do estabelecimento de ensino e sua parcial representatividade frente a outros campi de IFs.

A organização do estudo considerou o conceito de Transposição Praxeológica, subjacente à TAD, dividindo-o em três etapas: I) apresentação da ABP aos professores envolvidos e acompanhamento do planejamento de uma iniciativa de ABP desenvolvido por eles (transposição externa); II) observação das aulas de Física antes da iniciativa de ABP (para identificação da pedagogia dominante); III) acompanhamento da implementação da iniciativa de ABP planejada na primeira etapa (transposição interna). O período total de duração do estudo foi de aproximadamente seis meses entrecortados por um recesso escolar de 15 dias e por um período de ajustes referentes ao encerramento do segundo trimestre. Ao longo da Etapa I, seguindo as



orientações de Müller (2017), o pesquisador promoveu discussões acerca da ABP de Bender e atuou como interlocutor assessorando os professores participantes no processo de estudo da ABP de Bender através de um processo dialógico. Nas etapas II e III a função do pesquisador foi a de observador participante durante as aulas da professora; dando continuidade ao assessoramento em relação à ABP, limitando-se, no entanto, a apoiar a professora estritamente quando requisitado, preocupando-se continuamente em incentivar sua liberdade e independência.

Seguindo as orientações de Stake (2007) foram utilizados diferentes métodos de coleta de dados. O principal foi a observação do pesquisador, gerando notas de campo e fotografias, e o registro em áudio e/ou vídeo de todas as etapas do estudo. Além disso, foram realizadas duas entrevistas semiestruturadas com a professora, sendo uma antes da Etapa I (Apêndice B) e outra após a Etapa III (Apêndice C), e entrevistas com os grupos de alunos ao final da Etapa III (Apêndice D). Foram recolhidos também materiais desenvolvidos pelos professores participantes, como os planejamentos desenvolvidos durante a Etapa I, aqueles entregues pela professora aos estudantes e destes a ela (avaliações, listas de exercícios, etc.).

A análise desses dados seguiu as orientações de Stake (2007) no que concerne a serem dirigidas pelo objetivo delineado pelas questões de pesquisa (temas chaves) e de utilizar as estratégias de agregação categorial e interpretação direta. Para tanto, foram utilizadas diferentes estratégias, tais como a redação de relatos de cada uma das observações efetuadas, análises praxeológicas e diferentes ferramentas do *software* NVIVO<sup>32</sup>, entre outras que são descritas ao longo do Capítulo 6.

A seguir são apresentados, respectivamente, os detalhamentos e resultados obtidos nos estudos teórico (Cap. 5) e empírico (Cap. 6).

---

<sup>32</sup> Trata-se de um programa de análise de dados qualitativos (<https://www.qsrinternational.com/nvivo/home>). Para esta pesquisa foi utilizada a versão NVIVO 11 PLUS.



## **Capítulo 5 – Estudo Teórico: Análise praxeológica da Proposta de ABP de Bender**

Neste capítulo são apresentados o detalhamento e os resultados de um estudo a respeito das concepções e orientações metodológicas de Bender (2014) e da análise de coerência entre a ABP e a TAD. Os objetivos deste estudo envolvem estabelecer um panorama praxeológico das ideias de Bender, verificar a compatibilidade entre o objeto de estudo (ABP) e o referencial teórico (TAD) e, a partir desses elementos, oferecer subsídios para as próximas etapas do estudo.

### **5.1 - Seleção da Proposta de ABP para Análise**

Como discutido na revisão da literatura apresentada no Capítulo 2, existe uma considerável dispersão em relação às concepções e orientações metodológicas da ABP. Esse fato exigiu um processo de análise das diferentes propostas, buscando identificar aquela que melhor se adequava às perspectivas deste estudo. A seguir são apresentadas as principais propostas investigadas e as justificativas que levaram à escolha da proposta de Bender (2014).

O primeiro critério de seleção utilizado foi o da disponibilidade e da qualidade das informações sobre os procedimentos de ABP nos documentos analisados. Nesse sentido, as características intrínsecas dos livros os colocaram em vantagem em relação aos artigos. Foram cinco os livros considerados e sucintamente discutidos a seguir (HERNÁNDEZ, 1998; HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998; MARKHAM; LARMER; RAVITZ, 2008; MOURA; BARBOSA, 2013; BENDER, 2014).

Os livros de Hernández (1998) e Hernández e Ventura (1998) representam uma mesma proposta de ABP. A proposta conta com sólida fundamentação teórica calcada em teorias como a da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Globalização, entre outras. No entanto, apesar da coerência do texto com os fundamentos teóricos que o sustenta, a proposta de Hernández prevê uma considerável mudança na estrutura geral do currículo, o que dificultaria em muito sua implementação no Instituto Federal.

A proposta de Markham, Larmer e Ravitz (2008), por sua vez, possui um caráter bem mais pragmático do que a de Hernández, pois está calcada na experiência dos autores com a metodologia. Embora os autores se incluam no Grupo PBS, muito citado na revisão da literatura, a apresentação do texto se dá a partir de seis grandes passos a serem seguidos para a implementação da ABP. Essa organização e a falta de uma fundamentação explícita a partir de teorias, ou mesmo de resultados da literatura, fazem com que a proposta assuma um formato tecnicista de aplicação de um método, o que acaba sendo reforçado pelos inúmeros formulários disponíveis na obra. Portanto, apesar da representatividade da proposta em relação aos resultados

da revisão da literatura e de possuir conteúdo interessante aos professores iniciantes na ABP, concluiu-se que não era a obra adequada para vir a ser utilizada em um Instituto Federal.

Moura e Barbosa (2013) apresentam um texto voltado a educadores e especialistas da área de Ciências Humanas, propondo um sistema de planejamento e gestão de projetos. Sem restringir-se à educação, os autores fazem diversas menções sobre o uso educacional dos projetos. Apesar disso, percebe-se que o texto tem forte tendência administrativa, discutindo inclusive modelos voltados ao setor produtivo. Ao apresentar o modelo de planejamento de projetos são discutidos elementos como análise de risco, estimativas de custos e indicadores de desempenho. Embora destaquem que esses itens têm menor importância para projetos na área educacional, a proposta distancia-se daquilo que a revisão da literatura apontou como o modelo de ABP presente no contexto do Ensino de Física e que, portanto, pretende-se investigar neste trabalho.

Por fim, chega-se à proposta de Bender (2014), que possui caráter pragmático à semelhança da proposta de Markham; Larmer e Ravitz (2008) sem, no entanto, fundamentar-se prioritariamente na experiência do autor ou de professores colaboradores. Apesar de não estar explicitamente calcada em pressupostos teóricos, como as ideias de Hernández, suas concepções e orientações metodológicas são claramente fundamentadas em resultados da literatura e representativas das concepções e orientações de ABP mais citadas no contexto do Ensino de Física. Além disso, procura fundamentar seus discursos tecnológicos em teorias relacionadas à aprendizagem. Adicionalmente, a ABP é apresentada como uma metodologia com grande flexibilidade, sendo sugeridas diversas estratégias para atingir os objetivos propostos.

Ao discutir suas orientações acerca da ABP, Bender menciona diversos resultados de pesquisas, desde aqueles que envolvem aspectos fundamentais da proposta até aspectos complementares. Um exemplo citado é a melhoria no desempenho dos alunos com a ABP: “Considerando o maior envolvimento com o conteúdo de aprendizagem, as pessoas mostraram que o desempenho dos alunos aumenta na aprendizagem baseada em projetos (BARELL, 2007, 2010; BOALER, 2002; BRANSFORD; BROWN; COCKING, 2000; BRANSFORD et al., 1986; GRANT, 2002; MERGENDOLLER et al., 2007; PERKINS, 1992; STEPIEN; GALLAGHER; WORKMAN, 1992; STROBEL; VAN BARNEVELD, 2008)” (BENDER, 2014, p.33). Pode-se citar também o exemplo do uso de tecnologias: “A união entre ABP e a tecnologia aumentou consideravelmente as oportunidades de aprendizagem (BOSS; KRAUSS, 2007; LARMER et al., 2009; SALAND, 2009)” (BENDER, 2014, p.105).

Além de resultados de pesquisas, Bender se preocupa também em considerar aspectos relevantes de propostas de ABP de outros autores, vários identificados na revisão da literatura do Capítulo 2. Um exemplo é a discussão sobre as oportunidades para a reflexão do aluno sobre o próprio trabalho: “A reflexão sobre o próprio trabalho é uma ferramenta poderosa para a melhoria

e, por essa razão, criar oportunidades para a reflexão dos alunos dentro da experiência de ABP é algo enfatizado por praticamente todos os proponentes do modelo de ensino (BARELL, 2007; BARON, 2010; BELLAND; FRENCH; ERTMER, 2009; DAVID, 2008; GHOSH, 2008; LABOY-RUSH, 2010; LARMER; MERGENDOLLER; MAXWELL; BELLISIMO, 2007)” (BENDER, 2014, p.50). Considerando essa e outras diversas citações, bem como a estrutura geral proposta, pode-se afirmar que Bender (2014) representa, em sua essência, as propostas mais citadas ao longo de nossa revisão da literatura.

Outro fator que se mostrou relevante nessa escolha foi a modularidade da ABP defendida por Bender. A possibilidade de implementação modular da ABP vai ao encontro das necessidades de instituições que, assim como os IFs, já possuem uma organização didática estabelecida, já que possibilita sua implementação sem a necessidade de uma mudança curricular ou estrutural na instituição participante. Nesse sentido, a proposta de Bender prevê ainda que a ABP possa ser implementada tanto em iniciativas que envolvam diversos professores como naquelas de caráter individual e, portanto, disciplinares. Por fim, cabe observar que se trata de um texto com vasta quantidade de informações e direcionado a professores e membros da comunidade escolar, o que vai ao encontro da pesquisa que tem como foco principal a ação docente.

## **5.2 - Análise Praxeológica da proposta de ABP de Bender**

O objetivo da análise praxeológica apresentada aqui é, fundamentalmente, o de mapear a estrutura praxeológica da proposta de ABP defendida por Bender (2014) e com isso compreender melhor seus compromissos teóricos, tarefas previstas, localizar os discursos tecnológicos que justificam as ações propostas, e identificar os construtos destacados nas suas concepções. Para tanto, a investigação foi baseada nas seguintes questões de pesquisa:

- Qual a estrutura praxeológica (principais tarefas, técnicas, discursos tecnológicos e teorias) de Bender (2014)?
- Qual o conjunto de tarefas docentes previstas nas iniciativas de ABP propostas por Bender (2014)?
- Quais as características e construtos considerados mais relevantes na proposta de Bender (2014)?

A análise da proposta deste autor se deu a partir da leitura integral do livro a ser investigado (BENDER, 2014) e determinação dos capítulos em que havia orientações diretas sobre as ações para implementação de uma proposta de ABP. A maior parte das orientações constam no Capítulo 3, intitulado “Concebendo o planejamento de projetos de ABP”. O capítulo versa sobre tudo o que se refere ao desenvolvimento da proposta de ABP, incluindo o pré-planejamento – restrito ao professor – o planejamento realizado durante os projetos, as possíveis

etapas dos projetos e exemplos que buscam esclarecer as etapas por ele apresentadas.

No que se refere a etapas ou fases de ensino na ABP, há uma seção desse capítulo que descreve as principais etapas de um projeto e apresenta uma compilação dessas fases em um quadro (Quadro 3.5, Bender, 2014, p. 64). Essa seção foi tomada como ponto de partida para a análise praxeológica. Na sequência, buscou-se informações complementares ao longo de todo o livro, conforme surgia a necessidade de compreender as tarefas, técnicas e tecnologias propostas pelo autor.

Coerentemente com a característica intrínseca de flexibilidade da ABP, Bender propõe um conjunto de etapas que representam uma estrutura básica que forneça segurança aos professores interessados na ABP que não possuem experiência com a metodologia. “As etapas descritas de maneira breve podem proporcionar estrutura para a primeira incursão de um professor no ensino por meio de projetos de ABP, incluindo projetos que duram de duas a dez semanas ou mais” (BENDER, 2014, p.60). Apesar disso, as etapas e procedimentos elencados pelo autor não representam a única forma possível de implementação da ABP segundo sua proposta.

A construção da análise praxeológica apresentada na sequência tomou como referência o *topos* do professor no período de execução do projeto, já que o foco de nossas investigações são as ações docentes. Os resultados obtidos foram compilados em um quadros por tipo de tarefas, com três colunas cada, em que são apresentados, respectivamente, os subtipos de tarefas ( $T_{ij}$ ), as técnicas ( $\tau$ ) e as tecnologias ( $\theta$ ). As tarefas só podem ser especificadas a partir da definição do conteúdo em estudo, e por isso, não constam no referido quadro. Em função do interesse em compreender a dinâmica da ABP e os fatores relevantes a ela relacionados, as tarefas do que o autor chama de pré-planejamento, i.e., período prévio ao início do projeto, não constam no quadro. Trata-se de um período de planejamento, sem a participação dos estudantes, em que a equipe pedagógica envolvida trata de questões como a abrangência de padrões curriculares pelo projeto, os recursos e o tempo disponíveis para execução da iniciativa, entre outros. “O pré-planejamento de questões e atividades deve ser realizado pela equipe pedagógica envolvida antes do início do projeto de ABP, a fim de garantir uma experiência de ensino-aprendizagem válida e rica em conteúdos” (BENDER, 2014, p.54). Não se trata, portanto, de uma questão de importância e sim de foco desta etapa da pesquisa.

De forma semelhante, o quadro também não inclui uma coluna relativa às teorias que justificam as tecnologias como previsto por Chevallard (1999). No entanto, essa ausência se deve a outro fator que não o de uma supressão por escolha focal. No caso específico das teorias, a proposta de Bender (2014) se inspira em diversos artigos de pesquisa e algumas menções a teorias distintas para produzir discursos tecnológicos que justificam suas ações sem, no entanto, estabelecer um referencial teórico coerente e consistente.

Como exemplo de tal afirmação pode-se identificar a evocação da teoria metacognitiva na enunciação de discursos tecnológicos que justifiquem o uso de determinadas ferramentas como o quadro SQA<sup>33</sup>. O autor defende que “as ferramentas de planejamento metacognitivo ajudam os alunos a pensar sobre seu nível de compreensão do conteúdo e a monitorar seu próprio progresso em direção à meta geral da ABP” (BENDER, 2014, p.113).

Existem ainda, informações que, apesar de não explícitas, podem ser identificadas implicitamente. Nesses casos, elas aparecem acompanhadas de um asterisco (\*) para sua identificação, já que se tratam de interpretações do pesquisador. A análise praxeológica é apresentada por tipos de tarefa envolvendo do Quadro 5.1 ao Quadro 5.8.

A construção dessa Organização Praxeológica permitiu a visualização panorâmica da proposta de ABP de Bender (2014), o que, por sua vez, facilitou a compreensão do desenvolvimento geral da ABP por ele proposta. Além disso, o processo de identificação dos diferentes elementos praxeológicos da proposta permitiu a compreensão não só das tarefas a serem desenvolvidas pelo professor, mas principalmente dos discursos tecnológicos que sustentam as técnicas indicadas para tais tarefas. Tal fato permite que em etapas posteriores as ações dos docentes durante a implementação da ABP sejam contrastadas com as concepções e orientações metodológicas de Bender (2014).

Em função disso, será apresentada a seguir uma discussão a respeito da OP em questão que iniciará pela análise dos tipos de tarefas e das tarefas e se estenderá aos demais elementos praxeológicos. Para exemplificar as discussões ao longo do texto serão usados exemplos de projetos e de elementos de projetos apresentados pelo próprio Bender. Esses trechos relevantes do livro analisado estão disponíveis no Anexo 1 desta tese, mas serão referenciados sempre que utilizados no texto.

A Organização Praxeológica proposta nos quadros dessa subseção foi construída a partir de trechos do livro (BENDER, 2014), buscando identificar os pontos essenciais da obra. Apesar disso, a organização proposta não é a única possível e tampouco engloba todos os aspectos apresentados por Bender (2014).

A estrutura geral dos quadros apresenta a proposta de Bender tomada a partir do *topos* do professor e organizada em oito tipos de tarefas: T<sub>1</sub> – Introduzir o projeto (Quadro 5.1); T<sub>2</sub> – Planejar o projeto em equipes (Quadro 5.2); T<sub>3</sub> – Desenvolver a pesquisa inicial (Quadro 5.3); T<sub>4</sub> – Criar, desenvolver e avaliar a apresentação final e os artefatos (Quadro 5.4); T<sub>5</sub> – Desenvolver a segunda fase de pesquisa (Quadro 5.5); T<sub>6</sub> – Desenvolver a versão final da apresentação e dos artefatos (Quadro 5.6); T<sub>7</sub> – Avaliar o projeto e os alunos (Quadro 5.7); T<sub>8</sub> – Publicar o projeto

---

<sup>33</sup> Ferramenta de planejamento metacognitivo composta por um quadro que foca em três questões básicas: O que eu sei atualmente sobre isso? O que eu quero saber ou compreender? O que eu aprendi nesse processo?

(Quadro 5.8). Cada um deles envolve um conjunto de subtipo de tarefas, técnicas e tecnologias que são discutidos a seguir.

Quadro 5.1: Análise praxeológica do tipo de tarefa  $T_1$  da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b><math>T_1</math> - Introduzir o projeto</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
$T_{11}$ – Apresentar a ideia âncora à turma;	$\tau_{11}$ – Podem ser usadas pequenas narrativas, trechos de vídeos, partes de noticiários, etc.	$\theta_{11}$ – É fundamental que a técnica escolhida seja capaz de gerar interesse verdadeiro, para que o aluno se engaje cognitivamente e emocionalmente com o projeto.
$T_{12-A}$ – Apresentar a questão motriz; ou	$\tau_{12-A}$ – Exposição dialogada envolvendo a turma toda;	$\theta_{12}$ – A apresentação (ou o processo de desenvolvimento com os alunos) deve motivar os alunos e orientar seus esforços na determinação de informações específicas necessárias para abordar o problema;
$T_{12-B}$ – Desenvolver a questão motriz com os alunos;	$\tau_{12-B}$ – Diálogo com a turma toda em formato de <i>Brainstorming</i> ;	
$T_{13}$ – Promover a reflexão acerca da questão motriz e a consequente criação de questões específicas associadas a ela;	$\tau_{13}$ – Diálogo com a turma toda em formato de <i>Brainstorming</i> ;	$\theta_{13}$ – O <i>Brainstorming</i> propicia o desenvolvimento do pensamento reflexivo e também o desenvolvimento criativo de questões específicas sobre o tema do projeto;
$T_{14}$ – Registrar as questões específicas que surgirem durante a discussão;	$\tau_{14}$ – Registro no quadro por um aluno selecionado pelo professor.	$\theta_{14}$ – A discussão costuma gerar muitas ideias interessantes e ao anotá-las em lugar visível permite a reflexão e o compartilhamento das ideias com todos;

Já no primeiro tipo de tarefas ( $T_1$ ) é possível identificar - pela estrutura de subtipos de tarefa que é utilizada e pelos respectivos discursos tecnológicos - uma característica muito ressaltada no texto de Bender (2014): a importância de que os estudantes se engajem verdadeiramente no projeto. O primeiro subtipo de tarefa ( $T_{11}$ ) se destina a fundamentar o projeto, e conseqüentemente o que será aprendido com ele, em um cenário do mundo real, o que é feito através do que Bender chama de âncora<sup>34</sup>.

Na seqüência o professor apresenta ( $T_{12-A}$ ), ou desenvolve com os estudantes ( $T_{12-B}$ ), a questão central do projeto, denominada de Questão Motriz<sup>35</sup>. Segundo Bender (2014), construir esta questão no pré-planejamento ou no início dos projetos - com a participação dos alunos - é

<sup>34</sup> **Âncora ou Ideia Âncora:** “É a base para perguntar. Uma âncora serve para fundamentar o ensino em um cenário do mundo real. Ela pode ser um artigo de jornal, um vídeo interessante, um problema colocado por um político ou grupo de defesa, ou uma apresentação projetada para “preparar o cenário” para o projeto” (GRANT, 2002 apud (BENDER, 2014)BENDER, 2014, p. 16)

<sup>35</sup> **Questão Motriz:** “É a questão principal, que fornece a tarefa geral ou a meta declarada para o projeto de ABP. Ela deve ser explicitada de maneira clara e ser altamente motivadora; deve ser algo que os alunos considerem significativo e que desperte sua paixão” (GRANT, 2002; LARMER; MERGENDOLLER, 2010 apud (BENDER, 2014)BENDER, 2014, p. 16).



uma escolha do professor. Essa escolha deve levar em conta a maturidade dos estudantes, sua experiência com a ABP e o tempo disponível para o projeto. Outro destaque importante é que, ainda que a escolha seja pela apresentação direta da questão, ela deve manter seu caráter motivador e a capacidade de gerar questões específicas, o que será feito pelos estudantes com o incentivo do professor ( $T_{13}$ ).

Esse caráter motivador é encontrado nos discursos tecnológicos do autor, especialmente em relação aos subtipos de tarefas ligadas à âncora e à questão motriz. Bender afirma que “não se deve poupar esforços para delinear âncoras para os projetos de ABP que ajudarão os alunos a se interessarem pelo problema a ser resolvido” (BENDER, 2014, p. 44). Algumas das formas mais indicadas pelo autor para se alcançar esse objetivo é a autenticidade dos problemas investigados e o poder de escolha oferecido aos estudantes.

Para melhor compreensão do que foi discutido até aqui, pode-se tomar o exemplo de um projeto apresentado pelo próprio Bender: “O corte dos cedros (Anexo 1). Nesse projeto a questão motriz é: “Quantos cedros podem ser cortados nesse terreno?” (BENDER, 2014, p. 44). É possível perceber que essa pergunta isoladamente parece não fazer sentido, no entanto, quando em conjunto com a âncora do projeto<sup>36</sup> (Anexo 1), ela se torna um desafio autêntico, i. e., um desafio ligado ao mundo real, inserido em um contexto ao alcance dos estudantes. Isso ocorre porque a âncora localiza a questão motriz e juntas elas fornecem parâmetros específicos que orientam o trabalho. No exemplo do corte de cedros, além de descrever e contextualizar o problema, Bender afirma que esses dois elementos juntos, foram capazes de fornecer informações que orientavam o foco das pesquisas a serem desenvolvidas pelos estudantes já que, entre outras coisas, reduziam as espécies de cedros que interessavam ao projeto à apenas duas. A intenção disso foi a de, além de descrever o problema, ajudar os alunos a delinear parâmetros específicos que orientariam o seu trabalho sem, no entanto, retirar o aspecto motivador da questão.

É preciso destacar ainda, que todo o tipo de tarefa  $T_1$  é realizado através de trabalho conjunto envolvendo toda a turma de estudantes, e se encerra com o registro das questões específicas que foram desenvolvidas através do *brainstorming* ( $\tau_{13}$ ) e que poderão ser aproveitadas pelos grupos formados no próximo tipo de tarefa.

O segundo tipo de tarefa, apresentado no Quadro 5.2, se refere ao planejamento do projeto em equipes ( $T_2$ ), sendo o primeiro subtipo de tarefa a divisão da turma em grupos ( $T_{21}$ ), o que pode ocorrer a partir de diferentes critérios. Nesse sentido, Bender não estabelece uma técnica específica nem propõe um número chave de componentes para cada grupo. O que se encontra a

---

<sup>36</sup> No caso do projeto do corte dos cedros a âncora é o caso de uma família de fazendeiros que pretende fazer uso comercial de parte dos cedros da propriedade sem, no entanto, que o número de cedros plantados se reduza a menos de 50% do número atual. São fornecidos detalhes sobre a localização e as características da fazenda bem como informações sobre o cultivo dos cedros.

esse respeito são alguns possíveis critérios apresentados a título de exemplificação e uma citação se referindo a grupos entre sete (7) e doze (12) componentes. Apesar disso, esses números não parecem ser uma normativa da proposta, mas sim um exemplo para uma turma que comporte cerca de três grupos. Portanto, essas quantidades não devem ser consideradas de modo absoluto a ponto de inviabilizar equipes com menos de sete componentes ou com mais de doze.

O trabalho coletivo assume especial relevância na proposta de Bender. Ele considera a capacidade de trabalhar em equipe um dos maiores legados da ABP para os estudantes que dela participam. Segundo Bender (2014, p.107), “Os proponentes da ABP recomendam o uso generalizado de trabalho cooperativo, porque reflete melhor as demandas do ambiente de trabalho do século XXI do que as tarefas individuais de resolução de problemas.”

Na análise praxeológica, ainda que construída a partir do *topos* do professor, é possível perceber que ao longo da maior parte do projeto, os estudantes trabalham em equipes, que por sua vez, atuam de forma relativamente independente umas das outras. Essa relativa independência, bem como a autonomia de trabalho dos estudantes, fica bem representada nos subtipos de tarefas como o T<sub>23</sub>, T<sub>24</sub> e T<sub>25</sub>, em que o professor atua como incentivador, sendo o rumo do projeto definido pelo grupo. Nesses subtipos de tarefas o professor promove tanto a estrutura organizacional da equipe quanto o planejamento do projeto por elas desenvolvido, respeitando suas individualidades.

É interessante notar também que apesar de terem discutido a questão motriz e formulado questões específicas como turma (T<sub>13</sub>), os alunos voltam a trabalhar nesse objetivo organizados por equipes (em t<sub>24</sub>). Assim, ainda que o professor gere a questão motriz, os alunos acabam por definir as questões a serem abordadas, o que leva à ampliação do potencial de apropriação do projeto pelos estudantes.

Os subtipos de T<sub>2</sub> apontam ainda, o professor estabelecendo um conjunto de parâmetros a serem seguidos pelos grupos, e esses na sequência criando um planejamento detalhado a partir desses parâmetros. Esses procedimentos, bem como seus discursos tecnológicos, indicam uma preocupação do autor com a organização e o planejamento das equipes na busca do bom aproveitamento do tempo e da adequada compreensão de cada membro do grupo acerca de suas funções e tarefas. Afinal, “dentro de um framework da ABP, os alunos dirigem uma quantidade muito maior de seu tempo de ensino do que nas aulas tradicionais; por isso, habilidades de organização de tempo, de aprendizagem cooperativa e muitas outras para a participação bem-sucedida em aulas de ABP” (BENDER, 2014, p. 108).

Quadro 5.2: Análise praxeológica do tipo de tarefa T<sub>2</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

T <sub>2</sub> - Planejar o projeto em equipes;		
Subtipo de tarefa	Técnica	Tecnologia
T <sub>21</sub> – Dividir a turma em grupos;	$\tau_{21}$ – Os grupos podem ser divididos segundo diversos critérios tais como: afinidade, posicionamento quanto ao tema do projeto, ou mesmo aleatoriamente.	$\theta_{21}$ – Em projetos de ABP é importante que os grupos trabalhem de forma eficaz o que, dependendo do projeto e da turma, pode exigir diferentes critérios de agrupamento.
T <sub>22</sub> – Estabelecer parâmetros e metas gerais a serem seguidos pelos grupos;	$\tau_{22}$ – Elaboração de cronograma, rubricas e determinação dos artefatos a serem desenvolvidos conforme características do projeto;	$\theta_{22}$ – Para que possam concentrar seus esforços no desenvolvimento do projeto de forma produtiva, os alunos precisam saber o que precisa ser alcançado e o tempo disponível;*
T <sub>23</sub> – Encorajar e orientar os grupos no estabelecimento de metas específicas e linhas do tempo baseadas nas metas gerais estabelecidas pelo professor;	$\tau_{23}$ – Orientação verbal, por escrito, ou outra estratégia que estimule e oriente os grupos a desenvolverem seus planejamentos;*	$\theta_{23}$ – O desenvolvimento de um planejamento em grupo favorece a adequada utilização do tempo disponível, oferecendo oportunidade de participação e dando ciência das etapas do projeto a todos. No contexto da ABP isso é fundamental pois “os alunos dirigem uma quantidade muito maior de seu tempo de ensino do que nas aulas tradicionais” (BENDER, 2014, P. 108). No entanto, a falta de experiência dos estudantes pode exigir orientação personalizada aos grupos; *
T <sub>24</sub> – Estimular os grupos a desenvolverem questões específicas que julgam que devem ser abordadas e determinar quem deve pesquisar cada questão;	$\tau_{24}$ – <i>Brainstorming</i> por grupos;	$\theta_{24}$ – O <i>brainstorming</i> propicia o desenvolvimento do pensamento reflexivo e o desenvolvimento criativo de questões específicas sobre o tema do projeto;
T <sub>25</sub> – Incentivar uma estrutura organizacional interna nos grupos, que contemple, no mínimo, tarefas com papéis específicos para cada aluno;	$\tau_{25}$ – Diálogo direto incentivando as estruturas de “governança em grupo” a partir das características individuais dos estudantes e garantindo a definição de quem pesquisar cada questão levantada;	$\theta_{25}$ – Para que o grupo trabalhe de forma eficiente, é importante que cada um desempenhe um papel e todos saibam quem faz o que na equipe;
T <sub>26</sub> - Solicitar aos estudantes um resumo por escrito do planejamento do grupo contendo as tarefas e seus respectivos responsáveis;	$\tau_{26}$ – Exposição dialogada, solicitação por escrito, ou outra estratégia que seja eficiente em informar e explicar as ações esperadas em T <sub>26</sub> ; *	$\theta_{26}$ – A técnica escolhida deverá ser prática e eficiente a fim de que os grupos se organizem para a realização das atividades e tornem explícito para todos, inclusive para o professor, o que se espera que cada um faça, aumentando as chances de comprometimento dos alunos com o grupo; *

Percebe-se também a repetida presença de atividades de caráter reflexivo. Nesses primeiros tipos de tarefas (T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>), a presença do pensamento reflexivo é representada pela repetida indicação do *brainstorming* como técnica para o desenvolvimento das questões

específicas a serem investigadas. Embora a técnica seja repetida para subtipos de tarefas semelhantes, o discurso tecnológico que a sustenta é exatamente seu potencial de promover o pensamento reflexivo. Ao longo do seu texto, Bender faz algumas referências ao pensamento reflexivo, sempre destacando sua importância tanto coletiva quanto individual. Segundo ele “estruturar oportunidades para o pensamento reflexivo é uma ênfase importante da ABP, já que isso prepara os alunos para que desenvolvam mais ativamente habilidades desse tipo de pensamento e, dessa forma, abordem os problemas de maneira inovadora” (BENDER, 2014, p. 50).

Na esfera individual ele aconselha que os estudantes mantenham registros em um diário pessoal: “A reflexão individual por meio de registros em diário sobre o conteúdo e a experiência geral é fortemente incentivada no ensino da ABP” (BENDER, 2014, p. 50). Para Bender, “o registro em diário cria uma atmosfera em que os alunos podem refletir sobre sua aprendizagem, e quando professor e aluno discutem as entradas de diários juntos, elas podem proporcionar alguma base para a autoavaliação ou mesmo para notas específicas”. (BENDER, 2014, p. 136). Trata-se portanto de uma alternativa para o processo de avaliação (T<sub>7</sub>) como exemplificado no primeiro capítulo do texto de Bender (2014).

O último subtipo de T<sub>2</sub> é a entrega ao professor do planejamento desenvolvido pelos grupos, o que permite que ele esteja a par do trabalho desenvolvido e das funções e tarefas assumidas por cada membro do grupo. Implicitamente, o autor aponta que esse planejamento permite a melhor organização dos grupos para a realização das atividades do projeto, o aumento potencial do comprometimento dos estudantes através da explicitação de suas tarefas, além de oferecer um marco inicial e uma estrutura básica para a continuidade do trabalho a ser desenvolvido (θ<sub>26</sub>).

O terceiro tipo de tarefas (T<sub>3</sub>) se refere ao que Bender denomina de pesquisa inicial, e é sintetizado no Quadro 5.3. Trata-se de uma primeira investigação sobre as questões específicas elencadas ao longo de T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>. Para tanto, deve o professor se preocupar em disponibilizar possíveis fontes de pesquisa para o trabalho dos estudantes (T<sub>31</sub>). Apesar de não se restringir a ela, o autor destaca o uso da internet como “[...] ponto chave dessa fase, já que poucos são os projetos realizados atualmente que não envolvem um tempo de pesquisa significativo sobre vários tópicos na internet” (BENDER, 2014, p. 63). Na verdade, o suporte da tecnologia ao ensino na ABP é uma ênfase do autor e vai além do uso da internet. O Capítulo 4 do livro analisado dedica-se exclusivamente a discutir o apoio da tecnologia na sala de aula da ABP, para tanto, são apresentadas e discutidas ferramentas tecnológicas que podem auxiliar o desenvolvimento de iniciativas de ABP. Parte dessas ferramentas, i.e., aquelas destacadas pelo autor na seção do livro que trata de como desenvolver uma proposta de ABP, serão apresentadas ao longo desta análise.

Quadro 5.3: Análise praxeológica do tipo de tarefa T<sub>3</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b>T<sub>3</sub> – Desenvolver a pesquisa inicial</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
T <sub>31</sub> – Preparar fontes de pesquisas sobre o projeto a serem consultadas pelos alunos;	τ <sub>31</sub> – Fornecimento de livros, verificação de infraestrutura para que os alunos acessem a internet, bem como a necessidade de outras formas de pesquisa;	θ <sub>31</sub> – Os alunos precisam ter à disposição recursos suficientes para realizarem às atividades do projeto.
T <sub>32</sub> – Ajudar os estudantes no desenvolvimento das pesquisas;	τ <sub>32</sub> – <i>Webquests</i> (tarefa de pesquisa em que “os estudantes seguem <i>links</i> da internet identificados pelo professor para responderem a perguntas específicas de compreensão sobre um tópico particular” Bender, 2014, p.85). Exemplo: Quadro 4.2 p. 86; Retomada das rubricas (“procedimento ou guia de pontuação, que lista critérios específicos para o desempenho dos alunos e descreve diferentes níveis de desempenho para esses critérios” Bender, 2014, p. 133). Exemplo Quadro 1.3 (Bender, 2014, p. 20).	θ <sub>32</sub> – As <i>webquests</i> orientam os estudantes em uma pesquisa pela internet em que tomam contato com informações específicas que sejam necessárias para a conclusão do projeto além de sugerir explorações menos estruturadas que podem resultar em informações adicionais; A discussão das rubricas, por sua vez, proporciona excelente orientação aos alunos através de orientações detalhadas que permitem aos indivíduos autoavaliarem seu trabalho durante o processo de desenvolvimento ou de conclusão do trabalho (idem, p.133).
T <sub>33</sub> – Monitorar e garantir a adaptação dos estudantes à ABP;	τ <sub>33</sub> – Incentivar que os alunos trabalhem em duplas sempre que necessário e circular pela sala dando orientações sobre a pesquisa;	θ <sub>33</sub> – “Pode ser positivo deixar que eles concluam essa fase de pesquisa inicial trabalhando em duplas. Isso não apenas tenderá a mantê-los focados na tarefa em questão, mas eles também podem se sentir mais à vontade trabalhando com um colega” (Bender, 2014, p. 63).
T <sub>34</sub> – Supervisionar e administrar o trabalho de pesquisa dos estudantes;	τ <sub>34</sub> – Verificação do andamento das pesquisas e das necessidades dos estudantes incluindo as condições de infraestrutura e, quando necessário, propondo tarefas alternativas.	θ <sub>34</sub> – Para garantir o bom andamento do trabalho dos grupos o professor precisa estar ciente das dificuldades dos estudantes e das limitações de recursos enfrentadas e, em caso de necessidade, propor alternativas aos estudantes.*
T <sub>35</sub> – Preparar e apresentar lições específicas;	τ <sub>35</sub> – Minilições cujos temas são oriundos de necessidades identificadas nas etapas anteriores. (“[...] minilição é uma lição em tópicos, bastante curta, na qual um professor (ou grupo de alunos) apresenta uma instrução específica e direta com informações das quais todas as equipes de ABP poderiam necessitar para completar seus projetos” (Bender, 2014, p. 48).	θ <sub>35</sub> – Não há problema em o professor apresentar algumas informações de maneira tradicional ao longo de uma iniciativa de ABP. No entanto, essas lições devem ocorrer por requisição dos alunos, devem ser poucas ao longo do projeto e devem ser muito curtas e altamente focadas em um tópico.
T <sub>36</sub> – Orientar os estudantes sobre como avaliar informações de diferentes fontes;	τ <sub>36</sub> – Série de questionamentos de caráter reflexivo apresentada no quadro 4.5 (Bender, 2014, p. 90).	θ <sub>36</sub> – “Diferentemente dos livros didáticos, cuja precisão tem sido avaliada por especialistas, além de serem aprovados pelos comitês estaduais de currículo, as informações na internet não sofrem censura alguma e muitas delas são imprecisas ou enganosas. [...] Em uma era de sobrecarga total de informações, resgatar informações adequadas e avaliar sua precisão é extremamente importante” (Bender, 2014, p. 90).

Uma das estratégias discutidas no referido capítulo são as *webquests*. Elas aparecem em  $\tau_{32}$  como uma forma de ajudar os estudantes no desenvolvimento das pesquisas ( $T_{32}$ ), os guiando através de *links* e questões estabelecidas pelo professor. Junto com as *webquests* em  $\tau_{32}$ , aparecem também as rubricas que, ao serem discutidas com os estudantes, oferecem orientação a respeito daquilo que se espera deles e do projeto, e assim, acaba por orientar suas ações.

O apoio constante do professor aos estudantes fica evidenciado não só através das *webquests* e das rubricas, mas através de todos os subtipos de tarefas do *topos* do professor em  $T_3$ . Nessa etapa de pesquisa inicial, pode-se perceber que os subtipos de tarefas apontam o professor como apoiador, orientador e provedor de estrutura para as tarefas dos estudantes. Isso demonstra que tarefas do tipo pesquisa e busca por respostas estão efetivamente estabelecida como de responsabilidade do aluno, demonstrando as características do contrato didático da ABP. Apesar disso, há uma grande preocupação com a adaptação dos estudantes à essa nova forma de trabalho ( $T_{32}$ ,  $T_{33}$  e  $T_{36}$ ), afinal as dificuldades de adaptação podem prejudicar o desenvolvimento do projeto. Por isso, o autor propõe que trabalhos que seriam desenvolvidos individualmente possam ser realizados em duplas, e orientações sobre como avaliar informações obtidas na internet sejam oferecidas. Além disso, na medida da necessidade e da solicitação dos estudantes, podem ocorrer instruções breves e específicas sobre determinado tema a serem ofertadas pelo professor ou por alunos, i. e., as minilições ( $\tau_{35}$ ).

O tipo de tarefa  $T_4$  se refere a algo característico da ABP, o desenvolvimento dos artefatos (Quadro 5.4). A visão de Bender a respeito dos artefatos é bem eclética: “São itens criados ao longo da execução de um projeto e que representam possíveis soluções, ou aspectos da solução, para o problema. O termo *artefato* é usado para enfatizar que nem todos os projetos resultam em um relato escrito ou em uma apresentação” (BENDER, 2014, p. 16 - grifo do autor). Note que o autor não nega que relatos escritos e apresentações não possam ser artefatos, e sim busca destacar as outras possibilidades que, segundo ele, podem incluir vídeos, poemas, *podcasts*, peças teatrais, etc.

Considerando que os artefatos a serem desenvolvidos já foram determinados em  $t_{22}$ , cabe aqui ao professor novamente o papel de orientador. Os subtipos de tarefa de  $T_4$  dão conta de um professor presente e atuante, um verdadeiro facilitador da aprendizagem e, indiretamente, apontam para alunos comprometidos com as tarefas a eles imputadas no planejamento solicitado em  $t_{26}$ . Há, no entanto, um subtipo de tarefa especialmente importante em  $T_4$ , auxiliar os alunos no processo de avaliação formativa.

Quadro 5.4: Análise praxeológica do tipo de tarefa T<sub>4</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b>T<sub>4</sub> – Criar, desenvolver e avaliar a apresentação e os artefatos</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
T <sub>41</sub> – Orientar a criação e o desenvolvimento dos artefatos;	$\tau_{41}$ – “[...] o professor passará por cada aluno da turma, ajudando, orientando, sugerindo recursos adicionais e, de modo geral, facilitando a aprendizagem” (Bender, 2014, p.64);	$\theta_{41}$ – Com forte ênfase no envolvimento dos alunos em problemas e projetos que eles considerem válidos, o papel do professor no ensino na ABP é predominantemente o de facilitador;
T <sub>42</sub> – Promover e acompanhar a reunião em que os grupos examinarão o seu progresso na apresentação e em cada artefato solicitado;	$\tau_{42}$ – Diálogo do professor com cada grupo;	$\theta_{42}$ – A reunião em grupo permite que o professor ofereça <i>feedback</i> verbal sobre o que o grupo cumpriu, o que foi concluído e o que ainda falta fazer.
T <sub>43</sub> – Auxiliar no processo de avaliação formativa;	$\tau_{43}$ – Fornecer questões orientadoras que permitam a reflexão sobre o que já foi desenvolvido;	$\theta_{43}$ – A reflexão acerca de perguntas fundamentais permitirá a reflexão sobre o trabalho desenvolvido até então e, na maior parte dos casos, levando a informações adicionais que devem ser coletadas e incorporadas de alguma forma ao projeto;

Novamente a ABP estabelece um subtipo de tarefa de caráter reflexivo, em que o professor deve orientar os estudantes na reflexão sobre aquilo que já foi desenvolvido até então. A importância de tal subtipo de tarefa está não só em saber se o artefato está bem desenvolvido, mas no desenvolvimento da capacidade de autoavaliação e autorreflexão. Apesar de fundamentais no desenvolvimento acadêmico e humano, essas características costumam ser pouco exercitadas pelos alunos, e com isso falta-lhes fluência em tais processos. O apoio nessa etapa pode ser através da proposição de questões orientadoras, cuja busca por respostas incentivem a reflexão sobre o trabalho desenvolvido até então ( $\tau_{43}$ ) e que permitam o aporte de informações adicionais a serem incorporadas no projeto ( $\theta_{43}$ ).

Após uma primeira etapa de pesquisa (T<sub>3</sub>), uma etapa de desenvolvimento de artefatos e de avaliação do trabalho já desenvolvido (T<sub>4</sub>), sucede-se uma segunda fase de pesquisa representada pelo tipo de tarefas T<sub>5</sub>, apresentada no Quadro 5.5. Cabe ao professor nessa etapa, assessorar os grupos na busca pelas informações identificadas como ausentes na etapa anterior (T<sub>51</sub> e T<sub>53</sub>) e no gerenciamento do tempo disponível (T<sub>52</sub>), além de solicitar a realização de tarefas individuais ainda pendentes (T<sub>54</sub>). Ainda em T<sub>5</sub>, pode ser necessário que o professor ou palestrante convidado ofereça alguma mini lição sobre temas que os estudantes julguem necessários.

Quadro 5.5: Análise praxeológica do tipo de tarefa T<sub>5</sub> da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b>T<sub>5</sub> – Desenvolver a segunda fase de pesquisa</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
T <sub>51</sub> – Acompanhar e orientar a busca por informações que preencham as lacunas identificadas na reunião de avaliação dos grupos;	$\tau_{51}$ – Orientação direta e personalizada sobre os conhecimentos ainda necessários para que cada grupo conclua suas tarefas;	$\theta_{51}$ – Equipes diferentes podem ter buscado abordagens distintas para a resolução do problema geral e apresentarão variações em relação àquilo que necessitam para concluir seus projetos. Os alunos podem se beneficiar de um <i>feedback</i> personalizado;
T <sub>52</sub> – Assessorar os grupos no gerenciamento do tempo disponível;	$\tau_{52}$ – Orientação direta e personalizada aos grupos sobre a otimização do tempo para a conclusão das tarefas;	$\theta_{52}$ – Deve-se evitar maiores mudanças na direção geral do projeto de ABP, pois, conforme as equipes se aproximam da fase final, é provável que o tempo alocado para o projeto fique bastante limitado;
T <sub>53</sub> – Oferecer informações complementares sobre tópicos específicos;	$\tau_{53}$ – Mini Lições oferecidas pelo professor ou por palestrantes convidados;	$\theta_{53}$ – Não há problema em o professor apresentar algumas informações de maneira tradicional ao longo de uma iniciativa de ABP. No entanto, essas lições devem ocorrer por requisição dos alunos, devem ser poucas ao longo do projeto e devem ser muito curtas e altamente focadas em um tópico.
T <sub>54</sub> – Solicitar a realização das tarefas individuais ainda não completadas;	$\tau_{54}$ – Solicitação direta ou outra técnica que seja mais adequada à realidade dos alunos;	$\theta_{54}$ – A técnica escolhida deve ser eficaz em mover os alunos a completar as tarefas ainda pendentes tendo em vista que “[...] as tarefas individuais solicitadas devem ser concluídas durante esta fase do projeto de ABP” (Bender 2014 p.65).

De forma semelhante, o tipo de tarefa T<sub>6</sub> corresponde à fase de incorporação dos resultados da segunda fase de pesquisa aos artefatos e à apresentação final<sup>37</sup>. Há nesse tipo de tarefas, apresentada no Quadro 5.6, um subtipo de tarefa destacada por Bender (2014). O discurso tecnológico  $\theta_{62}$  referente ao subtipo de tarefa T<sub>62</sub>, destaca novamente a relevância do desenvolvimento da competência do trabalho em equipe e ressalta a importância do assessoramento do professor na avaliação interna a ser realizada pelo grupo (T<sub>62</sub>). Esse subtipo de tarefa envolve a apresentação e a orientação dos estudantes ao processo de avaliação pelos colegas. Trata-se portanto, de uma oportunidade de desenvolvimento da capacidade de reflexão, avaliação, argumentação e empatia, afinal existem diversas formas diferentes de se formular uma crítica. Bender (2014) apresenta, respectivamente nos quadros 6.5 e 6.6 (Anexo 2), diretrizes para a avaliação de colegas e uma amostra da avaliação de colegas usando uma escala. As informações contidas nesses quadros podem ajudar a professores e alunos nessa etapa de aprendizagem acerca deste tipo de avaliação.

<sup>37</sup> Embora a apresentação final possa ser considerada um artefato o autor tratou dela e dos artefatos como itens distintos possivelmente para reforçar que um artefato não é necessariamente uma apresentação como descrito na definição de artefato por ele apresentada.



Quadro 5.6: Análise praxeológica do tipo de tarefa  $T_6$  da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b><math>T_6</math> – Desenvolver a versão final da apresentação e dos artefatos;</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
$T_{61}$ – Orientar a incorporação dos dados da segunda fase de pesquisa à apresentação final e à versão final dos artefatos;	$\tau_{61}$ – Diálogo direto ou outra técnica que seja mais adequada à realidade do projeto;	$\theta_{61}$ – É fundamental que a comunicação nessa etapa seja eficiente pois o projeto encontra-se em suas etapas finais e, portanto, “[...] deve-se fazer apenas mudanças que resultarão em uma melhora significativa do projeto” (Bender, 2014, p. 65).
$T_{62}$ – Assessorar os grupos em uma avaliação interna, formalmente estruturada, dos artefatos;	$\tau_{62}$ – Apresentação e orientação quanto ao emprego da avaliação pelos colegas baseada em equipes, i. e., envolvendo apenas os membros do grupo. (a estrutura de avaliação pelos colegas é descrita no Capítulo 6);	$\theta_{62}$ – O trabalho em equipes é uma competência importante para os estudantes do século XXI, mas apesar disso, muitos alunos não tiveram essa experiência anteriormente, o que pode fazer com que eles não tenham a habilidade para esse tipo de avaliação.

O tipo de tarefa  $T_7$ , por sua vez, está relacionado diretamente ao processo de avaliação do projeto e dos alunos pelo professor (Quadro 5.7). Esse tipo de tarefa conta com quatro subtipos de tarefas que envolvem tanto a avaliação formativa quanto à avaliação somativa do projeto. Desta forma, estão contempladas tanto as ações de avaliação realizadas ao longo do projeto como aquelas decorrentes da apresentação final e dos artefatos desenvolvidos pelos estudantes.

O subtipo de tarefa  $T_{71}$  refere-se à avaliação formativa, i. e., aquela desenvolvida ao longo de todo o processo e que fornece um *feedback* contínuo sobre o processo de ensino aprendizagem. Trata-se portanto, da avaliação realizada ao longo de todo o projeto e cujos instrumentos podem ser as rubricas criadas para o projeto, as *webquests* desenvolvidas pelos estudantes, a autoavaliação desenvolvida pelos grupos em  $t_{43}$  e  $t_{63}$ , entre outros instrumentos e estratégias que Bender discute no Capítulo 6 do seu livro. Independente das estratégias escolhidas, a avaliação formativa permite tanto a constante avaliação e correção do processo de ensino aprendizagem, quanto o *feedback* formativo, i. e., “[...] aquele que ajuda os estudantes a formar ou reorientar seus trabalhos conforme necessário” (BENDER, 2014, p. 51).

Também importante, o *feedback* somativo, o que ocorre ao final do projeto (BENDER, 2014, p. 51), está presente na ABP. Ele está vinculado à avaliação final dos alunos e do projeto, realizada pelo professor e pelos colegas. O subtipo de tarefa  $T_{73}$  representa esta etapa na proposta de Bender (2014). Para sua realização, o autor propõe um processo de avaliação pelos colegas dirigido pelo professor. Esse processo não se reduz à exposição verbal da impressão dos colegas sobre o projeto avaliado, trata-se sim de um processo mais complexo e bem fundamentado, desenvolvido a partir de orientações bem estabelecidas resumidas no Quadro 6.5, constante no Anexo 2. Embora essa seja a estratégia indicada pelo autor ( $\tau_{73}$ ) as alternativas para essa etapa

não se limitam a ela. No Capítulo 6 o autor trata das diversas possibilidades de avaliação dentro da ABP. Essas possibilidades incluem orientações sobre técnicas alternativas e/ou complementares a  $\tau_{73}$  como instrumentos para a atribuição de nota ou conceito individual ( $T_{74}$ ).

Quadro 5.7: Análise praxeológica do tipo de tarefa  $T_7$  da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b><math>T_7</math> – Avaliar o projeto e os alunos</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
$T_{71}$ – Promover uma avaliação formativa;	$\tau_{71}$ – Uso de rubricas de avaliação e de Webquests ou outras técnicas coerentes com a profundidade esperada, com o nível de ensino e das limitações de tempo do projeto (Bender, 2014, p. 21);	$\theta_{71}$ – “Devido ao alto nível de especificidade exigido pelas rubricas, elas fornecem excelente orientação para os projetos de alunos dentro do <i>framework da ABP</i> e, por essa razão, devem ser compartilhadas com os alunos antes ou à medida que as tarefas de ABP forem realizadas” (Bender, 2014, p.133).  De forma semelhante as <i>webquests</i> fornecem orientação aos estudantes, pois costumam incluir “um mecanismo de avaliação que declare claramente as expectativas, e um método para resumir a experiência” (Bender, 2014, p.85).
$T_{72}$ – Organizar as apresentações finais;	$\tau_{72}$ – Agendamento das apresentações com os grupos; *	$\theta_{72}$ – Acertar as datas e ordem de apresentação com a participação dos grupos tende a desenvolver um senso de responsabilidade e de validação coletiva do processo de decisão; *
$T_{73}$ – Dirigir a avaliação final com a turma inteira;	$\tau_{73}$ – Avaliação pelos colegas (não é a única opção, mas é a sugerida pelo autor);	$\theta_{73}$ – É importante que os estudantes vivenciem a experiência de avaliar e ser avaliado por seus pares. Esse processo, se bem conduzido, permitirá a compreensão de que avaliar é fornecer oportunidades de melhorias no trabalho do colega;
$T_{74}$ – Atribuir notas ou conceitos individuais;	$\tau_{74}$ – Média ponderada dos diferentes instrumentos utilizados ao longo do projeto. São sugeridos diversos instrumentos de avaliação de caráter individual e coletivo, tais como: rubricas, autoavaliações (reflexivas, numéricas e/ou abertas), avaliação de colegas e avaliação de portfólio além de questionamentos, individuais ou coletivos, durante os momentos de orientação ao longo do projeto;	$\theta_{74}$ – As ações de ABP envolvem tarefas coletivas e individuais e oferece a possibilidade de múltiplas avaliações ao longo do projeto, o que leva o autor a recomendar a combinação de notas de caráter individual e coletivo. Ele entende que a atribuição da nota deve celebrar e valorizar o trabalho do aluno ao longo de todo o projeto.

Por fim, o último tipo de tarefas se refere à outra importante característica da ABP, a publicação do projeto ( $T_8$ ), sintetizada no Quadro 5.8. Considerando que os projetos desenvolvem-se a partir de problemas autênticos, é importante que os resultados obtidos sejam

divulgados a fim de valorizar e qualificar o trabalho realizado, afinal “[...] a apresentação do trabalho de sala de aula a outras pessoas da comunidade é uma maneira de mostrar o valor desse trabalho (BENDER, 2014, p. 53)”. Como expõe  $\tau_{81}$  as possibilidades de técnicas para a apresentação pública do projeto são inumeráveis e vão depender de fatores como o tipo de artefato, o nível de exposição pretendido, etc.

Considerando as informações apresentadas pelos quadros e pela discussão apresentados nesta seção, é possível classificar a proposta de Bender (2014) como equilibrada e realista frente a uma ação de inovação didática, seja ela oriunda de uma iniciativa individual - um professor trabalhando em sua disciplina – seja ela uma iniciativa coletiva - um grupo de docentes atuando dentro de uma instituição de ensino. A proposta de Bender (2014) demonstrou-se também, coerente com o que a revisão da literatura apontou como elementos fundamentais de uma proposta de ABP. Apresentou ainda coerência com as concepções e orientações metodológicas mais citadas na revisão da literatura (Grupo PBS e J. W. Thomas) demonstrando-se portanto, representativa no contexto do Ensino de Física.

Quadro 5.8: Análise praxeológica do tipo de tarefa  $T_8$  da proposta de ABP de Bender (2014) no *topos* docente.

<b><math>T_8</math> – Publicar o projeto</b>		
<b>Subtipo de tarefa</b>	<b>Técnica</b>	<b>Tecnologia</b>
$T_{81}$ – Promover a publicação do projeto e de seus artefatos;	$\tau_{81}$ – “As oportunidades de publicação são limitadas apenas pela imaginação coletiva do professor e das turmas” (Bender, 2014, p.53).  O autor cita algumas opções para publicação sem limitar-se a elas: YouTube e <i>website</i> da escola para artefatos em formato de vídeo, artigos em jornais para artefatos em formato de texto, envio de relatórios dos resultados do projeto aos representantes governamentais ou ainda apresentações para grupos de fora da escola, entre outras (no Quadro 3.3 da página 54 de Bender (2014) são apresentadas outras opções de publicação).	$\theta_{81}$ – A técnica escolhida deve levar em conta fatores como o tipo de artefato, o nível de exposição dos alunos e o interesse deles, já que o objetivo da publicação é, principalmente, a valorização do trabalho desenvolvido pelos alunos.

Trata-se, portanto, de um conjunto de concepções e orientações metodológicas fundamentado na literatura que trata de iniciativas PBL<sup>38</sup>, coerente com a revisão da literatura de ABP no contexto do Ensino de Física e com potencial aplicabilidade em iniciativas envolvendo o Ensino Médio, nível de ensino em que se pretende investigar a etapa de implementação.

Em relação às características e construtos relevantes para Bender (2014), pode-se citar o desenvolvimento do pensamento reflexivo e do trabalho colaborativo como alguns dos elementos

<sup>38</sup> Sigla utilizada para designar as iniciativas que envolvem tanto o *Project-Based Learning* quanto o *Problem-Based Learning*.

mais destacados em sua proposta. Há de se citar ainda a preocupação do autor com o adequado processo de avaliação na ABP, bem como com o apoio que elementos tecnológicos podem oferecer em uma sala de aula em que a ABP está presente.

### 5.3 - Coerência Didático-Epistemológica

Em uma iniciativa do que se pode chamar de Coerência Didático-Epistemológica, parece interessante que as concepções e orientações metodológicas do objeto em estudo, no caso a ABP, sejam analisadas em termos dos princípios do referencial teórico-metodológico escolhido (TAD). Embora não seja fundamental que objeto de estudo e o referencial teórico-metodológico utilizado em sua análise sejam coerentes, parece salutar que possíveis incongruências sejam conhecidas. No caso da TAD, tal fato ganha especial relevância uma vez que ela origina duras críticas a problemas didáticos como o monumentalismo e o aplicacionismo. Nesse sentido se optou por realizar uma análise da ABP comparando-a com uma organização didática oriunda da própria TAD, os Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP).

Como a revisão da literatura apontou, os Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP) são dispositivos didáticos oriundos da TAD, criados a fim de combater problemas como o monumentalismo e o aplicacionismo, entre outros. Trata-se portanto, de uma estrutura didática, totalmente coerente com a TAD, proposta pelo próprio Chevallard (2004, 2006) na busca de uma nova epistemologia escolar no que se refere ao estudo da Matemática, com ênfase especial na modelagem matemática.

“Um dos objetivos principais da proposta dos PEP é de introduzir na escola uma nova epistemologia que permita substituir o paradigma escolar do «inventário» de saberes por um paradigma de *questionamento do mundo*, para dar sentido ao estudo escolar da matemática em seu conjunto, transportando à escola uma atividade de estudo mais próxima do âmbito da investigação” (BARQUERO et al., 2011, p.341, tradução nossa, grifo do autor).

Apesar disso, os PEP não são considerados a única organização didática (OD) adequada, e sim uma OD que apresenta as propriedades consideradas ideais para oferecer uma resposta apropriada às carências do Ensino de Matemática nas escolas.

“[...] vamos esclarecer o significado deste esquema e descrever algumas das propriedades gerais das organizações didáticas «ideais» que decorrem da noção de REI e que aparecem como uma resposta apropriada às carências que estão na origem de algumas das restrições que dificultam e inclusive impedem a integração da modelização matemática nas instituições escolares” ( BARQUERO et al. 2010, tradução nossa, grifo do autor).

Ao detalhar essas propriedades, Barquero et. al. (2010) começam discutindo aquele que é o ponto de partida de um PEP, a Questão Geratriz (QG). Trata-se de uma questão que delimita,

motiva e dá sentido ao processo de estudo (p. 567). Essa questão, segundo eles, deve apresentar características específicas tais como o potencial de que dela, e de suas respostas parciais, derivem novos questionamentos que, junto com a QG, irão orientar o estudo. A QG deve também ser capaz de envolver, de maneira séria, a comunidade e, portanto, sua resposta deve apresentar potencial relevância, não devendo restringir-se a mera informação.

Semelhantemente aos PEP, a ABP também tem como ponto de partida uma questão central denominada Questão Motriz (QM). Essa questão “[...] é o foco principal da experiência de ABP” (BENDER, 2014, p.44) e tem a função tanto de “[...] despertar a atenção dos alunos quanto focar seus esforços nas informações específicas de que eles necessitam para abordar o problema” (BENDER, 2014, p.44).

Tanto na ABP quanto nos PEP há uma preocupação com a autenticidade desta questão inicial. Diversos autores (THOMAS, 2000; BENDER, 2014; HSU et al., 2016), destacam que a questão motriz deve manter relação com o mundo real, ou como costumam dizer, deve ser uma questão autêntica. Chevallard, (2006), por sua vez, apresenta preocupação semelhante ao defender que as questões investigadas pelos estudantes precisam ser cruciais e portanto legítimas.

Outra propriedade compartilhada pela ABP e pelos PEP é sua estrutura “arborescente”. Trata-se da nomenclatura dada à característica de, a partir de uma questão geral, gerarem-se diversas questões derivadas e dessas ainda outras, cujas respostas parciais agrupam-se para compor a resposta à questão original. Essa estrutura é encontrada nos PEI:

“Ao longo do PEP, o estudo da questão geratriz  $Q_0$  evolui e dá lugar ao estabelecimento de muitas novas «questões derivadas»  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  cuja pertinência deve sempre ser constantemente questionada. Neste sentido, o critério essencial para decidir sobre a pertinência e boa formulação de  $Q_i$  é sua capacidade de proporcionar respostas  $R_i$  que ajudem a elaborar uma resposta a  $Q_0$ . ( BARQUERO et al., 2010, tradução nossa, grifo do autor)”.

Bem como na ABP:

“Por fim, a própria questão motriz deveria estimular outras questões mais específicas. Nas primeiras seções de *brainstorming*, durante o processo da ABP, os alunos identificarão e priorizarão a importância de muitas questões específicas que se relacionam com a questão motriz. Além disso, outras questões que poderiam surgir em sessões abertas de *brainstorming* talvez não fossem consideradas, após um pouco de discussão e reflexão, relacionadas de modo crucial com a questão motriz.” (BENDER, 2014, p. 45).

Ainda relacionada à estrutura arborescente dos PEP e da ABP, há outra característica discutida por Barquero et. al. (2010), a dialética do estabelecimento de perguntas e sua respectiva busca por respostas. No âmago desta dialética está a responsabilidade de proposição de perguntas que, no modelo tradicional de ensino, geralmente recai sobre o professor. Nos PEP, bem como na ABP, pode ser que, por vezes, a pergunta inicial seja estabelecida pelo professor, mas a partir daí

as questões a serem exploradas se originam do processo de estudo sendo negociadas entre professor e alunos. Na verdade esse maior protagonismo dos estudantes não se restringe apenas à proposição de perguntas, mas permeia toda a proposta, tanto nos PEP quanto na ABP.

De certa forma, essa dialética está relacionada à mudança no contrato didático que se estabelece nos PEP e na ABP em relação ao modelo tradicional. Nesse sentido, a divisão de responsabilidades entre professores e estudantes na ABP e nos PEP é consideravelmente diferente daquela encontrada no modelo tradicional. Nos PEP há uma redistribuição de tarefas entre professores e estudantes já que os alunos assumem um papel central nessa organização didática.

“Se nos focamos na divisão de responsabilidades durante a gestão dos PEP, temos que destacar a enorme mudança que se produziu em comparação com um curso tradicional. Desde o princípio, a professora buscou atuar como uma verdadeira diretora do processo de estudo, concedendo a máxima autonomia e responsabilidade aos alunos e negociando explicitamente muitos dos aspectos que muitas vezes são implicitamente deixados sob responsabilidade do professor: planejamento do estudo, tempo dedicado a cada uma das atividades, seleção das ferramentas matemáticas supostamente apropriadas, uso de ferramentas computacionais e bibliográficas, institucionalização das respostas parciais, avaliação dos resultados, etc.” (Barquero et al., 2011, p 348).

Essa diferenciação no contrato didático também é encontrada nas iniciativas de ABP. Em tal metodologia, preconiza-se que os estudantes assumam papel central e que possuam maior participação e responsabilidades no processo de estudo, ficando o professor com a função de orientador do processo.

“Outro aspecto do nível de conforto em relação ao ensino na ABP envolve a modificação do papel do professor nesse tipo de ensino. Em vez de servirem como fornecedores de informações (ou seja, em uma aula tradicional e baseada em discussões), a ABP requer que os professores sejam facilitadores e orientadores educacionais, à medida que os estudantes avancem em suas atividades de projeto” (BENDER, 2014, p. 38).

Embora já seja possível estabelecer uma considerável semelhança entre ABP e PEP, ela não se limita aos fatores já discutidos, avançando em outras características fundamentais das duas organizações didáticas. Uma delas é a forma de trabalho dos estudantes ao longo das investigações, ou como Barquero et. al. (2010) nomeiam, a dialética do indivíduo e do coletivo. Tanto a ABP quanto os PEP tomam o trabalho coletivo como princípio educativo. Para Bender (2014): “Nesse contexto, precisamos apenas afirmar que ajudar os alunos a aprender a trabalhar juntos na resolução de problemas é um dos resultados mais importantes da ABP, e os professores não devem poupar esforços para facilitar a cooperação e o trabalho em grupos adequados” (BENDER, 2014, p. 49).

De forma semelhante os PEP são desenvolvidos com os estudantes trabalhando em grupos ( BARQUERO et al., 2011; BON et al., 2011; COSTA; ARLEGO; OTERO, 2015). A

investigação desenvolvida nos PEP se dá a partir da ideia de uma comunidade de estudos formada por um conjunto de estudantes (X) orientados por ao menos um diretor do estudo (Y):

“Esta comunidade de estudo deve ser a encarregada de estudar coletivamente a questão  $Q_0$  e produzir solidariamente uma resposta própria  $R^\forall$ . Em contraposição a preponderância de um «trabalho individual» e «personalizado» sob as ordens de Y, a coletividade de estudantes com seu diretor de estudos devem repartir o conjunto de tarefas e negociar as responsabilidades que cada um deve assumir”(BARQUERO et al., 2010, p.570, tradução nossa, grifo do autor).

É interessante notar ainda que o trabalho dessas comunidades de estudo se dá em um ambiente de grande autonomia. Tanto ABP quanto PEP são organizações didáticas de caráter aberto, i. e., não possuem um caminho estabelecido com respostas previamente escolhidas pelo professor, tampouco são utilizadas como mero pretexto para demonstrar a utilidade dos novos conhecimentos ensinados. Os conhecimentos de livros, internet, entre outras fontes, são utilizados como meio para o desenvolvimento da resposta para a questão que originou o estudo, e para outras que surgiram ao longo dele. Ambas as organizações didáticas preveem o seu desenvolvimento em um contexto de participação efetiva do estudante, o que acaba por fortalecer o seu envolvimento e a apropriação do processo por parte deles.

Outra característica compartilhada pelos PEP e pela ABP, em particular nas propostas representadas por Bender (2014), é a sua modularidade. Tratam-se de estudos que permitem sua inserção paulatina no contexto escolar através de iniciativas pontuais que podem envolver o estudo de um tema, uma unidade de ensino ou mesmo a adoção da metodologia em tempo integral.

Com todos os elementos apresentados, é possível notar a grande coerência que existe entre a ABP e os PEI. Tratam-se de duas organizações didáticas que possuem princípios semelhantes e que compartilham diversas características de seus desenvolvimentos. Embora a origem da ABP não esteja ligada à modelagem matemática como a dos PEP está, a análise realizada mostra que a ABP contém os elementos centrais dos PEP, tratando de maneira coerente com a TAD, das principais questões que os originaram.

O objetivo da discussão aqui proposta foi o de apontar a coerência entre o objeto estudado, a ABP, e o referencial utilizado na análise, a TAD. Tomando os PEP como modelo de referência (BARQUERO et al., 2010), foi possível identificar a ABP como um modelo didático não monumentalista, fundamentado em um paradigma de questionamento do mundo e coerente com as premissas da TAD.





## Capítulo 6 – Estudo Empírico

Neste capítulo é apresentado o estudo empírico realizado. Constatam-se uma descrição do contexto do estudo, incluindo as características da instituição, bem como o público que ela atende, sua estrutura física e de pessoal; a metodologia do estudo e, na sequência, os resultados obtidos, bem como comentários sobre sua aplicação à área de Ensino de Física.

### 6.1 - Contexto

O presente estudo ocorreu no Campus Osório do IFRS, localizado no litoral norte do Rio Grande do Sul. A escolha dessa instituição levou em conta o fato do autor desta tese atuar como professor no local e de acreditar que por meio desta pesquisa poderia colaborar com o enfrentamento dos desafios a ela estabelecidos. Naturalmente a condição de docente do estabelecimento de ensino ofereceu um panorama de conhecimentos sobre o campus e facilidade de acesso a dados que se mostraram fundamentais para os objetivos deste estudo. Somou-se a isso também a potencial facilitação de encadeamento de outras pesquisas posteriores ao doutorado.

Além desses fatores, o tempo de existência do campus e sua consequente estabilidade organizacional, funcional e social se mostraram adequados aos propósitos da pesquisa. Isso por que o Campus Osório fez parte da segunda fase de expansão dos Institutos Federais e, portanto, já conta com uma estrutura administrativa e didática bem definidas, assim como um corpo docente e técnico bem estabelecido.

O Campus Osório está localizado em um bairro de classe média-baixa e conta com boa infraestrutura: prédios com salas de aula, biblioteca, auditório, espaço de convivência, administração, laboratórios e almoxarifado. Todos os espaços são construções recentes<sup>39</sup> e com aspecto agradável e acolhedor. As salas de aula são bem equipadas e contam com ar condicionado, projetores, carteiras em boas condições e espaço compatível com o número de alunos em cada turma. A biblioteca dispõe de espaço para leituras e estudos em grupos, computadores com acesso à internet e um bom acervo. O laboratório de Física está instalado em um espaço que não foi planejado para esse fim mas, apesar de modesto e carente de ampliação e melhorias, conta com uma infraestrutura regular e com quantidade razoável de equipamentos. As Figuras 6.1 até 6.6 mostram algumas das instalações citadas.

---

<sup>39</sup> O Campus Osório do IFRS iniciou suas atividades em agosto de 2010 no prédio da antiga Escola Municipal Osvaldo Amaral, cedida temporariamente pela prefeitura do município de Osório. Em 2013 mudou-se para as atuais instalações, em prédios construídos especialmente para o IF.



Figura 6.1: Fachada do IFRS Campus Osório.



Figura 6.2: Pátio interno do IFRS Campus Osório.

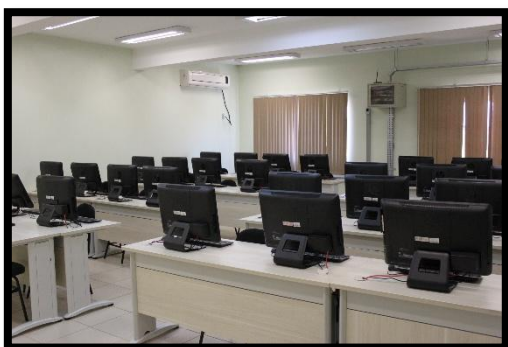


Figura 6.3: Laboratório de Informática do IFRS Campus Osório em que foram realizadas algumas atividades durante a iniciativa de ABP.

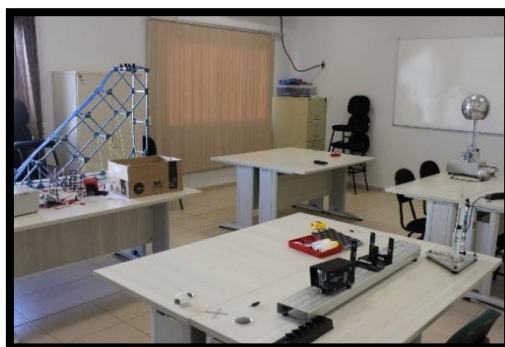


Figura 6.4: Laboratório de Física do IFRS Campus Osório em que foram realizadas algumas atividades durante a iniciativa de ABP.



Figura 6.5: Área de estudo da Biblioteca do IFRS Campus Osório.

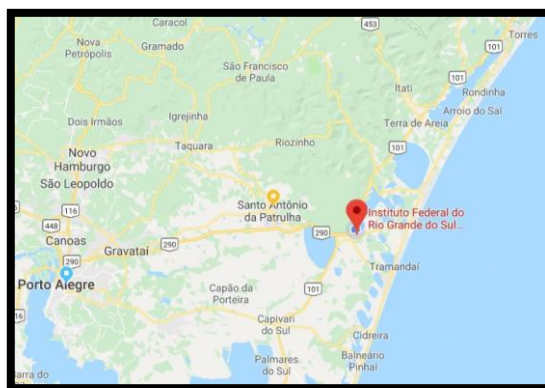


Figura 6.6: Mapa da região de atuação do Campus Osório obtido via Google Maps.

Apesar de localizado no município de Osório, o campus conta com alunos de diversos municípios da região (Figura 6.6)<sup>40</sup>. Os estudantes costumam se deslocar de suas localidades até o campus usando serviços de transporte escolar públicos, cedidos pelas prefeituras, ou particulares, quando possuem condições ou a prefeitura não disponibiliza o serviço. Algumas famílias optam ainda por alugar pequenos imóveis próximos ao campus, onde os alunos permanecem durante a semana retornando às suas cidades de origem aos finais de semana. O

<sup>40</sup> Distâncias rodoviárias do Campus Osório até os municípios próximos: Capão da Canoa 46 km; Capivari do Sul 40 km; Maquiné: 55 km; Palmares do Sul: 55 km; Terra de Areia: 50 km; Torres: 86 km; Tramandaí: 18 km; Xangrilá: 28 km.

campus conta com uma salutar diversificação do espectro social dos alunos, bem como de sua origem escolar. Essa diversidade continuamente incentivada por meio de um sistema de reserva de vagas que conta com diferentes modalidades de cotas, embora se acredite que esse sistema não seja o único responsável por essa pluralidade.

O Campus Osório do IFRS oferece cursos: a) técnicos integrados ao ensino médio: administração e informática; b) técnicos pós ensino médio: administração, guia de turismo, eventos e panificação; c) superiores: tecnólogo em processos gerenciais, tecnólogo em análise e desenvolvimento de sistemas e licenciaturas em Letras e Matemática; d) pós graduação: especialização em educação básica profissional. Os cursos integrados ao ensino médio ocorrem nos períodos matutinos e vespertinos e os demais no período noturno, com exceção do curso de pós-graduação que mescla os turnos concentrando suas aulas em alguns dias da semana.

No período do estudo o campus em questão conta com 62 professores divididos em diferentes áreas de atuação sendo a predominância na área de Letras, Administração, Matemática e Informática. Dentre esses professores, dois (um de informática e uma de Física) foram escolhidos para o desenvolvimento deste estudo empírico em função de seus interesses em novas metodologias de ensino, da disponibilidade em participar da pesquisa, da experiência docente que possuem, da sua relação com os IFs e, no caso da professora de Física, também em função da disciplina que leciona.

## **6.2 - Perfil dos docentes envolvidos**

O professor de Informática tinha na época do estudo 37 anos. Formou-se Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas em um CEFET, que posteriormente se transformou em IF. Um estágio no final desse curso possibilitou sua ida para Portugal, onde cursou Licenciatura em Informática em um Instituto Politécnico do país. Na sequência, cursou o doutorado em Engenharia Multimídia em uma universidade espanhola, sendo seu diploma revalidado no Brasil como Doutorado em Ciência da Computação em função do trabalho ter tratado de realidade aumentada. Ao ingressar como professor do IFRS Campus Osório, cursou a Especialização em Educação Básica Profissional a fim de complementar sua formação, já que suas graduações não o habilitavam a lecionar na educação básica. É preciso lembrar que os cursos de Licenciatura em Portugal não têm o objetivo de formar professores como ocorre no Brasil e que os IFs, por atuar no ensino básico, costuma exigir que professores de áreas técnicas frequentem cursos de complementação pedagógica. Sua experiência docente se limita ao período em que leciona no Campus Osório, portanto, quatro anos na data desta pesquisa. Nesse período o professor atuou em cursos de nível técnico em Informática, nas modalidades integrado e subsequente ao ensino médio, e no Curso Superior de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

A professora de Física, por sua vez, cursou paralelamente os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física em uma universidade federal brasileira graduando-se em ambos no ano de 2005. Posteriormente ingressou no mestrado em Física de outra universidade federal onde desenvolveu sua dissertação na área de Mecânica Quântica. Em seguida iniciou o doutorado em Física, ainda em andamento, na mesma área de seu mestrado. Embora tenha atuado de modo eventual em cursos pré-vestibulares, a experiência docente da professora também se iniciou em um IF no ano de 2011. Segundo a docente, apesar de ter escolhido a área da pesquisa em Física para cursar a pós-graduação, desde o Ensino Médio gostava de ajudar os colegas nas dificuldades com os estudos e sentia-se bem com isso. Em função disso, ao considerar o seu futuro profissional optou por buscar uma vaga como professora da rede federal de educação.

Nesse primeiro IF ela atuou nos cursos de Licenciatura em Física, Licenciatura em Matemática, e em diferentes cursos de nível médio nos quais lecionou a disciplina de Matemática em função de necessidades específicas do campus em que estava lotada. No ano seguinte ao seu ingresso nos IFs foi, a seu pedido, redistribuída para um campus do IFRS que não o de Osório. Nesse período atuou como professora de Física em diferentes cursos técnicos de nível médio da modalidade integrado ao Ensino Médio, na Licenciatura em Matemática e em diferentes cursos superiores de perfil tecnológico. Após essa trajetória a professora chegou ao Campus Osório no ano da pesquisa para atuar nos cursos técnicos de nível médio da modalidade integrado ao Ensino Médio e no curso de Licenciatura em Matemática.

A professora demonstrou explicitamente, em conversa com o pesquisador, seu interesse pela área de Ensino de Física, relatando inclusive que há algum tempo sentia a vontade de conhecer melhor as pesquisas da área e seus resultados. Ela acredita que com isso seria capaz de qualificar suas ações docentes, o que considera fundamental frente ao cargo que ocupa. Em função disso, assim como o colega da Informática, a professora demonstrou pronto interesse em conhecer mais sobre novas metodologias de ensino e se disponibilizou a participar da pesquisa. Esse interesse de ambos os professores foi considerado importante frente aos objetivos do estudo.

### **6.3 - Objetivos e delineamento do estudo**

Este estudo foi desenvolvido com o propósito de acompanhar o processo de transposição praxeológica da ABP em um campus do IFRS em que essa metodologia não estava efetivamente presente<sup>41</sup>, tendo como foco a disciplina de Física. Tomando esse processo de transposição praxeológica da ABP como o problema didático a ser investigado, e a professora de Física, em sua iniciativa de implementar a ABP em uma turma de ensino médio integrado, como caso do

---

<sup>41</sup> Algumas iniciativas, especialmente na área da extensão, possuíam elementos da ABP e compartilhavam alguns de seus princípios, mas não a tomavam como metodologia de ensino.

estudo, buscou-se descrever tal processo e delinear seus fatores relevantes a fim de identificar os principais elementos das dimensões epistemológica, econômica e ecológica desse problema didático.

O estudo foi fundamentado na Teoria Antropológica do Didático (TAD) e no que Stake (2007) chama de estudo de caso instrumental, e buscou responder duas questões gerais de pesquisa que, por sua complexidade, foram divididas em questões específicas como mostra o Quadro 6.1.

Quadro 6.1: Questões gerais de pesquisa do estudo empírico e seu desdobramento em questões específicas.

Questão Geral	Questões Específicas
Como se dá o processo de modificação da Organização Didática (OD) dominante pela ABP no contexto da disciplina de Física de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia?	Qual a pedagogia dominante nas aulas de Física e quais as principais características dessa pedagogia?
	Como ocorreu o processo de transposição externa da ABP de Bender no contexto da instituição e quais fatores se mostram mais relevantes nesse processo?
	De que forma se desenvolveu o processo de transposição interna da ABP no âmbito da disciplina de Física, e que alterações ocorrem ao longo de seu desenvolvimento em relação ao período de transposição interna?
	Quais fatores condicionaram ou restringiram esse processo de transição interna da ABP e de que modo eles influenciam as alterações verificadas em seu desenvolvimento?
Que condições deveriam ser instauradas e/ou mantidas, e em que nível de hierarquia, para favorecer o ensino da Física através da ABP?	Em que níveis da escala de codeterminação estão estabelecidos os fatores condicionantes e as restrições das duas etapas de transposição?
	Como as restrições poderiam ser superadas e as condições vantajosas incentivadas a fim de favorecer o Ensino de Física através da ABP?

Ao organizar o estudo levou-se em consideração o conceito de *Transposição Didática*, subjacente à TAD, que prevê que o processo de adaptação do conhecimento de fontes externas à escola para a sala de aula se dá em duas etapas: transposição externa e transposição interna, como discutido no capítulo de fundamentação teórica (Seção 3.7). Em função disso, essa parte empírica da pesquisa foi dividida em três etapas: I) apresentação da ABP aos professores envolvidos e acompanhamento do planejamento de uma iniciativa de ABP desenvolvido por eles (transposição externa); II) observação das aulas de Física antes da iniciativa de ABP (identificação da pedagogia dominante); III) acompanhamento da implementação da iniciativa de ABP planejada na primeira etapa (transposição interna), que ocorreram conforme cronogramas apresentados no Quadro 6.2. Nesse período foram investigadas as ações da professora e dos alunos, bem como a influência do contexto institucional sobre o processo de transposição praxeológica da ABP.

Quadro 6.2: Cronograma geral do estudo.

Etapa	Período	Breve Descrição
Etapa I	20/06/17 – 13/09/17	Apresentação da ABP aos professores envolvidos e acompanhamento do planejamento de uma iniciativa de ABP desenvolvido por eles (transposição externa);
Etapa II	16/10/17 – 10/11/17	Observação das aulas de Física antes da iniciativa de ABP (identificação da pedagogia dominante);
Etapa III	13/11/17 – 15/12/17	Acompanhamento da implementação da iniciativa de ABP planejada na primeira etapa (transposição interna)

A primeira etapa envolveu os dois professores, a de Física e o de Informática<sup>42</sup>, ambos interessados na ABP. Foram realizados nove encontros<sup>43</sup> (reuniões com os professores sem a presença de alunos) entre os meses de julho e setembro de 2017, com o objetivo de discutir os princípios da ABP de Bender (2014) e de orientar os professores na construção do planejamento de iniciativas de ABP a serem implementadas em suas respectivas disciplinas. O Quadro 6.3 apresenta os encontros ocorridos nessa primeira etapa.

Quadro 6.3: Detalhamento dos encontros ocorridos na primeira etapa do estudo empírico.

Datas	Evento	Atividade
20-jun	<b>Entrevista Inicial</b>	Levantamento de informação dos professores envolvidos (Apêndice B);
05-jul	<b>1º Encontro</b>	Apresentação geral da ABP de Bender;
12-jul	<b>2º Encontro</b>	Estudo do pré-planejamento;
02-ago	<b>3º Encontro</b>	Estudo da etapa de introdução do projeto;
14-ago	<b>4º Encontro</b>	Estudo da etapa de planejamento dos grupos;
16-ago	<b>5º Encontro</b>	Atividade de organização e registro do planejamento parcial;
23-ago	<b>6º Encontro</b>	Estudo das etapas de pesquisa e desenvolvimento de artefatos;
30-ago	<b>7º Encontro</b>	Estudo das etapas de avaliação e divulgação dos projetos;
13-set	<b>8º Encontro</b>	Revisão geral dos planejamentos das iniciativas de ABP.

A segunda e terceira etapas se deram por meio de uma observação participante realizada entre os meses de outubro e dezembro de 2017, em uma turma de 2º ano do Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio, com 22 alunos, turma essa que foi escolhida pela professora participante do estudo para implementação da iniciativa de ABP. A escolha da turma

<sup>42</sup> O professor de Informática direcionou seu planejamento para as disciplinas de Robótica e de Realidade Aumentada do curso superior de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

<sup>43</sup> Uma entrevista semiestruturada com cada professor e oito encontros coletivos.

se deu em função das características do grupo que, na avaliação da docente, possuía alunos com um perfil aberto a inovações didáticas e com atributos que poderiam contribuir com o sucesso da iniciativa. O acompanhamento da turma totalizou 27 horas-aula, com duração de 50 minutos cada, em encontros que ocorriam em dois dias na semana, totalizando três horas-aula semanais.

Ao longo desse período a professora de Física conduziu as aulas sem a interferência do pesquisador que atuou apenas como consultor pedagógico no que se refere à ABP, como orienta Müller (2017). Cabe salientar que ao atuar dessa forma o pesquisador preservou a autonomia da professora sem interferir nas aulas oferecendo apoio apenas quando diretamente solicitado pela professora. Ao longo de todo o período, ocorreram três solicitações de apoio oficiais por parte da professora. Apesar disso, durante as aulas, em conversas com os alunos, ela envolvia o pesquisador nas discussões pedindo a sua opinião ou complementação, em média, três vezes por aula. De igual forma, houve cuidado por parte do pesquisador nas conversas que ocorriam com a professora fora da sala de aula para que ela se sentisse à vontade para direcionar a proposta. Evitou-se, nesse caso, toda e qualquer ação que pudesse diminuir sua autonomia e gerência sobre o projeto ou mesmo desmotivar alterações e/ou inovações propostas por ela. Nas conversas o pesquisador buscava sempre compreender os planos da professora, orientá-la quanto aos princípios da ABP sempre que solicitado e compreender os discursos tecnológicos por ela empregados. Apesar de todos esses cuidados não se espera que a atuação do pesquisador não tenha influenciado o fenômeno estudado, e sim que essa influência tenha se dado dentro dos limites adequados para uma pesquisa qualitativa como a aqui desenvolvida.

O período de acompanhamento da turma começou intencionalmente antes da iniciativa de ABP a fim de que fosse possível conhecer o contexto das aulas de Física em sua realidade pré ABP. Além disso, tinha-se o objetivo de que, no ato de implementação da ABP, pesquisador e turma já estivessem minimamente integrados diminuindo os fatores alheios à inserção da proposta de ABP.

Como é possível identificar no Quadro 6.4, das 27 horas-aula totais de observação, nove horas-aula<sup>44</sup> (seis encontros) ocorreram antes da implementação da proposta de ABP e 18 horas-aula distribuídos em nove encontros, ocorreram durante a aplicação do projeto.

---

<sup>44</sup> Na aula do dia 06/11 foram aplicados dois questionários que não foram aproveitados para esta tese em função de seu foco estar sobre o processo de transposição praxeológica da ABP e não sobre seus resultados.

Quadro 6.4: Cronograma dos períodos de observações da turma.

Data	Horas-Aula	Período	Breve descrição
16/out	1	Pré-projeto	Apresentação do pesquisador e aula sobre potencial elétrico.
20/out	2	Pré-projeto	Aula sobre diferença de potencial.
23/out	1	Pré-projeto	Revisão para a Prova
30/out	2	Projeto	Visita técnica ao Parque Eólico**
03/nov	2	Pré-projeto	Aula de revisão da prova com poucos alunos em função do feriadão.
06/nov	1	Pré-projeto	Aplicação dos questionários sobre indução eletromagnética e motivação.
10/nov	2	Pré-projeto	Aula com poucos alunos em função de falta de comunicação oficial do campus. Apresentação de um documentário sobre a história da eletricidade.
13/nov	1	Projeto	Introdução do projeto: apresentação da ideia âncora e da questão motriz e discussão da questão motriz.
17/nov	2	Projeto	Construção dos planejamentos dos grupos.
20/nov	1	Projeto	Atividade alusiva ao dia da consciência negra envolvendo todas as turmas (não houve observação).
24/nov	2	Projeto	Pesquisas sobre os planos de montagem do aerogerador.
27/nov	1	Projeto	Webquests sobre fontes de energia e aerogeradores (Anexo 3).
01/dez	2	Projeto	Aula sobre circuitos elétricos no laboratório de Física.
04/dez	3	Projeto	Palestra com especialista em engenharia de energias.
11/dez	1	Projeto	Pré-avaliação dos protótipos com <i>feedback</i> da professora.
15/dez	3	Projeto	Apresentações finais dos projetos e autoavaliação.
15 e 18/dez	4,5	Pós-projeto	Entrevistas finais com os estudantes (Apêndice D).

\*\* É uma atividade do projeto de ABP, mas, em função de problemas de quórum de alunos, relatados na descrição das aulas, ficou localizada cronologicamente entre as aulas de pré-projeto.

Ao longo das três etapas do estudo empírico, o pesquisador manteve registros regulares dos eventos (reuniões com os professores e aulas observadas), através de gravações em áudio e vídeo (etapa I) ou apenas em áudio (etapas II e III), bem como notas de campo acerca de cada um desses eventos. Valendo-se desses registros, o pesquisador criou narrativas individuais de cada evento buscando não só descrever os fatos ocorridos, mas também comentando os episódios mais relevantes (e.g. apêndices E e F), bem como um relato sucinto do projeto desenvolvido pela professora (Apêndice G). Posteriormente, durante a etapa de análise dos dados, essas narrativas, os áudios e/ou vídeos, imagens coletadas, entre outras fontes disponíveis, foram analisadas por intermédio do *software* de análise de dados qualitativos NVIVO. O uso desse *software* permitiu o agrupamento dos achados em categorias e sua posterior análise de acordo com as questões de pesquisa que se buscava responder. Além dos dados relatados, foram analisados também materiais



entregues aos alunos pela professora, e vice-versa, documentos oficiais da instituição e entrevistas semiestruturadas realizadas com a professora antes e depois da implementação da ABP, e com os alunos após a implementação da ABP. Cabe salientar que todos esses dados foram coletados com anuência dos participantes que assinaram termos de consentimento livre e esclarecido (Apêndice D).

A seguir são apresentados os detalhes do processo metodológico e os resultados do estudo seguindo o ordenamento das tentativas de respostas às questões de pesquisa. Portanto, o detalhamento de cada uma das fases não se dará necessariamente em ordem cronológica como exposto até aqui.

#### **6.4 - Questão 1: Qual a pedagogia dominante nas aulas de Física e quais as principais características dessa pedagogia?**

Pedagogia dominante pode ser definida como a forma concreta e generalizada que uma comunidade tem de interpretar o que é aprender e ensinar (BARQUERO et al., 2013; BARQUERO, 2009; BOSCH et al., 2011; PARRA et al., 2013). Portanto, é de se esperar que a pedagogia dominante de uma determinada instituição esteja intimamente ligada ao contexto da comunidade investigada e que envolva crenças e valores que foram construídos ao longo de toda a formação dos membros da comunidade em questão.

A relevância de investigar a pedagogia dominante está ligada às possíveis barreiras e restrições que ela pode impor frente à tentativa de mudanças didáticas. Conhecer as características da pedagogia dominante no contexto em que a ABP será inserida, permite a antecipação, compreensão e até a superação de possíveis restrições à nova metodologia.

Para tanto, o pesquisador buscou identificar a pedagogia dominante nas aulas de Física através de uma observação participante já descrita nesse texto. A primeira iniciativa nesse sentido ocorreu durante a entrevista inicial realizada com a professora de Física. Parece natural imaginar que as crenças e atitudes da entrevistada tenham considerável impacto na pedagogia dominante nas aulas de Física uma vez que ela é quem dirige tais momentos. Em função disso, foram incorporados à entrevista questionamentos que buscavam investigar as crenças e atitudes<sup>45</sup> da professora acerca do Ensino de Física, metodologias ativas de ensino e especificamente sobre a ABP.

Em resposta à pergunta: “Na sua opinião, como deve ser uma boa aula de Física?” (Questão 4.1, Apêndice B), a professora se mostrou pluralista nas estratégias de ensino, denotou

---

<sup>45</sup> O termo “crença” é entendido nesta tese como os conhecimentos que moldam as atitudes do indivíduo. O termo “atitudes”, por sua vez, configura as disposições que refletem o sentimento do indivíduo para responder favorável ou desfavoravelmente frente a um objeto, pessoa, instituição ou evento (HEIDEMANN, 2011).

traços ligados ao que se costuma chamar de ensino tradicional, e apontou a importância de relacionar o novo conteúdo com elementos da vivência dos estudantes.

**Professora:** *"Não pode ser só exposição ou só cálculos, precisa trazer alguma coisa do cotidiano dos alunos pra eles começarem a enxergar o que estou tentando abordar na sala de aula."*

Entre as estratégias didáticas citadas pela professora houve destaque ao uso de vídeos pois, segundo ela, os alunos "... são muito visuais". Apesar disso, reconheceu que o tempo é um fator limitador do uso de vídeos em sala de aula e que eles não podem ser a única estratégia didática. A professora defendeu que uma boa aula de Física precisa de elementos do cotidiano dos estudantes, mas sem abrir mão da exposição oral do professor e do trabalho com cálculos matemáticos que, segundo ela, devem ser simples o suficiente para que os estudantes o entendam.

**Professora:** *"Trazer coisas do cotidiano, algum vídeo, mas fazer a exposição oral, fazer algum cálculo. Eu acho que eles precisam de muitas coisas pra aula ser uma boa aula. Mas ela tem que ser uma coisa simples. Não vou fazer um cálculo que eles não vão entender. Tem que aparecer um cálculo, mas uma coisa simples. Quanto mais simples melhor pra eles porque fica melhor deles entenderem."*

Na verdade, a defesa da pluralidade nas estratégias de ensino sem abrir mão de elementos como a exposição oral, o trabalho com cálculos e a relevância dos exercícios, permeou praticamente toda a entrevista inicial da professora de Física. Apesar disso, em determinados momentos foi possível perceber destaque a algumas dessas estratégias em particular, o que ofereceu indícios mais específicos acerca das crenças/atitudes da professora, conforme apontamos na sequência.

Um desses episódios ocorreu enquanto a professora respondia uma questão sobre a aplicabilidade de metodologias ativas de ensino (MA) no contexto dos IFs. Na ocasião ela deu destaque às aulas expositivas ao indicar que se tratava de uma estratégia funcional e amplamente utilizada, denotando assim a crença de que aulas expositivas são eficientes, o que acabou reforçado por suas falas e ações em outros momentos da pesquisa. Ao mesmo tempo deu indícios da crença de que a pluralidade metodológica é benéfica.

**Pesquisador:** *"... tu acha que isso é viável dentro do contexto dos IFs?"*

**Professora:** *"Eu acho assim que é, só não pode ser só uma coisa. Não pode ser só assim e também não pode ser só expositiva. Não poderia ser só expositiva, mas funciona né? Só expositiva funciona por que todo mundo faz. Mas eu acho que se tu fizer várias coisinhas, faz a aula expositiva, traz o aluno pro... inverte o papel [pausa] faz a inversão do papel do aluno [referindo-se à sala de aula*

invertida citada anteriormente pelo pesquisador como exemplo de MA]. *Eu acho que seria mais efetivo se a gente tivesse um pouco de cada coisa*".

**Pesquisador:** *"Uma coisa mais equilibrada, mais diversificada"*.

**Professora:** *"Isso. Eu acho que não é só... Eu acho que só deixar o aluno com isso (MA) não dá, mas também só o professor ser o portador do conhecimento também não dá. Então acho que [pausa] que teria que ter várias formas, né? Várias maneiras"*.

Posteriormente, outra resposta que se mostrou relevante na definição das crenças/attitudes da professora, ligadas à investigação da pedagogia dominante, foi dada no contexto das preocupações da docente, caso fosse implementar uma MA em suas aulas. No caso específico a professora demonstrou ter a crença de que aprendizagem está diretamente relacionada com a capacidade de resolver exercícios e de que é função da escola preparar os alunos para avaliações como ENEM e vestibular.

**Pesquisador:** *Se tu fosse aplicar uma metodologia ativa, dessas que comentamos, que fatores te preocupariam num primeiro momento?*

**Professora:** *Ah sim, a avaliação em si. É, eu ficaria preocupada se fosse só o método ativo, sem o aluno fazer prova. Ficaria preocupada em entender até aonde ele conseguiu assimilar a matéria como hoje a gente entende que o aluno tem que assimilar, resolver exercícios, enfim. Porque hoje você também tem que preparar o aluno pra fazer um ENEM, também tem que preparar um aluno pra fazer um vestibular. Se eu fosse dar aula só pelo método ativo eu ficaria preocupada, será que eu conseguiria preparar ele pra resolver exercícios?[...].*

Desta vez o destaque se deu em relação à resolução de exercícios e às avaliações que o estudante futuramente enfrentará tais como o ENEM e o concurso vestibular. Claramente a professora demonstra preocupação quanto à capacidade das MA de preparar alunos para a resolução de exercícios, o que parece ser muito valorizado pela docente.

A entrevista apontou esses e outros elementos interessantes e até promissores para a continuidade do estudo, os outros elementos serão explorados oportunamente ao longo das respostas às questões de pesquisa. Por ora, de forma resumida e focada na questão de pesquisa desta subseção, a entrevista possibilitou identificar uma professora cujas crenças são um tanto contraditórias. Por um lado, parecem valorizar a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem e destacar a importância de relacionar o conteúdo a ser ensinado com suas aplicações, ou mesmo com a vivência dos estudantes. Por outro, prestigiam a exposição oral do professor, defendem um compromisso com a resolução de problemas acadêmicos e com os aspectos matemáticos da Física.

Embora algumas das crenças elencadas pareçam contraditórias, e talvez realmente sejam no âmbito da prática da sala de aula, a identificação delas apenas indica tendências e/ou ajuda a compreender as ações didáticas, sem, no entanto, estabelecer que todas sejam consideradas no âmbito da pedagogia dominante. Nesse sentido, faz-se necessário analisar uma gama maior de informações para identificar as principais características da pedagogia dominante no contexto investigado. Para tanto, foi realizada a observação participante anteriormente citada e a análise de alguns outros materiais tais como listas de exercícios e provas aplicadas antes da iniciativa de ABP.

O acompanhamento *in loco* (Etapa II) permitiu ao pesquisador o delineamento mais preciso da pedagogia dominante, uma vez que foi possível identificar quais, e de que forma, as crenças e atitudes, manifestadas pela professora na entrevista, efetivamente eram levadas a termo em sala de aula. Além disso, foi possível avaliar o comportamento dos estudantes para compreender como eles se localizam no processo de ensino-aprendizagem e, desta forma, inferir sua interpretação sobre o que vem a ser ensinar e aprender.

Naturalmente essa etapa teria que ocorrer antes da implementação da iniciativa de ABP, já que essa inovação didática poderia influenciar as ações da docente nas suas aulas usuais. Na verdade, o próprio contato da professora com a ABP que ocorreu ao longo da primeira etapa do estudo poderia gerar algum tipo de modificação da didática praticada. No entanto, os relatos dos alunos nas entrevistas finais (roteiro disponível no Apêndice D) dão conta de que não houve mudanças significativas nas aulas antes do início da iniciativa de ABP.

A análise de dados do período de observação participante (etapas II e III) baseou-se fundamentalmente nos relatos de observação redigidos pelo pesquisador que, por sua vez, foram embasados nos áudios, fotografias e nas notas de campo coletados ao longo do acompanhamento das aulas. Isso não impediu, no entanto, que os dados primários (áudios, imagens e anotações) fossem consultados e analisados diretamente sempre que necessário.

Na continuidade da identificação das características da pedagogia dominante nas aulas de Física, dirigiu-se a atenção para a forma de condução das aulas, tomando as ações da professora e sua interação com os alunos como foco inicial. Nesse sentido foi possível identificar que as ações docentes se baseavam principalmente na apresentação oral do conteúdo, cuja ênfase costumava ser a natureza matemática da Física e a resolução de exercícios de cunho acadêmico. Essa postura pareceu se refletir na conduta e nos questionamentos dos alunos sobre o conteúdo e sobre as avaliações que, em sua maioria, eram de caráter instrumental para resolução dos exercícios propostos. A seguir são apresentadas e discutidas evidências que corroboram os resultados obtidos na análise das ações docentes e das interações discentes.

### **Apresentação oral do conteúdo**

A apresentação oral do conteúdo é uma estratégia didática legítima utilizada nas mais diversas metodologias de ensino, inclusive na ABP. Desta forma, a simples identificação de sua utilização não se configura necessariamente como característica da pedagogia dominante de uma determinada instituição. No entanto, quando essa técnica é utilizada de forma recorrente, como a principal estratégia didática, há de se considerar que desempenhe papel relevante na pedagogia dominante da instituição aqui investigada, ou seja, na sala de aula de Física em questão.

Foi exatamente a utilização recorrente e dominante da exposição oral no período observado que chamou a atenção do pesquisador. Desde a primeira aula observada, essa forma de ensinar foi utilizada regularmente, ensejando que os atores envolvidos, no caso professora e alunos, considerem tal método como uma estratégia de destacada importância no contexto investigado. Tal fato ficou evidenciado não só na conduta da professora, ao utilizá-la regularmente, mas também no comportamento dos estudantes, que costumavam dar especial atenção à fala da professora e que cobraram tal explanação quando, durante a implementação da ABP, ela foi suprimida. Na ocasião, os grupos trabalhavam no planejamento de um aerogerador e um desses grupos explicitou dificuldades na montagem do circuito elétrico necessário. Pareciam perdidos em função da alteração no contrato didático estabelecido pela nova metodologia e mencionaram a necessidade de que a professora tivesse apresentado o conteúdo para depois eles executarem a tarefa.

**Aluno 1:** *Acho que esse trabalho devia ter sido passado bem antes pra gente, e inclusive deveria ter passado o conteúdo de como montar o circuito, que a gente não faz ideia.*

**Professora:** *Então vocês estão com dificuldades de saber como montar o circuito?*

**Aluno 2:** *A gente queria propor se a senhora não tem como mostrar um modelo que a gente possa se basear, em relação ao circuito, e como concluir esse [inaudível]. Por que acho que a maior dificuldade [interrompido pelo Aluno 1].*

**Aluno 1:** *Por que a gente não tem base nisso!*

A professora então explicou que, quando dificuldades como essas são identificadas, é possível fazer uma minilição e que já pretendia discutir o assunto uma vez que havia identificado que essa era uma necessidade coletiva.

**Professora:** *Tem algumas coisas assim que realmente se aparecerem as dificuldades a gente pode fazer tipo uma miniaula, tá? Por exemplo a questão de circuitos, como montar o circuito ou sobre circuitos, eu já tinha mais ou menos pensado em fazer uma miniaula.*

**Aluno 2:** *Eu até pensei assim “sora”. Uma aula só pra gente ver como é que faz circuito. Como que a gente pode montar e como a gente vai aplicar isso na hora de montar o gerador. Por que isso já adiantaria muito o nosso trabalho. Por que a gente não teve até então contato com esse tipo de montagem. Por isso que a gente está tendo essa dificuldade.*

Naturalmente não era esperado que os estudantes não necessitassem do apoio do professor, ou de aulas com exposições orais. Na verdade, Bender (2014) inclusive prevê essa possibilidade nomeando-as de “minilições”. O que chamou a atenção nesse diálogo, e que talvez a transcrição não reproduza, foi a ênfase que os alunos deram ao se dirigir à professora. Claramente cobravam o fato de a professora ter dado uma tarefa sem ter tratado do assunto antes, o que anteriormente ocorria através de exposições orais da professora. Na ocasião foi até citada a possibilidade de que a professora fornecesse um modelo de referência, mas nunca foi descartada a exposição oral do conteúdo pela professora.

A partir dessas constatações e da percepção pessoal do pesquisador ao longo do período de observação, buscou-se realizar uma análise mais detalhada do tempo dedicado às exposições orais ao longo das aulas do período de pré-projeto. Com o auxílio do *software* NVIVO, foi possível analisar as aulas da Etapa II e construir um panorama da utilização do tempo nas diferentes atividades desenvolvidas em cada uma dessas aulas. Para isso foram criadas cinco categorias e duas subcategorias tomando como base as atividades mais frequentes.

- Apresentação oral do conteúdo
  - Período utilizado pela professora para exposição oral do conteúdo.
  - Resolução de exercícios no quadro: momentos destinados à resolução e/ou correção de exercícios envolvendo a turma toda.
- Atividades de exercícios: tempo de aula disponibilizado para que os estudantes trabalhassem na resolução de exercícios de fixação.
- Interação coletiva com os estudantes: ciclo de conversas originadas por questionamentos direto dos estudantes.
- Questões Administrativas: momentos em que havia discussões sobre agendamento de provas, entrega de atividades, chamada, etc.
- Redação de textos no quadro: período em que a professora se dedicava exclusivamente a redigir resumos do conteúdo e/ou de exercícios sem se dirigir aos estudantes.

Com os áudios das aulas analisados e categorizados foi possível utilizar a ferramenta de faixas de codificação do referido *software* para exibir visualmente o tempo dedicado a cada uma das atividades elencadas. As figuras 6.7 e 6.8 apresentam respectivamente, a título de exemplificação, os resultados das análises das duas primeiras aulas acompanhadas na Etapa II.



Figura 6.8: Gráfico mostrando o panorama de utilização do tempo da aula 1.



Figura 6.7: Gráfico mostrando o panorama de utilização do tempo da aula 2.

A Figura 6.7 mostra a predominância da exposição oral ao longo da aula analisada (~43%). Ainda que os exercícios resolvidos no quadro não sejam considerados como exposição oral do conteúdo (~9%), o tempo dedicado a essa estratégia só se equipara ao dedicado às atividades de resolução de exercícios de fixação (~27%). Na Figura 6.8, por sua vez, percebe-se uma distribuição mais uniforme das iniciativas didáticas. Apesar disso, é possível perceber claramente que as outras estratégias com tempo semelhante ao de exposição oral (~39%) não só estão entre as outras características da pedagogia dominante (e.g. ênfase na resolução de exercícios) como não se referem à apresentação do conteúdo. A distribuição percentual do tempo das aulas por categoria pode ser consultada no Quadro 6.5.

Quadro 6.5: Distribuição percentual aproximada do tempo das aulas 1 e 2 da Etapa 2 do estudo empírico.

<b>Categoria</b>	<b>Aula 1</b>	<b>Aula 2</b>
Questões Administrativas	11 %	3 %
Exposição Oral	43 %	39 %
• Apresentação de Conteúdo	34 %	15 %
• Resolução de Exercícios	9 %	24 %
Atividades de Exercícios	27 %	20 %
Redação de Textos no Quadro	14 %	27 %
Interação Oral com os Estudantes	4 %	12 %

Considerando a predominância e recorrência da apresentação de conceitos através da exposição oral, a aparente relevância dada pelos estudantes a esses momentos da aula e o comportamento dos estudantes quando da redução dessa estratégia por ocasião da implementação da iniciativa de ABP, a apresentação oral do conteúdo foi considerada uma característica da pedagogia dominante nas aulas de Física.

### **Ênfase matemática**

Outra característica marcante das aulas no período observado foi a ênfase matemática adotada na abordagem dos conceitos de Física. Como ênfase matemática, descreve-se aqui um conjunto de ações que priorizam as relações matemáticas entre as grandezas físicas discutidas em detrimento de uma abordagem conceitual de tais elementos, sem, no entanto, dizer que não houve discussões conceituais. Reconhece-se que o estudo da Física envolve tanto aspectos conceituais quanto matemáticos, e que ambos possuem relevância dentro do ensino da Física devendo, portanto, estarem presentes nas aulas desta disciplina. Apesar disso, é possível que por vezes uma abordagem seja utilizada de forma mais recorrente do que a outra e dessa forma mereça destaque.

Foi exatamente o uso recorrente dessa forma matemática de definir conceitos físicos, e de explorar suas inter-relações, que chamou a atenção do pesquisador fazendo com que essa característica fosse incluída como traço relevante da pedagogia dominante estudada. A ênfase matemática foi percebida na apresentação inicial de conceitos aos estudantes, na escolha e abordagem dos exercícios exemplares utilizados nas aulas, nos exercícios de fixação indicados pela professora e nas questões da prova aplicada no período da observação, além de se refletir nos questionamentos e comentários dos estudantes.

A primeira indicação da ênfase matemática se deu já na primeira aula observada. Na ocasião, a professora iniciou a aula fazendo uma breve revisão do conceito de campo elétrico, discutido em aulas anteriores, e a partir dele encaminhou a definição do conceito de potencial elétrico. Tal definição se deu através de apresentação oral acompanhada de um breve resumo sobre o que era verbalizado e, em ambas as estratégias, houve ênfase nos aspectos matemáticos.





da carga quando está calculando ou já escreve com o sinal negativo e não observa o sinal da carga, tá?

A apresentação do conceito de diferença de potencial, a relação entre DDP e o trabalho realizado sobre uma carga, a discussão do caso do trabalho de uma carga em um campo elétrico uniforme, a definição de superfícies equipotenciais, ocorridos na Aula 2, e a revisão de todos os conceitos na Aula 3, mantiveram as características verificadas na apresentação do conceito de potencial elétrico na Aula 1. Nessas oportunidades a professora deu destaque às expressões matemáticas utilizadas e focou na determinação numérica das grandezas físicas estudadas, em detrimento de aspectos conceituais e de possíveis implicações práticas do tema. Os resumos escritos no quadro (Figuras 6.9 e 6.10) seguiram a mesma lógica, sendo apresentados com traços de um texto de livro didático. A redação desses resumos era um cuidado especial da professora para com os estudantes, uma vez que eles não dispunham de livros didáticos de uso pessoal, apenas aqueles disponíveis na biblioteca da escola<sup>46</sup>. Tal ação e o conteúdo desses resumos eram visivelmente valorizados pelos estudantes.

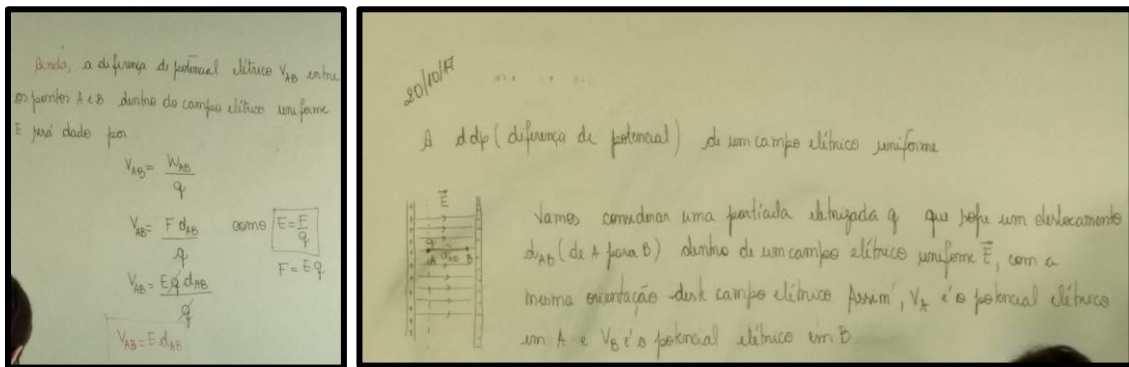


Figura 6.9: Parte do resumo sobre diferença de potencial apresentado na Aula 2.

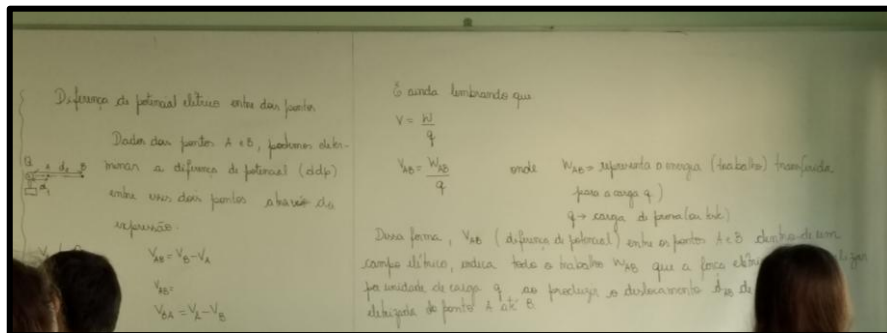


Figura 6.10: Parte do resumo sobre diferença de potencial apresentado pela professora na Aula 2.

<sup>46</sup> Os exemplares enviados pelo PNLD não eram em número suficiente e propunham uma organização do conteúdo distinta da prevista nas ementas já que o ensino médio integrado possui uma distribuição de temas que prioriza a integração entre as disciplinas.

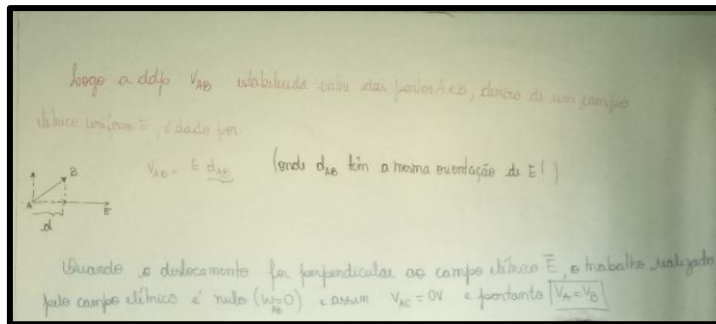


Figura 6.11: Resumo sobre o trabalho da força elétrica em uma região com campo elétrico constante.

As interações dos alunos, que costumavam ocorrer durante a resolução de exercícios, na forma de comentários ou questionamentos, refletiam preocupações com aspectos matemáticos e instrumentais e muito raramente durante as apresentações de novos conceitos. Um desses momentos incomuns ocorreu durante a apresentação do conceito de potencial elétrico, quando um aluno comentou a semelhança entre as expressões matemáticas do campo elétrico, calculado a partir da carga geradora, e do potencial elétrico. A resposta da professora destacou as diferenças entre as duas “fórmulas” através de uma análise matemática da proporcionalidade entre as grandezas físicas de cada uma das “fórmulas”, destacando o fato da distância ter relação quadrática com o campo elétrico e linear com o potencial elétrico. Com isso o aluno se deu por satisfeito indicando um interesse meramente instrumental, afinal não houve discussões acerca das diferentes naturezas e características conceituais entre campo e potencial elétricos.

Na Aula 2, durante a resolução de um exercício exemplar iniciado ao final da Aula 1, ocorreram outras duas interações que merecem destaque na análise aqui proposta. Na ocasião uma aluna questionou a professora acerca do sinal do potencial elétrico gerado por uma carga negativa.

**Aluna:** ôôô sora, vai sinal?

**Professora:** *Sim! Lembra o que a gente combinou, ou vocês colocam o sinal já logo na equação ou usem o módulo. Aí tem que lembrar o quê? Que cargas negativas vão criar potenciais negativos [junto com outro aluno que complementou]. Como não tem o negativo aqui na frente [referindo-se à “fórmula” utilizada] eu vou usar o sinal da carga. Certo? Se temos o sinal na frente aí vocês não usam o sinal da carga. Certo?*

É bem verdade que questionar o motivo do sinal negativo poderia ser uma indagação de caráter conceitual, já que a aluna poderia estar se referindo aos motivos fundamentais da Física que levam o potencial gerado por uma carga negativa assumir um valor negativo. No entanto, a aceitação pacífica da resposta da professora que apontou como causa o fato de ser um potencial gerado por uma carga negativa, indicou que o questionamento do aluno possuía caráter instrumental. Além disso, a reincidência da dúvida por parte da aluna deixou ainda mais claro o caráter instrumental do questionamento.

**Aluna:** Ô sora. Eu não entendi o negócio do sinal. Esse menos aí eu não podia colocar no -6? [referindo-se ao valor da carga que era negativa].

**Professora:** Pode. Lembra que ou tu coloca aqui nesse [referindo-se ao valor da carga] ou tu coloca no início. Tá?

Na continuidade uma outra questão de caráter matemático foi suscitada por uma segunda aluna sobre potência de dez.

**Aluno:** Ôôô sora. Não entendi aquilo da potência que ficou quatro [referindo-se a razão entre  $10^3$  e  $10^{-1}$ ].

**Professora:** Aqui nós temos divisão de potências de dez né? Na divisão de potência de dez a gente mantém a base e subtrai os expoentes. Então aqui nós tínhamos  $10^3$  dividido por  $10^{-1}$ . Então, mantém a base, a base é 10. Fica 3 - (-1). Certo [nome do aluno]? Aqui menos com menos, mais ...

O problema das operações com notação científica, por sua vez, além de ter se mostrado uma dúvida de grande parte dos alunos, suscitou um comentário interessante por parte da professora. Em meio a resposta à pergunta do aluno, ela reconhece o caráter matemático dos questionamentos dos alunos atribuindo às operações matemáticas maior quantidade de dúvidas do que aquelas relacionadas ao conteúdo de Física propriamente dito.

**Professora:** Pessoal vocês têm mais dúvidas em fazer as continhas do que na Física mesmo, né?

Porém, nem mesmo neste momento a professora enfatizou algum aspecto conceitual associado ao assunto em discussão.

A preocupação dos alunos com os aspectos matemáticos possivelmente tenha origem não só na ênfase dada pela professora na explanação dos conceitos como também nos exercícios escolhidos para trabalhar os conceitos. O exercício cujos comentários foram descritos acima buscava obter o valor numérico do potencial elétrico gerado por cada carga de um sistema binário em um ponto de interesse. As imagens da resolução desenvolvida no quadro no fim da Aula 1 e início da Aula 2 (Figura 6.12) permitem a compreensão de tais afirmações.

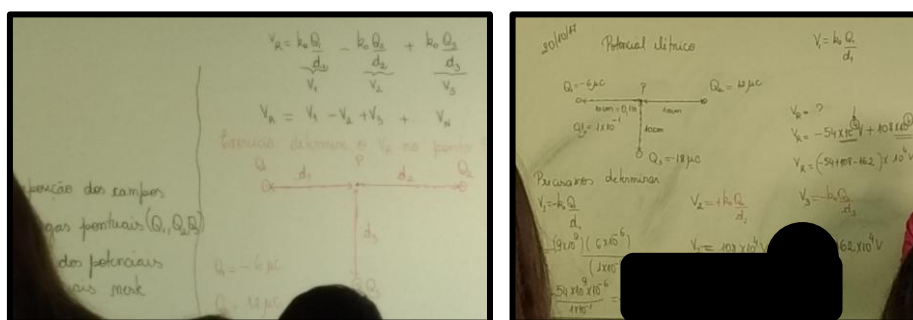


Figura 6.12: Resolução do exercício exemplar sobre potencial elétrico.

Ênfase semelhante foi identificada durante a análise da lista de exercícios (Anexo 4) que tratava dos conceitos de campo elétrico e potencial elétrico e que foi usada para preparação dos alunos para a avaliação. De um total de dez questões que compunham a lista de exercícios todas abordavam situações acadêmicas (“atomizadas”, independentes e sem compromisso com a realidade dos estudantes) e nove delas tinham ênfase matemática, i.e., envolviam a determinação de valores numéricos e o uso de “fórmulas” para tal objetivo.

Neste cenário a análise da prova aplicada pela professora se mostrou um passo natural na busca de informações acerca da pedagogia dominante nas aulas de Física uma vez que assume fator determinante na aprovação ou reprovação dos estudantes. O sistema de avaliação implementado pela professora prevê duas provas, de caráter somativo, além de outras pequenas atividades distribuídas ao longo de cada trimestre. As provas, no entanto, normalmente representam a maior parte da nota trimestral do aluno (60%)<sup>47</sup>, o que ajuda a explicar a ansiedade demonstrada pelos discentes durante a Aula 3.

O estudo das questões da prova (Anexo 5) apontou a predominância de questões de caráter matemático (60% da pontuação total), embora a diferença em relação às questões dissertativas de caráter mais conceitual (40% da pontuação total), tenha sido relativamente pequena frente à expectativa gerada pelo acompanhamento das aulas, em especial a Aula 3. A avaliação contou com questões conceituais/qualitativas que exploraram o conhecimento dos estudantes acerca dos fenômenos de blindagem eletrostática e do poder das pontas. Além dessas havia também uma questão envolvendo a determinação das cargas de dipolos a partir do desenho das linhas de campo elétrico apresentadas, assuntos esses que não foram tratados na aula de revisão.

Entre as questões de caráter matemático estavam uma que solicitava o valor e o sinal da carga geradora a ser obtido a partir do vetor campo elétrico, da constante eletrostática e da distância ao ponto considerado, dados esses que eram informados. Uma outra questão que apresentava um sistema de três cargas elétricas e solicitava a determinação do vetor força elétrica sobre uma das cargas e o vetor campo elétrico em um determinado ponto. Por fim, a última questão envolvia a determinação do vetor campo elétrico e do potencial elétrico em diferentes pontos de um sistema de duas cargas. Em todas essas questões o foco de exigência era a identificação dos valores adequados de cada grandeza envolvida, a escolha da equação matemática (“fórmula”), a substituição dos valores nas expressões matemáticas e o tratamento matemático para a obtenção do resultado. Constatou-se, desse modo, coerência entre a estratégia escolhida para a apresentação dos conceitos, os exercícios exemplares, os exercícios de fixação e

---

<sup>47</sup> No trimestre em que a ABP foi implementada houve apenas uma prova que representou 30% da nota trimestral. Os outros 70% foram divididos entre listas de exercícios entregues à professora (10%) e avaliações referentes ao período da ABP (60%).

as questões da prova. É possível afirmar que todos esses elementos possuíam caráter acadêmico, ênfase matemática e seguiam processos semelhantes de solução.

Portanto, considerando que foram identificados durante as aulas elementos como a valorização dos aspectos matemáticos da Física na apresentação dos conteúdos, o predomínio de questionamentos de ordem instrumental matemática nas falas dos estudantes e a prevalência de exercícios de caráter matemático nos exemplos, na lista de exercícios e na avaliação, considerou-se a ênfase matemática como característica da pedagogia dominante no contexto das aulas de Física observadas.

### **Ênfase na resolução de exercícios**

Como afirmam Clement e Terrazzan (2011), *“no ensino de Ciências e Matemática as atividades didáticas de resolução de problemas são consideradas atividades fundamentais para a promoção da aprendizagem dos alunos (p.87)”*. Afirmam ainda que no ensino de Física é comum que uma considerável parte do tempo das aulas seja dedicado às sessões de resolução de problemas, tanto na realidade educacional brasileira quanto na de outros países. Os autores também defendem que é comum que se confunda resolução de problemas com resolução de exercícios e que, embora a diferença seja sutil e não possa ser tomada em termos absolutos, essa diferenciação é relevante. De forma simplificada, Clement, Terrazzan e Nascimento (2003) definem como exercício a atividade em *“... que se observa o uso de rotinas/passos automatizados, ou seja, as situações com as quais o indivíduo se depara já são por ele conhecidas, podendo ser resolvidas por meios ou caminhos habituais (p.3)”*.

Desta forma, não foi surpresa identificar a ênfase na resolução de exercícios como uma característica da didática dominante das aulas de Física investigadas. De fato, tal característica destacou-se nos primeiros momentos da primeira aula observada. Na ocasião a professora iniciou a aula acertando com os estudantes a data da prova e da entrega da resolução de uma lista de exercícios anteriormente disponibilizada e que faria parte da avaliação trimestral. Apesar disso, e seguindo os critérios utilizados na determinação das demais características da pedagogia dominante, fez-se necessária uma investigação acerca da frequência de uso desse tipo de atividade e da relevância dada a ela pela professora e pelos alunos.

A análise dos dados da entrevista inicial da professora já apontava uma valorização da resolução de exercícios tanto como indicativo de aprendizagem quanto preparação para exames ligados à vida acadêmica como ENEM e Vestibulares. Essa valorização foi identificada também no decorrer das aulas através do seu uso recorrente que ocorreu basicamente de três formas. A primeira como exemplos apresentados ao final da explanação de cada novo conteúdo, a segunda como exercícios de fixação a serem resolvidos pelos estudantes durante as aulas ou em horários extraclasse e a terceira como exercícios de revisão da prova realizados durante a aula.

As aulas observadas mantinham uma rotina muito bem estabelecida em que constavam a apresentação oral da professora, ao menos um exercício exemplar<sup>48</sup> e ao menos um exercício de fixação. Esse modelo foi identificado em todas as aulas em que novos conceitos foram apresentados e também na aula de revisão além de ter sido ratificado pelos estudantes na entrevista final com os grupos. Isso aponta que a professora não só mantinha um planejamento organizado de suas aulas, como também adotava uma estratégia clara na abordagem dos conteúdos.

Nesse contexto, os exercícios desempenharam papel fundamental visto que estiveram presentes nas diferentes etapas das aulas. Foram empregados na apresentação dos conceitos, uma vez que a professora sempre utilizava um exercício exemplar para encerrar a sua exposição oral, e que tais exercícios exploravam as mesmas situações abordadas na introdução do conceito, atuando, portanto, como parte de sua apresentação inicial.

Os exercícios foram empregados também como estratégia didática para a fixação do conteúdo apresentado pela professora. Para tanto, a estratégia previa a oferta aos alunos de exercícios com características muito semelhantes àqueles apresentados como exemplares, seja através de atividades rápidas durante as aulas ou ainda de listas de exercícios a serem resolvidas em horário extraclasse. Na verdade, em conversa com a docente, percebeu-se que a oferta de listas de exercícios a serem resolvidas pelos estudantes era habitual, e que essas listas, após resolvidas, eram entregues à professora e utilizadas por ela como instrumento de avaliação. Em média, eram consideradas na avaliação trimestral de duas a três listas de exercícios que, juntas, compunham 10 % da nota dos estudantes.

O uso dos exercícios na avaliação não se restringiu às listas disponibilizadas pela professora. A prova analisada (Anexo 5) mostrou-se uma extensão natural dos exercícios exemplares e das listas de exercícios disponibilizadas, demonstrando novamente a coerência didática da docente. Considerando o processo avaliativo do período anterior à ABP, percebe-se que 70% da nota trimestral está diretamente relacionada a exercícios (60% provas e 10% listas), o que corrobora a ênfase na resolução de exercícios dentro da pedagogia dominante.

Outra forma de uso dos exercícios foi identificada durante o período de observação participante. Embora para o período da observação não estivessem previstas aulas em que os estudantes trabalhariam exclusivamente na resolução de exercícios, na primeira aula após a prova (Aula 4) o baixo número de alunos (9/22) presentes fez com que a professora mudasse seu planejamento. Em vez de dar início à implementação da ABP, a professora solicitou que os

---

<sup>48</sup> Embora os exercícios exemplares possam ser considerados como problemas para os estudantes uma vez que não lhes são situações conhecidas, manteve-se a nomenclatura de exercícios pois eram resolvidos pela professora e serviam de modelo a ser seguido nos exercícios posteriores.

estudantes utilizassem o tempo da aula para refazer as questões da prova (Anexo 5) como exercícios de revisão do conteúdo e entregassem como uma atividade avaliativa complementar.

A discussão da natureza acadêmica de tais exercícios e de sua ênfase matemática foi apresentada nas subseções anteriores e, portanto, será suprimida aqui. É possível perceber, no entanto, que a forma de utilização dos exercícios no contexto observado vai ao encontro do que Clement e Terrazzan (2011) chamam de resolução tradicional de exercícios e que essa utilização assume papel fundamental no contexto das aulas observadas. Isso, associado aos comentários da docente em sua entrevista inicial e à relevância demonstrada pelo comportamento dos estudantes durante as resoluções de exercícios, indicam claramente que a ênfase na resolução de exercícios é uma característica relevante da pedagogia dominante no contexto investigado.

### **Considerações sobre a pedagogia dominante**

Como demonstrado, a pedagogia dominante no contexto e no período observados fundamentava-se na exposição oral, na ênfase matemática, no uso de situações de caráter acadêmico e na resolução de exercícios. Tais características apontaram que não só a estratégia didática da professora, mas também a compreensão dos estudantes sobre ensinar e aprender, fundamentavam-se no que a literatura chama de metodologia tradicional.

Tais características podem ainda ser classificadas como elementos do que Chevallard (2006) chama de *monumentalismo*, i.e., um paradigma educacional no qual os saberes são apresentados como monumentos que possuem valor intrínseco tão considerável que o seu caráter funcional é esquecido. O uso de situações acadêmicas talvez seja, entre os elementos da pedagogia dominante aqui identificados, o que se mostre mais puramente ligado ao *monumentalismo*. Isso porque exemplifica perfeitamente a apresentação de saberes cristalizados cujos motivos de serem ensinados parecem fundamentados em si mesmos.

De modo semelhante, a exposição oral e a ênfase dada à resolução de exercícios podem compartilhar traços do *monumentalismo*. A exposição oral foi usada pela professora investigada para apresentar um conhecimento pronto e acabado, de seu domínio, e que precisa ser apresentado por ela em uma visita a cada um desses monumentos (conteúdos). A resolução de exercícios, por sua vez, costumava representar uma revisita individual a esses monumentos em que a capacidade de reprodução das ações da professora é testada.

Foi interessante perceber que os atributos identificados na pedagogia dominante por vezes se mostraram incongruentes com as crenças manifestadas pela professora em sua entrevista (e.g. a pluralidade metodológica) e, posteriormente, com algumas de suas ações durante a implementação da ABP. Tal fato enseja que a pedagogia dominante seja influenciada por outros fatores que não apenas a vontade da docente (e.g. restrições ligadas à infraestrutura), e que esses fatores podem estar localizados em níveis superiores da escala de codeterminação



Embora as características da pedagogia dominante identificada não estejam restritas à metodologia de ensino praticada no contexto estudado, não é difícil perceber que ela possui características claramente identificadas com a metodologia tradicional de ensino. Desta forma, a implementação de uma nova metodologia de ensino, no caso a ABP, caracteriza-se como um processo de inovação didática em que a mera reprodução de um método, sem a devida consideração do novo contexto, não se sustenta.

No contexto da TAD, um corpo de conhecimento (metodologia da ABP) sendo transposto para um novo contexto pode ser considerado como uma inovação didática se for percebido como novo na instituição de destino. Esse processo pode então ser descrito através de duas etapas, a primeira de transposição externa, em que o professor transpõe a nova metodologia de seu formato original (como apresentado por Bender, 2014) para o seu contexto de ensino através de um planejamento (plano de ensino), seguida de uma segunda etapa, nomeada de transposição interna, em que esse conhecimento planejado é levado a termo na sala de aula.

## **6.5 - Questão 2: Como ocorreu o processo de transposição externa da ABP de Bender no contexto da instituição e quais fatores se mostraram mais relevantes nesse processo?**

No caso em análise nesta tese, a fase de transposição externa se deu por meio do contato de dois professores inovadores com a ABP de Bender (2014) e do planejamento de uma iniciativa didática tomando tais orientações como referência, sendo ambas as tarefas mediadas pelo pesquisador. Como descrito anteriormente, além da professora de Física do Campus Osório do IFRS, sobre quem recai o foco do estudo aqui desenvolvido, também participou do processo um professor de Informática do mesmo estabelecimento de ensino. O envolvimento desses dois professores nessa etapa, ainda que o foco do estudo desenvolvido fosse a ABP no contexto das aulas de Física, se justifica em função da busca de uma melhor dinâmica para o estudo da ABP de Bender e do interesse manifestado por ambos os professores.

Estabeleceu-se, portanto, um sistema didático do tipo  $S(X, y, \hat{O})$  em que o objeto de estudo  $\hat{O}$ , a ABP de Bender, foi examinado por um conjunto de interessados no tema ( $X$ ), no caso os dois professores, que receberam apoio de um assistente de estudo ( $y$ ), papel desempenhado pelo pesquisador.

A participação do pesquisador como assistente do estudo fundamentou-se na tese defendida por Müller (2017), que aponta a eficiência de um modelo dialógico para os processos de inovação didática.

[...] entendemos a inovação didática como uma prática construída por meio de uma relação de troca de saberes entre os docentes e os especialistas. É um modelo que preconiza uma relação mais próxima

entre esses indivíduos, favorecendo o estabelecimento de uma prática inovadora local, focada nas necessidades específicas de cada contexto (p.19).

Desta forma, buscou-se estabelecer essa estrutura dialógica desde o contato inicial dos professores com a ABP de Bender (2014), até o final da implementação da iniciativa. Para tanto, a estrutura dos encontros de estudo foi calcada na leitura e discussão do texto de Bender (2014), e no desenvolvimento do planejamento da iniciativa de ABP que cada professor pretendia implementar. Por conseguinte, o processo se desenvolveu mantendo uma relação horizontal entre professores e pesquisador, tornando-o mais fluido e natural.

As atividades desenvolvidas em cada encontro se fundamentaram em uma estrutura básica formada por: a) tarefa de leitura prévia; b) apresentação rápida do tema do dia por parte do pesquisador (Quadro 6.3); c) discussão sobre o tema envolvendo os professores e o pesquisador; d) reflexão e desenvolvimento do planejamento da iniciativa de ABP com foco no tema estudado. Em cada um desses encontros, os professores foram incentivados a confrontar a proposta de Bender (2014) com a realidade que enfrentariam ao levar a ABP para suas aulas, fortalecendo a ideia de que o planejamento por eles desenvolvido não se tratava de mera aplicação de um método e sim a transposição de uma metodologia de um contexto para outro. Os professores eram, portanto, incentivados a compreender o fundamento de cada ação proposta por Bender para que, julgando necessárias modificações ou adaptações, essas práticas ocorressem de maneira consciente quanto aos objetivos estabelecidos por Bender (2014), exercitando dessa forma a vigilância epistemológica.

Nesse sentido, foram estudados trechos-chave de diferentes capítulos do livro de Bender, bem como alguns materiais complementares, abordando assim os pontos centrais de sua proposta. Tomou-se o cuidado, no entanto, de que os materiais externos a Bender (2014) mantivessem explícita coerência com sua proposta como no caso do texto *“What does it take for a project to be “authentic”?”* (Buck Institute for Education, 2012). Consultados, os professores se disseram confortáveis em ler em inglês, de modo que foi usado a versão original disponível no Anexo 6.

Em cada encontro os professores eram incentivados a desenvolver uma parte de seu planejamento, normalmente o da etapa que havia sido abordada na leitura e na discussão do dia. Desta forma, entre idas e vindas naturais do processo, as propostas foram tomando forma e dando origem ao planejamento geral da iniciativa de ABP a ser implementada por cada professor. A partir dessa planificação, dos relatos de cada encontro, dos áudios e vídeos de tais encontros e de conversas tecidas presencialmente ou em aplicativos de mensagens, foi desenvolvida, pelo pesquisador, uma análise praxeológica do planejamento da proposta de ABP. Essa análise considerou o *topos* do professor e, em função dos objetivos desta tese, restringiu-se ao planejamento desenvolvido pela professora de Física. A partir desse planejamento, o pesquisador

construiu um quadro da organização praxeológica planejada, constante no Apêndice H, em que ficaram discriminadas as ações previstas para execução ao longo da implementação da ABP, bem como os discursos tecnológicos que sustentam tais práticas na visão da professora.

A estrutura da OP planejada é semelhante à organização praxeológica da ABP de Bender (OP de Bender), desenvolvida no estudo teórico desta tese e apresentada no Capítulo 5. Tal fato permitiu uma análise comparativa entre a ABP de Bender (quadros 5.1 a 5.8) e as ações planejadas pela professora (Apêndice H), possibilitando a identificação de pontos em comum, bem como possíveis adaptações e escolhas realizadas pela professora ao longo da fase de transposição externa da ABP de Bender. A análise comparativa é apresentada na sequência.

Uma comparação global entre a OP planejada e a OP de Bender permite perceber que elas possuem estruturas semelhantes, compartilhando os mesmos tipos de tarefas e quase todos os subtipos de tarefas. Embora envolva uma escolha metodológica consciente do pesquisador em prol do processo de análise comparativa, essa semelhança não é uma característica artificialmente criada. Isso por que a ação do pesquisador limitou-se à organização dos resultados não tendo, portanto, influência direta sobre o conteúdo da OP planejada. A semelhança citada entre as OPs se deve também à compreensão da estrutura geral da ABP de Bender por parte da professora, afinal, como destacado, todos os elementos em comum foram efetivamente contemplados no planejamento da professora. Conquanto a OP de Bender não tenha sido apresentada aos professores envolvidos na Etapa I desse estudo, o tema dos encontros (Quadro 6.3) se baseou nos resultados do estudo teórico e, por conseguinte, possui semelhança com os tipos de tarefa da OP de Bender. Acredita-se, portanto, que a ideia geral da proposta de Bender tenha sido compreendida pela professora, refletindo-se em seu planejamento e contribuindo para a semelhança citada.

Apesar das semelhanças identificadas em relação aos tipos e subtipos de tarefas, as técnicas e tecnologias identificadas na OP planejada apontam algumas escolhas e adaptações da professora quando comparadas com a ABP de Bender. Essas diferenças e, principalmente, suas motivações são relevantes no delineamento das condições e restrições do processo de transposição praxeológica da ABP. Em função disso, são discutidos a seguir os resultados obtidos com a análise comparativa, iniciando pelas principais diferenças identificadas e seguindo com as escolhas da professora frente a técnicas em que Bender oferece opções. Por fim discutem-se elementos que indiquem a adoção das orientações de Bender. A busca dos fatores relevantes em cada um desses casos, por sua vez, permeia toda a discussão sem se limitar a um ordenamento pré-estabelecido.

## Sobre as adaptações entre a OP planejada e a de Bender

A primeira grande diferença identificada na análise comparativa é a ausência do subtipo de tarefa T<sub>36</sub>, qual seja, “Orientar os estudantes sobre como avaliar informações de diferentes fontes”. A ausência de orientação certamente não se deve ao entendimento de que os alunos não necessitam de tal orientação, pois ao longo das conversas a professora manifestou descontentamento com as fontes usadas pelos alunos nos trabalhos de sua disciplina. Na verdade alegou ter sido tomada pelo grande volume de tarefas e se esquecido de desenvolver uma ação nesse sentido.

No tipo de tarefa T<sub>2</sub>, que envolve o planejamento do projeto pelas equipes, foi identificada uma alteração relevante em relação ao que Bender (2014) propõe. Refere-se à execução de T<sub>22</sub> e T<sub>23</sub>, em que a professora utilizou um instrumento que uniu diferentes técnicas propostas por Bender para compor o que ela nomeou como guia de planejamento inicial. Esse guia incorporou as técnicas sugeridas por Bender para o subtipo de tarefa T<sub>22</sub> e associou a elas uma abordagem *scaffolding* denominada questões-estímulo (*questions prompts*). Embora a inovação nesse caso esteja mais na forma de utilização e na agregação das técnicas do que na criação de uma, essa adaptação aponta a internalização das premissas de Bender e seu ajuste às necessidades do contexto local. Isso fica mais claro quando os discursos tecnológicos  $\theta_{22}$  e  $\theta_{23}$  da OP planejada são analisados. Neles a professora cita a preocupação com a produtividade do grupo, indo ao encontro da tecnologia de Bender para o mesmo subtipo de tarefa, acrescentando preocupações ligadas à falta de experiência dos estudantes e à extensão do material a eles disponibilizado.

**Pesquisador:** *Por que a disponibilização de um guia de planejamento inicial?*

**Professora:** *Pra que eles não ficassem tão perdidos. Por que como eles não estão acostumados à metodologia, a gente entendeu que eles iriam ficar muito [pausa] perdidos. Tipo, “E agora, o que nós temos que fazer?” Então eles tiveram que começar a pensar em como se organizar enquanto grupo pra atingir a meta que era desenvolver um aerogerador. Então, pra desenvolver um aerogerador o que precisa? Quais os materiais que precisariam pra desenvolver um aerogerador de baixo custo? [...].*

**Pesquisador:** *Por que a escolha por esse formato de perguntas?*

**Professora:** *É que assim. Queria [pausa], eu precisava fazer um [material] que não fosse muito extenso e fizesse eles pensar bastante sobre o que fazer. Que teria muita coisa pra fazer. Mas ao mesmo tempo tem que ser curto então, não sei se tu chegou a reparar mas nenhum dos materiais que eu entreguei pra eles era mais de uma página. Justamente porque precisava ser curto, mas também*

*tinha que contemplar tudo que eu achava que era importante eles pesquisarem, lerem ou entenderem.*

**Pesquisador:** *E através de perguntas tu achas que foi a maneira mais prática e direta de fazer com que eles refletissem naquilo que tu estavas propondo pra eles?*

**Professora:** *Isso. Então se eu, [pausa]. Através da pergunta eu achei que seria mais eficaz mas também não sei se é a melhor forma. Como é que eu ia fazer eles pensar sobre algo sem uma pergunta?*

**Pesquisador:** *E tu achas que só dando a tarefa não seria suficiente?*

**Professora:** *Talvez eles não [pausa]. Não, eu acho que não. Num primeiro contexto acho que não.*

A falta de experiência com a ABP, na verdade, se mostrou uma preocupação constante dos professores, tanto em relação a eles mesmos, quanto aos alunos e até da possível reação dos pais em função da novidade metodológica

As técnicas  $\tau_{22}$  e  $\tau_{23}$  planejadas para  $T_{22}$  e  $T_{23}$  receberam especial importância por parte da professora a ponto de influenciar as técnicas de outros subtipos de tarefas. Uma dessas influências pode ser percebida já em  $T_{24}$  com a substituição da técnica de *brainstorming*, sugerida por Bender, por uma conversa interna do grupo tomando as questões-estímulo como referência. Os reflexos de  $\tau_{22}$  e  $\tau_{23}$  são percebidos ainda em  $T_{25}$  e  $T_{43}$ , em que as questões-estímulo do guia inicial são novamente empregadas como técnicas. O discurso tecnológico  $\theta_{25}$  permite inferir que a professora acreditou ter encontrado nas questões-estímulo uma forma de incentivar a reflexão sobre dado elemento sem impô-lo ao grupo. Talvez esse seja um dos motivos que justificam a presença do guia de planejamento inicial como técnica dos diversos subtipos de tarefas de  $T_2$ , apontando-o como a estrutura principal de referência para desenvolvimento do projeto até então. A relevância atribuída ao guia de planejamento inicial acaba reforçada na praxeologia de  $T_{26}$ , em que a professora solicita o seu preenchimento e entrega considerando-o como o resumo do planejamento do projeto, e também na OP planejada como um todo, já que esse instrumento é citado em diversos outros momentos.

Em relação ao gerenciamento do tempo pelos grupos ( $T_{52}$ ) por sua vez, identifica-se uma adoção com acréscimo na técnica indicada por Bender, configurando-se assim como mais uma adaptação. Além da orientação direta e personalizada, prevista pelo autor, a professora incluiu a utilização de um cronograma de metas semanais a ser incorporado no guia de planejamento inicial. A docente manifestou explícita preocupação com o gerenciamento do tempo do projeto por parte dos estudantes, uma vez que reconhece que na metodologia tradicional, forma de

trabalho que os alunos estão acostumados, essa função recai sobre o professor. Portanto, a preocupação com adaptação dos estudantes e com o resultado do projeto foram os principais motivadores desse acréscimo.

A última adaptação identificada nessa fase de transposição externa está vinculada à avaliação dos artefatos pelos grupos ( $T_{62}$ ) e refere-se mais diretamente a uma modificação na técnica empregada ( $\tau_{62}$ ). A proposta de Bender é que nesse subtipo de tarefa seja usado como técnica um processo de avaliação pelos colegas baseado em equipes. Isso permitiria orientar os estudantes sobre como avaliar os artefatos desenvolvidos em busca de possíveis melhorias e também sobre como manifestar suas observações de forma educada e respeitosa. Bender (2014) acredita que o trabalho colaborativo é uma das capacidades mais importantes para os estudantes do século XXI e até por isso enfatiza mais a oportunidade de desenvolver a capacidade de trabalho em equipes do que propriamente a avaliação e melhoria dos artefatos.

Apesar disso, no planejamento docente, esse exercício de trabalho colaborativo, no caso a avaliação pelos colegas internos do grupo, não manifesta tal ênfase. Ainda que o subtipo de tarefa esteja previsto, o foco identificado na técnica  $\tau_{62}$  e no discurso tecnológico  $\theta_{62}$  da OP planejada é o de avaliação e melhoria do artefato. Tanto que a orientação dos estudantes sobre avaliação pelos colegas é substituída pela disponibilização de uma rubrica e pela orientação do professor sobre sua utilização para avaliação dos artefatos. É bem provável que isso seja reflexo de uma preocupação com o produto final do projeto em detrimento das oportunidades de aprendizagem oferecidas ao longo do processo. Além de associar o fato a crenças e atitudes manifestadas pela professora na entrevista inicial, pode-se cogitar também que a cultura escolar atual valoriza mais o suposto conhecimento de um conteúdo específico do que capacidades que permeiam a vivência do estudante e futuro cidadão. Sendo esse o caso ou não, é fácil perceber que se trata de algo que extrapola a simples vontade da docente, sendo influenciado direta e indiretamente, por sua formação, pelo foco dos estudantes e de seus familiares na nota em detrimento das possíveis aprendizagens, entre outros possíveis fatores, e, desta forma, acaba se refletindo nas ações docentes.

### **Sobre as escolhas da professora**

A OP de Bender, apresentada no estudo teórico (Cap. 5), traz diversas técnicas em que o autor sugere múltiplas opções, oferecendo um discurso tecnológico que apresenta princípios a serem considerados para a eleição de uma técnica. Ao longo do planejamento desenvolvido pela professora, diversos foram os momentos em que ela exerceu esse direito de escolha. Isso ocorreu já no primeiro subtipo de tarefa ( $T_{11}$ ), que trata da apresentação da ideia âncora aos estudantes. Para esse subtipo de tarefa a docente utilizou duas técnicas distintas: i) visita técnica ao parque eólico do município; ii) apresentação de vídeos. A análise de  $\theta_{11}$  mostra que com a visita ao parque

eólico a professora buscava oferecer aos estudantes uma visão sobre o processo de geração de energia elétrica na região que, inclusive, abastece a residência da maioria desses alunos. Já os vídeos eram complementares entre si, sendo que o primeiro buscava apresentar aos estudantes o potencial social da Ciência e o segundo sensibilizá-los em relação ao problema que a questão motriz apresentaria (*Como você poderia construir um protótipo de aerogerador de baixo custo para proporcionar iluminação pública para comunidades carentes?*). Alguns fatores podem ter contribuído para a escolha dessas técnicas frente a outras tantas possíveis. As visitas técnicas são estratégias de ensino utilizadas frequentemente no contexto dos IFs em função dos cursos técnicos e, no caso específico, foi facilitada pela proximidade do campus com o parque eólico, pelo programa de visitas que ele oferece e pela parceria com a prefeitura local que forneceu o transporte até o local. Os vídeos, por sua vez, demonstram ter relação direta com a crença da professora de que os estudantes são especialmente atraídos por elementos visuais e de sua atitude favorável a essa ferramenta, já que ambas foram citadas na entrevista inicial (p. 96), quando classificou a estratégia como uma alternativa interessante para promover o envolvimento dos estudantes, e confirmadas na entrevista final. Além disso, as salas de aulas do campus contam com a infraestrutura necessária para a apresentação de vídeos (projektor e conexões) facilitando em muito a utilização dessa estratégia educacional. A escolha da professora, portanto, configura-se como fruto de diversos fatores incluindo suas próprias crenças e atitudes e um contexto estrutural favorável.

Ainda no tipo de tarefa  $T_1$ , mais especificamente em  $\tau_{12}$ , identifica-se que a professora optou por criar ela mesma a questão motriz ao invés de construí-la colaborativamente com os estudantes. Trata-se de uma escolha, pois Bender (2014) apresenta as duas possibilidades, indicando que a construção da questão motriz com os alunos exige maturidade e experiência com a metodologia e, portanto, pode ser prudente evitar essa alternativa nas primeiras experiências com a ABP. Além dessa orientação de Bender, foi possível perceber que a professora também foi influenciada pela preocupação de que o projeto a ser desenvolvido atendesse ao conteúdo planejado para o período letivo do projeto, e que a construção unilateral da questão motriz trouxe maior segurança à docente nesse quesito. A técnica de apresentação da questão motriz ( $\tau_{12}$ ), entretanto, representou uma adoção da proposta de Bender (2014), como é possível identificar no próprio discurso tecnológico  $\theta_{12}$ .

Outra escolha que chamou a atenção do pesquisador foi o critério de divisão das equipes ( $\tau_{21}$ ). Bender (2014) cita diferentes critérios possíveis para guiar a formação dos grupos, e alerta que, independente do escolhido, o critério deve favorecer a eficácia do trabalho dos grupos. Nesse sentido, a professora entendeu que permitir que os próprios alunos escolhessem seus grupos, pautando-se na afinidade entre colegas, seria a melhor opção. No seu discurso tecnológico ( $\theta_{21}$ ), ela explicita que buscou com essa escolha diminuir possíveis conflitos e facilitar os encontros

extraclasse, uma vez que o campus atende alunos de diferentes municípios da região, o que, dependendo da configuração da equipe, poderia causar transtornos. É interessante notar que, embora obras recentes que tratam do trabalho em grupo (e.g. COHEN; LOTAN, 2017) destaquem as vantagens da formação de grupos heterogêneos tanto para a aprendizagem quanto para o desenvolvimento da capacidade de trabalho colaborativo, nem Bender destaca tal fato, nem a docente citou essa possibilidade. Na verdade, instigada pelo pesquisador, a professora analisou a possibilidade de dividir os grupos baseada em outros critérios que não a afinidade, mas julgou que, em função das diversas mudanças que a ABP traria e dos argumentos presentes em  $\theta_{21}$ , a melhor opção para um primeiro contato com a metodologia seria que os próprios alunos escolhessem os grupos de acordo com suas afinidades. Não se pode descartar, inclusive, que essa decisão tenha sofrido influência da cultura estabelecida entre os alunos de estabelecer grupos de amigos e não necessariamente de colaboradores, como discutido mais à frente (página 144)<sup>49</sup>.

A escolha de disponibilizar livre acesso à internet como principal fonte de pesquisa aos estudantes ( $\tau_{31}$ ) é uma opção natural nos dias de hoje. Como a professora argumenta em  $\theta_{31}$ , existem outras diversas fontes possíveis para consultas, no entanto, nenhuma é tão utilizada e está tão presente na vida escolar quanto a internet. Considerando que o campus dispõe de laboratórios de informática com acesso de qualidade à internet, e que isso possibilita o melhor aproveitamento do tempo e do trabalho dos alunos, foi a escolha natural para a professora. Outra escolha influenciada pela praticidade foi a da técnica  $\tau_{54}$ , na qual a professora optou por solicitar tarefas pendentes de forma direta aos alunos conforme identificação da necessidade.

A escolha da professora frente às opções apresentadas por Bender também foi manifesta em  $T_{61}$ , que trata da incorporação dos dados da segunda etapa de pesquisa à apresentação final e à versão final dos artefatos. Esse é um subtipo de tarefa especialmente relevante na proposta de ABP, pois é uma oportunidade de *feedback* e mesmo orientação direta do professor aos estudantes. A professora optou por uma técnica citada por Bender a título de exemplo, qual seja, o diálogo direto com os estudantes. O que chamou a atenção do pesquisador foi o discurso tecnológico apresentado ( $\tau_{61}$ ). A argumentação da professora fez referência a uma mudança relevante que precisa ocorrer no contrato didático quando da implementação da ABP, a visão do professor como um orientador dentro do projeto. Ao justificar a escolha da técnica citada, a professora explicitamente se referiu a seu papel de orientadora na condução da ABP e que, portanto, não via outra forma que não a de atender cada grupo individualmente, verificar as suas dificuldades e auxiliá-los a vencer os obstáculos que surgissem. A relevância dessa argumentação

---

<sup>49</sup> Apesar do foco desse trabalho não ser uma análise exaustiva da cultura instituída entre os alunos, sempre que isso se tornou um fator relevante foi apontado no texto.



se encontra no fato de indicar uma internalização das características próprias da ABP, ao mesmo tempo que evoca a forma de orientação vivenciada por ela em sua formação.

Outra mudança relevante que normalmente ocorre na transição do ensino tradicional para a ABP diz respeito à avaliação. Bender (2014) reforça a importância de uma avaliação formativa nas iniciativas de ABP. Nesse sentido, o subtipo de tarefa T<sub>71</sub> assume especial relevância, tendo como técnicas indicadas as rubricas e as *webquests* e abrindo a possibilidade de que outras técnicas não previstas sejam utilizadas. No caso acompanhado, a professora planejou utilizar as rubricas, um caderno de pesquisa (espécie de diário de pesquisa), processos de autoavaliação e avaliação pelos colegas. O discurso tecnológico registrado aponta que as rubricas indicam aos estudantes critérios de referência para sua própria reflexão, o caderno de pesquisa mantém registro atualizado do que vem sendo feito incentivando um processo de reflexão constante, enquanto a autoavaliação e a avaliação pelos colegas permitem que os rumos do projeto sejam ajustados a partir de avaliação do trabalho individual e coletivo. As técnicas escolhidas têm origem na proposta de Bender sendo a indicação do autor e a experiência da professora fatores preponderantes na previsão dessas técnicas. O caderno de pesquisa, no entanto, foi uma ideia que surgiu a partir da sugestão de diários apresentada por Bender (2014, p. 50), de uma leitura da professora sobre uma proposta envolvendo o uso educacional de projetos (e.g. MÜTZENBERG, 2005) e do que é solicitado em feiras competitivas, como MOSTRATEC<sup>50</sup> e FEBRACE<sup>51</sup>, que os estudantes do campus costumam participar e que a professora participou como avaliadora.

A última escolha docente, identificada na análise comparativa, se refere ao subtipo de tarefa T<sub>81</sub> que trata da divulgação dos resultados do projeto. Bender enfatiza que se trata de uma etapa muito importante dentro da ABP, e que a técnica escolhida para essa praxeologia deve valorizar o trabalho desenvolvido pelos estudantes. Frente a isso, a docente concordou que o ideal seria que os estudantes tivessem contato com pessoas que vivenciam o problema que o projeto se propõe a resolver, no entanto, o tempo disponível para execução do projeto não era suficiente para que isso ocorresse. Desta forma, desde o início do planejamento, a proposta da docente foi que os alunos buscassem uma solução para o problema apresentado na questão motriz, sem, no entanto, implementar os seus resultados em uma comunidade carente. Para evitar a perda de autenticidade do problema, a professora propôs que a divulgação dos resultados do projeto se desse na própria instituição, com a presença da comunidade acadêmica e das autoridades do campus, a fim de valorizar o trabalho desenvolvido e inclusive discutir a possível implementação dos artefatos como uma alternativa para a iluminação de áreas externas do próprio campus.

### **Sobre as ações que representam adoção da ABP**

---

<sup>50</sup> MOSTRATEC: Mostra Brasileira de Ciência e Tecnologia. <http://www.mostratec.com.br>

<sup>51</sup> FEBRACE: Feira Brasileira de Ciência e Engenharia. <https://febrace.org.br/>

Discutidas as adaptações e escolhas realizadas na fase de transposição interna da ABP, restam serem abordadas as ações que representam adoção de elementos da ABP proposta por Bender. Primando pela objetividade do texto, são discutidas a seguir apenas as ações de adoção consideradas relevantes frente ao objetivo da questão que se busca responder. Nesse sentido, é importante destacar o discurso tecnológico da professora ao sustentar a adoção da técnica de *brainstorming* ( $\tau_{13}$ ). Explicitamente ela manifesta que a origem da escolha dessa técnica foi a sugestão de Bender, contudo ao justificar o uso de tal técnica, ela oferece argumentos distintos dos apresentados por ele. Enquanto o autor se baseia no potencial da técnica para o pensamento reflexivo e para o desenvolvimento criativo de questões específicas para o projeto, a professora se fundamenta no possível engajamento proporcionado pela oportunidade de participação dos alunos: "*Eles teriam voz e vez. Não só eu chegar lá na frente e dizer tem que ser assim, assim e assim. Aí eles não teriam esse comprometimento em desenvolver o projeto*". Apesar disso, é possível identificar na fala da professora o uso natural de termos relacionados ao texto de Bender como a expressão "*voz e vez dos alunos*", indicando mais uma vez a internalização de seus conceitos.

No que diz respeito à formação das equipes e ao número de alunos em cada grupo é possível afirmar que a professora adotou as orientações de Bender. Bender (2014) cita a formação de grupos envolvendo de sete a doze alunos sem especificar um critério único para a formação da equipe. No entanto, tal afirmação se dá em um contexto de exemplificação, não representando, portanto, uma orientação normativa. Nesse sentido, a escolha da professora por grupos de cinco ou seis estudantes pode ser considerada como uma ação de adoção das orientações de Bender. Da mesma forma, a divisão das equipes por afinidade, critério que é citado por Bender como um dos vários possíveis para essa tarefa, representa adoção da proposta de Bender. A escolha por grupos com esse número de estudantes foi justificada em função de, na visão da docente, não onerar financeiramente os estudantes com possíveis custos do projeto e ao mesmo tempo permitir uma divisão de tarefas justa evitando que alguns alunos fiquem ociosos dentro das equipes.

Uma ferramenta proposta por Bender (2014) e que parece ter agradado a professora foram as *webquests*. Sua utilização foi prevista como técnica ( $\tau_{32}$ ) para auxiliar os estudantes no desenvolvimento de suas pesquisas ( $T_{32}$ ) sobre três assuntos correlacionados. Bender previu que para essa tarefa fossem utilizadas também rubricas, porém, embora a professora tenha previsto sua disponibilização, elas não foram planejadas como técnica para  $T_{32}$ . Temos, portanto um caso de adoção parcial em que as *webquests* foram amplamente consideradas em detrimento das rubricas. No discurso tecnológico  $\theta_{32}$  a professora evoca a disponibilidade de acesso à internet com qualidade no campus, a praticidade da técnica e o controle de tempo e da localização dos alunos como fatores determinantes para a escolha da referida técnica.

Outra adoção parcial ocorreu em  $T_{33}$ , em que Bender sugere o acompanhamento do trabalho de pesquisa e o incentivo ao trabalho em duplas, a fim de garantir a adaptação dos estudantes à ABP. A professora não julgou necessária a previsão do trabalho em duplas, pois os estudantes teriam liberdade de trabalhar na formatação que aprovesse à equipe. Apesar disso, a docente tomou o acompanhamento pessoal do trabalho dos alunos como a técnica a ser empregada na garantia da adaptação dos estudantes. A mesma técnica foi prevista para supervisionar o trabalho dos estudantes ( $T_{34}$ ) de forma que  $\tau_{33}$  e  $\tau_{34}$  sejam iguais e compartilhem do mesmo discurso tecnológico ( $\theta_{33}$  e  $\theta_{34}$ ). Dessa forma, a docente acreditava que poderia identificar possíveis problemas de adaptação ou dificuldades no trabalho dos alunos e agir de forma personalizada em cada caso.

Um fator de preocupação da professora, manifestado diversas vezes ao longo de todo o processo de estudo, planejamento e implementação da ABP, foi o fato de que ela não “daria aulas”. A possível ausência de aulas no formato tradicional, em que o professor apresenta o conteúdo e os alunos acompanham sua explanação, foi evocada diversas vezes sempre em tom de preocupação. Nesse sentido, as minilições previstas por Bender (2014) trouxeram um pouco de tranquilidade a essa inquietação da docente, ainda que como discutido na análise da fase de transposição interna, a concepção da professora sobre essa técnica tenha representado uma significativa modificação em relação ao proposto por Bender. Em  $T_{35}$  a docente seguiu a orientação de Bender e previu a necessidade de minilições ( $\tau_{35}$ ), definindo de antemão o tema de uma delas: circuitos e medidas elétricas. Em  $\theta_{35}$  a docente justifica que esse tema era previsível frente aos objetivos do projeto, e que uma minilição envolvendo atividades práticas no laboratório de Física permitiria que os estudantes tivessem contato com instrumentos e procedimentos potencialmente necessários ao desenvolvimento do projeto. Seguem transcrições de sua fala em trecho da entrevista.

**Professora:** *Mas eu pensei lá no início nos circuitos. [...] Só que acho que foi ao encontro do que eu já tinha planejado [referindo-se ao fato de que também foi uma necessidade advinda do desenvolvimento do projeto]. [Circuitos elétricos] e medidas de grandezas físicas. É que acho que é uma coisa natural de dificuldade [do projeto proposto].*

**Pesquisador:** *E tu tinha identificado isso [que era um tema previsível]?*

**Professora:** *[...] eu imaginava que se tivéssemos planejado que [seria] sobre circuitos e como medir as grandezas [físicas] e como usar o multímetro, né?*

**Pesquisador:** *Porque eram coisas que eles iam precisar e [professora interrompeu].*

**Professora:** *E provavelmente iriam surgir as dúvidas.*

Além disso, ofereceria aos estudantes o que ela chamou de “aula formal sobre o tema”, em referência a uma aula tradicional.

**Pesquisador:** *E porque que essas lições específicas que a gente já [comentou]. Porque que tu escolheste esse modo de [executar a minilição]. Eu não lembro se quando tu pensaste nessa minilição tu já pensaste em vir pro laboratório?*

**Professora:** *Sim. Porque eu acho que seria [inaudível]. Qual lâmpada eles teriam que ligar né? Como é que eles iam saber que lâmpada ia funcionar numa iluminação pública, num poste de iluminação pública. Eles teriam que gerar uma certa quantidade de energia, uma corrente. Então eles teriam que saber pelo menos determinar a corrente gerada. E a gente sabe que pra medir a corrente tu tem que usar um multímetro. Então como é que eles iriam usar um multímetro?*

**Pesquisador:** *E isso te fez pensar que a melhor opção era um laboratório? Uma minilição no laboratório.*

**Professora:** *Daí fazer uma atividade prática pra trabalhar com circuitos. O que é um circuito em série, o que é um circuito em paralelo. E também assim, pesando como que é uma aula formal, né? Ainda a gente tem a tendência de voltar a uma aula formal. E achava importante que eles tivessem uma noção de circuitos e medidas.*

As crenças da professora certamente tiveram influência em diversos momentos do planejamento, no entanto, aqui foi possível identificar explicitamente o reflexo do vínculo da docente com a metodologia tradicional reconhecido na entrevista inicial. Foi possível identificar que os fatores relevantes para a escolha de  $\tau_{35}$  envolvem a sugestão de Bender, entretanto vão além, incluindo as crenças da professora a respeito da forma de se ensinar e aprender Física e a infraestrutura disponível no campus.

Todo o tipo de tarefa  $T_4$  também foi desenvolvido de acordo com as técnicas sugeridas por Bender e com discursos tecnológicos semelhantes aos do autor, indicando a internalização, por parte da professora, dos conceitos por ele indicados. O destaque nesse tipo de tarefa parece ser a técnica  $\tau_{43}$ , que envolve o uso de questões orientadoras para reflexão dos estudantes. Como discutido anteriormente, essa técnica teve seu uso ampliado e acabou se tornando uma das principais técnicas planejadas pela docente, embora não se possa afirmar categoricamente que o primeiro contato da docente com a técnica se deu através da leitura do texto de Bender (2014).

O tipo de tarefa  $T_5$  teve metade de seu desenvolvimento por meio da adoção das orientações de Bender, sendo as exceções  $T_{52}$  e  $T_{54}$  discutidos anteriormente. Apesar disso, há alguns elementos interessantes a serem destacados. Em  $\theta_{51}$ , por exemplo, é possível mais uma

vez identificar um discurso tecnológico fundamentado na visão do professor como orientador, conforme preconizado pelas orientações de Bender. A técnica  $\tau_{53}$  é a mesma prevista em  $T_{35}$ , ou seja, as minilições cuja relação com as aulas tradicionais já foi discutida. No entanto, o discurso tecnológico  $\theta_{53}$  é ainda mais explícito, indicando a intenção da professora de facilitar a adaptação dos estudantes à ABP por meio da semelhança que essa técnica mantém com a metodologia tradicional. Possivelmente haja uma simbiose entre a intenção de facilitar a adaptação dos estudantes com as crenças de efetividade da metodologia tradicional manifestadas pela professora em outros momentos.

As últimas situações de adoção das orientações de Bender (2014), a serem discutidas aqui, se encontram no tipo de tarefa  $T_7$ . Na organização das apresentações finais ( $T_{72}$ ), Bender estabelece implicitamente apenas o agendamento com os grupos. A professora, no entanto, previu a data das apresentações no guia inicial e a discussão da ordem de agendamento com as equipes ao longo do projeto, ficando responsável pela organização da infraestrutura necessária para a apresentação. A docente previu ainda, em  $\tau_{73}$ , a ação de avaliação pelos colegas preconizada por Bender e acrescentou uma autoavaliação que, embora não seja explicitada por Bender especificamente para esse subtipo de tarefa, é indicada por ele como uma boa alternativa para avaliação reflexiva. Além disso, é possível perceber uma diferença entre o discurso tecnológico de Bender e o apresentado pela professora. Enquanto Bender argumenta que a relevância da técnica citada está ligada à experiência vivida pelo estudante em avaliar e ser avaliado por seus pares, a professora focou sua justificativa na compreensão, a partir da perspectiva do aluno, sobre o projeto e sobre o envolvimento do estudante e de seus colegas. Seguramente as tecnologias apresentadas não são excludentes entre si, mas representam motivações distintas para a técnica empregada, o que parece natural frente a um processo de internalização de conceitos e transposição praxeológica de uma metodologia de ensino.

Situações como essa, em que o processo de transposição modifica de alguma forma o saber de referência, necessitam sempre de especial atenção. Não por serem essas modificações indesejáveis ou representarem necessariamente ações equivocadas, mas a fim de garantir que o saber de referência não seja deturpado. No contexto de inovações didáticas não é incomum que fatores como crenças pessoais, entre outros, orientem modificações na metodologia que acabam por tornar o processo institucionalizado irreconhecível frente à metodologia original. Ainda que não se possa esperar que uma inovação didática ocorra sem adaptações, que muitas vezes são fundamentais e desejáveis, é indispensável que os envolvidos no processo exercitem a vigilância epistemológica a fim de evitar distorções.

No processo de transposição praxeológica da ABP descrito nesta tese, a vigilância epistemológica se manifestou através de um processo reflexivo, muitas vezes incentivado pelo pesquisador, enquanto atuava como assistente de estudo. No entanto, exercida sem características

impositivas, afinal, trata-se de uma responsabilidade a ser compartilhada por todos os envolvidos no processo de transposição. A seguir são apresentadas algumas situações que buscam exemplificar alguns desses episódios.

### **Manifestações de vigilância epistemológica**

Uma dessas situações ocorreu no segundo encontro com os professores quando surgiu uma conversa entre pesquisadores e professores sobre o uso educacional dos projetos. O estudo da proposta de Bender (2014) estava no começo, e a fala dos professores demonstrou que eles entendiam o uso educacional dos projetos como uma possível aplicação do conhecimento apresentado aos estudantes de forma tradicional. Tal abordagem havia sido identificada na revisão da literatura desta tese, e nomeada de projeto como exercício. No entanto, essa abordagem vai de encontro ao que Bender propõe, e representaria uma clara deturpação do que ele e outros autores entendem como ABP. Percebendo isso, o pesquisador aproveitou o texto do artigo de revisão da literatura, que havia submetido para publicação e, a partir dele, mostrou as diferenças entre as duas abordagens, argumentando, a partir do texto de Bender e de resultados da referida revisão, os prós e contras de cada uma delas. Com a explanação os professores compreenderam a questão e optaram por experimentar a visão de Bender, ainda que tenham relatado que seus trabalhos anteriores com projetos estivessem mais próximos da abordagem de projetos como exercício.

Outra distorção evitada pela vigilância epistemológica exercitada ao longo dos encontros diz respeito à possibilidade de “dar aulas” dentro da ABP. No terceiro encontro, após já se ter conversado sobre a ABP como um todo, os professores manifestaram seguidas vezes preocupação com o fato de não poderem “dar aulas” dentro da ABP. Embora em um primeiro momento tenha parecido ao pesquisador se tratar de uma resistência à mudança de contrato didático ou receio de que a ABP não fosse eficaz, logo foi possível perceber que não se restringia a isso. Os professores haviam compreendido que a sua função era apresentar o problema aos estudantes e deixar que eles o resolvessem sozinhos. Percebendo isso, novamente houve a intervenção do pesquisador a fim de evitar essa distorção. Para tanto, foram discutidos com os professores trechos do texto de Bender (2014), que tratam da função do professor na ABP. Foi-lhes explicado que a tarefa do professor efetivamente muda, mas que ele continua ensinando os alunos através de orientação personalizada e até mesmo “dando aulas” (minilições), desde que essa necessidade advenha do projeto e dos alunos.

A vigilância epistemológica, no entanto, não se limitou à atuação do pesquisador frente a interpretações equivocadas dos professores. No quarto encontro, os dois professores manifestaram o entendimento de que já na etapa de planejamento inicial haveria ações de pesquisa por parte dos grupos, a professora de Física inclusive citou a intenção de levá-los para o laboratório de informática para essa etapa. Em um primeiro momento, o pesquisador se opôs

assumindo a ideia de uma ABP com etapas muito bem definidas. No entanto, a leitura do texto de Bender (2014) e a argumentação dos professores mostraram que tais etapas realmente se sobrepõem, levando o pesquisador a ajustar sua visão e perceber a ABP de forma mais holística e menos fragmentada.

Além dessas, a vigilância epistemológica ajudou a corrigir outras distorções que poderiam, em maior ou menor grau, descaracterizar a ABP de Bender ao longo do processo de transposição externa. Foram questões ligadas à autenticidade da questão motriz, procedimentos de avaliação e artefatos a serem solicitados, entre outras. Em todos os casos, no entanto, os procedimentos do pesquisador primaram pelo convite à reflexão a partir do conhecimento de referência, no caso a ABP de Bender.

### **Síntese interpretativa**

Em síntese, portanto, é possível afirmar que o processo de transposição externa da ABP se fundamentou em uma relação dialógica entre pesquisador e dois professores inovadores, dos quais a professora de Física foi efetivamente o foco do estudo. Ao longo do processo os três participantes discutiram os principais aspectos da proposta de ABP de Bender (2014), sendo que cada professor inovador desenvolveu seu próprio planejamento de uma iniciativa de ABP a ser implementada em sua disciplina.

O planejamento da professora de Física envolveu adaptações e modificações em técnicas e discursos tecnológicos apresentados por Bender, como a supressão do subtipo de tarefa sobre como avaliar informações de diferentes fontes (T<sub>36</sub>), a modificação do número de alunos de cada equipe, a utilização de questões-estímulo para a criação de um guia de planejamento inicial que orientou boa parte das ações dos estudantes e mudança no objetivo da técnica de avaliação pelos colegas baseada em equipes. No entanto, foram identificados casos em que a professora de Física adotou as orientações de Bender (2014) ou mesmo optou por uma técnica dentre as por ele sugeridas. Pode-se citar, como exemplos, a escolha por realizar uma vista técnica ao parque eólico da cidade de Osório, a opção por desenvolver unilateralmente a questão motriz do projeto, a definição da afinidade como critério de divisão das equipes, a seleção da internet como principal fonte de pesquisa a ser disponibilizada aos estudantes e a limitação da divulgação dos resultados dos projetos à comunidade interna do campus. As adoções, por sua vez, envolveram a previsão de utilização das técnicas de *brainstorming*, *webquests* e minilições, o processo de orientação da criação e desenvolvimento dos artefatos (T<sub>4</sub>), entre outras. Entre os fatores identificados como determinantes para as modificações, escolhas e adoções efetuadas pela professora, destacam-se as crenças e atitudes da professora, a infraestrutura do estabelecimento de ensino, a cultura educacional da comunidade escolar, o tempo disponível para execução do projeto e seu gerenciamento, praticidade nas ações docentes, entre outros.

Por fim, é preciso destacar que a vigilância epistemológica permeou todo o processo e foi uma responsabilidade compartilhada por todos os envolvidos. Algumas ações partiram diretamente do pesquisador como a discussão das ideias de Bender acerca do uso de projetos como exercício e a revisão da função do professor como orientador dentro da ABP e não apenas um propositor do problema que deverá ser resolvido pelos alunos sem o seu auxílio. No entanto, os professores inovadores também desencadearam discussões que reorientaram a visão do próprio pesquisador a respeito das concepções de ABP defendidas por Bender. Mais especificamente a visão da ABP como uma estrutura em que as partes se sobrepõem e não possuem necessariamente uma divisão bem estabelecida. É preciso destacar, no entanto, que o fato de ter se exercitado a vigilância epistemológica não assegura que compreensões equivocadas e distorções não tenham se estabelecido. No decorrer da fase de transposição interna da ABP de Bender muitas das ideias do autor serão colocadas em prática e poderão apontar de forma mais direta a real compreensão de suas ideias.

### **6.6 - Questão 3: De que forma se desenvolveu o processo de transposição interna da ABP no âmbito da disciplina de Física, que alterações ocorrem ao longo de seu desenvolvimento em relação ao período de transposição interna e quais fatores condicionaram e/ou influenciaram essas modificações?**

A fase de transposição interna da ABP de Bender corresponde ao processo de execução do planejamento desenvolvido na fase de transposição externa, ou seja, a transposição do planejado para o efetivamente executado. Não é difícil conceber que, ao longo desse período, novos fatores tenham se mostrado relevantes e ensejado modificações em relação ao que foi planejado, ou mesmo em relação ao conhecimento de referência. Sendo assim, identificar essas alterações e os fatores que as influenciam torna-se fundamental na tentativa de compreender e descrever o processo de transposição praxeológica da ABP, objetivo ao qual esta tese se propõe.

A fase de transposição interna, aqui analisada, durou cerca de 30 dias e contou com o envolvimento da professora de Física, de uma turma de 22 alunos do curso técnico de informática e com a observação participante do pesquisador. Estabeleceu-se, portanto, um novo sistema didático  $S'$  ( $X'$ ,  $y'$ ,  $y''$ ,  $\hat{O}'$ ), em que o objeto de estudo  $\hat{O}'$ , conceitos de circuitos elétricos e indução eletromagnética, foram estudados por um conjunto de alunos do Ensino Médio ( $X'$ ), orientados pela professora de Física do campus ( $y'$ ), tendo o pesquisador ( $y''$ ) como observador participante. É importante destacar, entretanto, que, como descrito no início desse capítulo, a participação do pesquisador durante as aulas dessa etapa foi esporádica restringindo-se a situações solicitadas explicitamente pela professora. Ainda que a relação dialógica preconizada por Müller



(2017) tenha sido mantida, o pesquisador se preocupou em oferecer autonomia para as escolhas e ações da professora e, por isso, se limitou a atuar apenas quando solicitado.

A iniciativa de ABP analisada nesta tese foi implementada durante as aulas regulares de Física e envolveu 18 horas-aula, integralmente acompanhadas pelo pesquisador, que se envolveu ainda em alguns momentos extraclasse em apoio ao trabalho da professora e de um grupo de alunos. Todos os eventos de observação foram registrados em áudio e, a partir deles, de imagens coletadas e das anotações do pesquisador, descritos em relatos redigidos pelo pesquisador a semelhança do que ocorreu nas outras etapas (apêndices E e F).

A partir desses registros foi realizada uma análise comparativa entre o que efetivamente foi executado e a OP planejada. Tal análise buscou identificar as alterações efetuadas na fase de transposição interna e seus fatores influenciadores. Na sequência são discutidos os resultados obtidos na referida análise comparativa.

A análise comparativa entre a OP planejada e as ações implementadas apontou ausências de subtipos de tarefas planejadas, alterações de técnicas empregadas e elementos executados de acordo com o planejamento. Apesar das diferenças identificadas, considerável parte da implementação da iniciativa de ABP ocorreu de acordo com o planejado. Por questões de objetividade, esses elementos não serão esquadrihados a menos que apresentem especial relevância no contexto tratado.

Seguindo o ordenamento numérico dos tipos e subtipos de tarefa que, de alguma forma representam o desenvolvimento cronológico da implementação, é possível perceber que o subtipo de tarefa T<sub>11</sub> (apresentação da ideia âncora) teve sua execução de acordo com o que a professora havia planejado. Houve, no entanto, um hiato temporal entre a visita técnica e a etapa subsequente do projeto como é possível perceber no Quadro 6.4. Embora estivesse planejado que na aula seguinte à visita técnica ao parque eólico fosse dada continuidade às ações da implementação, isso não se confirmou. A ausência de diversos alunos, por conta de um feriado, e posteriormente por conta de um problema de comunicação interna do campus, fez com que essas etapas fossem intercaladas por três aulas que, de acordo com o planejamento, seriam usadas para a implementação da iniciativa de ABP. Apesar disso, a professora manteve o assunto da visita em voga através da apresentação, em uma das aulas intermediárias, de um documentário sobre a história da eletricidade em que buscou fazer um *link* com o assunto do projeto. Por se tratar de uma atividade alternativa devido à impossibilidade de iniciar a implementação do projeto com baixo número de alunos presentes, entre outros fatores, essa aula não foi considerada parte da iniciativa de ABP. No entanto, é preciso reconhecer que o tema do documentário e a breve fala da professora ao final do vídeo tinham relação com o tema do projeto e poderiam ser incorporados ao subtipo de tarefa que previa a apresentação da ideia âncora (T<sub>11</sub>).

As técnicas previstas para T<sub>11</sub>, por sua vez, demonstraram terem sido bem escolhidas, pois ao iniciar o diálogo para apresentar a questão motriz (T<sub>12</sub>) os alunos anteviram o desafio que lhes seria proposto, o que foi manifestado explicitamente. A questão motriz, portanto, surgiu como uma consequência natural das etapas anteriores indicando aparente sucesso no processo de contextualização da proposta.

Ao promover a reflexão sobre a questão motriz e registrar as questões específicas oriundas da discussão, como previsto em T<sub>13</sub> e T<sub>14</sub>, no entanto, ocorreu o primeiro caso de modificação da técnica em relação ao previsto por Bender. Na entrevista de validação de conteúdo da OP planejada, a professora manifestou explicitamente seu apreço e opção pela técnica de *brainstorming* proposta por Bender (2014) para a execução de T<sub>13</sub> e T<sub>14</sub> (τ<sub>14</sub> está prevista como uma etapa do *brainstorming*). Bender propõe que durante o *brainstorming*, especialmente na primeira experiência dos alunos com a técnica, o professor assuma apenas a função de líder das discussões e eleja um ou dois alunos para registrarem as ideias oriundas da discussão (T<sub>14</sub> da OP de Bender). Propõe ainda que antes do uso da técnica de *brainstorming* seja apresentado um pôster, ou assemelhado, com as características da técnica e as habilidades a serem desenvolvidas/exercitadas por intermédio dela. No entanto, a professora assumiu o papel de líder da discussão, como sugerido por Bender, mas acumulou também o papel de registrar as ideias no quadro e ainda simplificou a discussão sobre a técnica, limitando-se a apresentar uma orientação verbal sobre a mecânica do *brainstorming*.

Essas modificações na técnica, associadas à ansiedade dos alunos no que se refere à formação dos grupos, fizeram com que o desenvolvimento e os resultados da técnica fossem prejudicados. A técnica original exige que os estudantes acrescentem o maior número de ideias possíveis sem perder o foco da proposta central e sem que essas ideias sejam criticadas. Após esse processo segue-se uma etapa em que as ideias propostas são analisadas e, com a anuência dos propositores, são agrupadas quando isso é possível. Na execução do *brainstorming* com toda a turma (previsto em τ<sub>13</sub>) acabou por não ocorrer essa etapa final de análise e a participação dos estudantes acabou se restringindo a poucos alunos. Aparentemente isso ocorreu em função de uma antecipação da divisão da turma em grupos (prevista em T<sub>21</sub>) provocada pela ansiedade dos estudantes e não contornada pela professora em função do acúmulo de funções na técnica.

Logo ao propor a discussão através do *brainstorming* e explicar sucintamente seu funcionamento, um aluno questionou, em tom de sugestão, se a proposta era que a turma toda trabalhasse no desenvolvimento de um único aerogerador. A professora então falou que eles trabalhariam em grupos e que cada equipe desenvolveria um desses artefatos. Isso motivou uma discussão que desviou consideravelmente o foco dos estudantes, mesmo após a discussão ter se encerrado com a argumentação da docente. Visivelmente a preocupação de muitos alunos voltou-se à divisão das equipes comprometendo suas participações no *brainstorming*. O acúmulo por

parte da professora das funções de liderar a discussão e registrar as ideias no quadro, dificultou as tarefas de promover a participação de todos os alunos e de evitar que as propostas dos participantes fossem interrompidas e/ou criticadas durante a etapa de proposição de ideias. Com isso, apesar de boas sugestões terem sido dadas, percebeu-se um certo cerceamento de pensamentos entre colegas, já que, de modo geral, a ideia era compartilhada primeiro com os colegas próximos e, só depois de informalmente aprovada, era apresentada no grande grupo.

Além desses fatos, que podem ser atribuídos à falta de experiência com a técnica, pode-se citar também a ausência da etapa de síntese a ser realizada ao cessarem as sugestões de ideias. Aparentemente a dispersão e barulho dos estudantes, associada à novidade da técnica no contexto aplicado, também contribuiu para a ausência dessa etapa. Possivelmente se as orientações de Bender fossem melhor discutidas na fase de transposição externa e mais fielmente seguidas durante a transposição interna, o *brainstorming* teria envolvido mais alunos e ampliado o alcance das ideias desenvolvidas. A tentativa dos alunos de antecipar a divisão das equipes, por sua vez, não seria evitada, mas poderia ser melhor gerenciada.

Para a divisão da turma em grupos (T<sub>21</sub>), estava previsto apenas a orientação verbal sobre o número de membros e o acompanhamento da divisão das equipes por afinidade. No entanto, a sugestão, por parte dos alunos, de que a turma toda desenvolvesse um único aerogerador exigiu da professora uma reavaliação do planejamento e uma conversa franca com os estudantes, buscando explicitar os motivos da sua decisão. A professora preferiu manter a ideia de quatro grupos justificando que o projeto não demandaria altos valores e que, durante a etapa de planejamento, já havia ampliado o número de membros de cada equipe. Disse ainda que o volume de trabalho proposto não justificaria tantos alunos (turma toda) para a criação de um aerogerador e manteve a divisão em quatro grupos. Embora a docente pudesse simplesmente informar sua decisão aos estudantes, ela preferiu estabelecer um diálogo a fim de que eles entendessem o motivo de sua escolha. Ela poderia ainda conversar com os estudantes e decidir com eles, no entanto, acreditou que naquele momento essa não era a melhor opção por julgar que a escolha deles se pautaria pela facilitação do trabalho e não pela possibilidade de aprendizagem. Com isso, a técnica planejada para a divisão da turma em grupos foi precedida por uma discussão argumentativa com os estudantes, levando à decisão unilateral da professora. Os demais subtipos de tarefas do tipo de tarefa T<sub>2</sub> (planejamento do projeto em equipes) foram implementados de acordo com o planejado, inclusive aqueles cujas técnicas se fundamentaram no guia de planejamento inicial (Anexo 7) inserido no planejamento como uma inovação da docente.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa inicial (T<sub>3</sub>) foi possível identificar situações que seguiram fielmente a previsão inicial (T<sub>31</sub>, T<sub>33</sub>, T<sub>34</sub> e T<sub>36</sub>), outras que sofreram modificações em relação ao planejado como T<sub>32</sub> (Ajudar aos estudantes no desenvolvimento das pesquisas) e a preparação e apresentação de minilições (T<sub>35</sub>). Entre os subtipos de tarefas desenvolvidos de

acordo com o planejamento há de se destacar a valorização do acompanhamento pessoal do trabalho dos grupos ( $\tau_{33}$  e  $\tau_{34}$ ) demonstrada pela docente. As ações de visitas aos grupos foram a atividade docente mais frequente ao longo do período de transposição interna da ABP. A professora, logo após encaminhar as atividades do dia, costumava visitar cada grupo, verificar o andamento do projeto, verificar as possíveis necessidades de cada equipe e orientá-los acerca das tarefas a serem realizadas.

Infelizmente, em grande parte das vezes, era possível perceber um clima de tensão entre os alunos, como se a visita da docente fosse tomada por eles como uma ação de fiscalização e não de orientação. Não se percebeu, no entanto, atitudes explícitas da professora que levassem a essa interpretação, como ameaças ou indicação de desconto de nota. Talvez o fato da professora realizar anotações ao longo da conversa e cobrar a realização de algumas tarefas possa ter gerado essa tensão ou quem sabe o sentimento dos alunos seja reflexo de uma visão distorcida das tarefas do professor, ou mesmo do processo de avaliação, construída ao longo da vida escolar desses estudantes. Na entrevista final com os estudantes essa constatação do pesquisador surgiu na forma de sugestão de que os estudantes tivessem mais liberdade para desenvolver o projeto sem um cronograma de tarefas semanais. Apesar da tensão detectada pelo pesquisador, essa técnica foi a principal forma de acompanhamento do trabalho dos grupos e orientações da professora. Um fato interessante percebido ao longo dessas conversas entre alunos e professora foi o costume da docente de responder questionamentos dos alunos com perguntas do tipo questões-estímulo, o que vai ao encontro da valorização dessa técnica percebida já na fase de transposição externa.

As diferenças em relação ao planejado em  $T_3$  ficam por conta da supressão da *webquest* sobre circuitos elétricos ( $\tau_{32}$ ) e pela modificação da técnica  $\tau_{35}$  em relação às orientações de Bender (2014). A desistência de aplicar uma *webquest* sobre circuitos elétricos foi motivada pelo entendimento tardio, por parte da professora, de que essa estratégia estaria em sobreposição com a minilição sobre o mesmo tema ( $\tau_{35}$ ) o que, frente ao reduzido tempo para a execução do projeto, se mostrou uma opção razoável.

Para Bender (2014) “*uma minilição é uma lição em tópicos, bastante curta, na qual um professor ou um grupo de alunos apresenta uma instrução específica e direta com informações das quais todas as equipes de ABP poderiam necessitar para completar seus projetos (p. 48)*”. A professora não levou em conta essas recomendações nem no que diz respeito à extensão temporal das minilições, nem no que diz respeito à abrangência do conteúdo. Enquanto Bender preconiza que as minilições “... *devem ser altamente focadas em um tópico e muito curtas, não ocupando mais do que 10 ou 15 minutos (p. 48)*”, na prática as minilições ( $\tau_{35}$  e  $\tau_{53}$ ) se estenderam por mais de 90 minutos cada uma. Ao indagar a professora a respeito dessa extensão do tempo, ela argumentou que desconhecia o tempo atribuído por Bender para uma minilição e que as executou baseada no conteúdo que pretendia tratar. Isso fica claro na fala da professora que buscou

comparar o tempo da minilição com o usado na aula tradicional - *“Quanto tempo tu trabalha a parte de circuitos numa sala de aula? Duvido que tu trabalhe num dia só!”*. Ficou claro que, para a professora, o conceito de minilição se estabeleceu a partir da ideia de redução do tempo de discussão de um assunto em comparação com o período de aula usualmente utilizado para tratar desse tema.

**Professora:** *Acho que é pouco tempo trabalhar um dia só. Porque daí tu vai explicar todas as características, né? Do circuito simples, série, paralelo, misto e ainda fazer medidas, eu acho que acaba levando mais tempo. Por isso que eu acho que pra mim ainda é uma minilição.*

Além disso, as minilições apresentadas, em especial a que tratou de circuitos elétricos e medidas de grandezas elétricas ( $\tau_{35}$ ), não foram tão focadas quanto apregoa Bender. Ao discutir os conceitos de circuitos elétricos, por exemplo, focou-se muito mais na forma tradicional de apresentar os conceitos do que propriamente nos circuitos elétricos aplicados à realidade do projeto. Ainda que a minilição tenha ocorrido com atividades práticas no laboratório de Física, pouco diferiu de uma aula experimental tradicional. Embora essa aproximação entre minilição e aula tradicional de certa forma tenha sido usada como um caminho para adaptação dos professores à ABP, especialmente no que se refere à preocupação de não se “dar aula”, é preciso reconhecer que essa medida representou uma profunda modificação em relação ao que Bender prevê. Afinal, ao se referir às minilições, ele diz que *“[...] elas devem ser mesmo uma minilição sobre uma questão ou um problema específico. Também, deve-se fazer todos os esforços para que a apresentação não seja parecida com a aula expositiva ou a discussão protagonizada pelo professor (p. 48)”*.

Essa falta de foco pode ser explicada pela forma como a docente internalizou o conceito de minilição, i.e., a simples redução do tempo e/ou conteúdo de uma lição. Até por isso ela organizou a atividade com foco no conteúdo regular de circuitos elétricos normalmente trabalhado nas aulas tradicionais e não nas demandas específicas do projeto. Embora modificações sejam naturais em um processo de inovação didática, nesse caso não houve ganhos com a alteração. O fato da atividade não ter sido desenvolvida a partir do problema específico que os estudantes vinham enfrentando diminuiu consideravelmente o potencial apoio ao desenvolvimento dos artefatos previstos, bem como a aproximação do conhecimento de Física da realidade palpável para os estudantes.

O tipo de tarefa  $T_4$  prevê a criação e avaliação das apresentações e dos artefatos permitindo uma primeira etapa de desenvolvimento e reflexão sobre esses elementos. Dos três subtipos de tarefas previstos pelo menos dois ( $T_{42}$  e  $T_{43}$ ) não foram desenvolvidos conforme o planejado. No subtipo de tarefa “Orientar a criação e o desenvolvimento dos artefatos” ( $T_{41}$ )

manteve-se o programado, ainda que as orientações no guia de planejamento inicial tenham sido sucintas e generalistas, já que a docente manifestou ter buscado produzir materiais de apoio o mais sucinto possível. Porém ao “Promover e acompanhar a reunião em que os grupos examinarão o seu progresso na apresentação e em cada artefato solicitado” (T<sub>42</sub>), a técnica  $\tau_{42}$  planejada previa o agendamento de uma reunião formal de cada equipe, com participação da professora, a fim de realizar uma avaliação interna dos artefatos, baseada na rubrica disponibilizada pela docente. Na prática, no entanto, essa reunião não ocorreu nem houve um momento de efetiva reflexão da equipe acerca dos materiais já desenvolvidos, ficando a avaliação parcial desses artefatos limitada a conversas informais com a docente. Algumas mudanças de cronogramas por conta de eventos do campus e atrasos por parte dos estudantes tornaram o tempo do projeto ainda mais exíguo, o que acabou atropelando algumas etapas previstas. Há de se destacar que essa reunião representa um ponto chave na proposta de Bender, já que representaria um momento privilegiado da avaliação formativa dentro da iniciativa. Foi possível apurar que a exiguidade de tempo disponível para o projeto, o grande volume de atividades do campus, associados à falta de experiência da docente e dos alunos, foram os fatores motivadores de tal episódio.

No caso de  $\tau_{43}$ , “Disponibilização de questões-estímulo (*questions prompts*) no guia de planejamento inicial e de rubricas de avaliação, desenvolvidas pela professora”, duas modificações em relação ao planejado ficaram muito evidentes durante o período de observação. A primeira foi a supervalorização das breves conversas e *feedbacks* que ocorriam entre os grupos e a professora durante as aulas. Era natural que o apoio personalizado da professora complementasse a disponibilização de questões-estímulo e rubricas, afinal, como verificado por meio de observação e entrevistas com os estudantes, eles não tinham experiência nem com esses instrumentos nem com a avaliação formativa. No entanto, esse apoio foi construído através de conversas e *feedbacks* rápidos e informais que, na maioria das vezes, não davam conta de efetuar uma avaliação eficiente e orientar o trabalho a partir dos resultados dessa avaliação, como prevê a avaliação formativa. Ainda assim, essa estratégia assumiu o papel principal em  $\tau_{43}$ , quando deveria ser usada como técnica complementar às questões-estímulo e rubricas.

A segunda modificação identificada se refere à disponibilização tardia das rubricas, que foram apresentadas aos alunos apenas quatro dias antes da apresentação final do projeto. O planejamento da professora previa a entrega das rubricas aos alunos antes da reunião de avaliação, cerca de quinze dias antes da apresentação final. Esse atraso, associado à ausência da reunião de avaliação dos grupos, acabou por prejudicar consideravelmente o processo de avaliação formativa no projeto. Apesar de que se possa, por impulso, imaginar que esses eventos se limitem à atuação da professora, é preciso considerar outros fatores tais como a cultura escolar que valoriza uma avaliação somativa, a inexperiência dos estudantes com o gerenciamento do tempo e de sua

própria aprendizagem, entre outros fatores que serão retomados e ampliados na resposta da próxima questão de pesquisa.

Uma vez que tenham sido avaliados os protótipos até então desenvolvidos, previa-se uma segunda etapa de pesquisa para preencher as lacunas identificadas (T<sub>5</sub>). Ainda que o processo de avaliação interna do grupo não tenha sido formalmente realizado, foram identificados pontos que necessitavam de complementação, comunicados aos estudantes por *feedback* da professora, ou oriundos de constatação dos membros dos grupos. Nesse sentido, T<sub>51</sub> e T<sub>52</sub> seguiram o planejamento sem modificações relevantes, tendo como técnica fundamental o diálogo direto da professora com os estudantes durante as aulas.

No subtipo de tarefa que previa “Oferecer informações complementares sobre tópicos específicos” (T<sub>53</sub>), a docente convidou um especialista para apresentar uma palestra sobre energia eólica e conversar com os estudantes acerca das dúvidas que surgiram no desenvolvimento de seus projetos. Nesse caso, além de ter extrapolado em muito o tempo previsto por Bender para uma minilição (durou cerca de três horas-aula) a sua necessidade foi antecipada pela docente, não emergindo de uma carência manifestada pelos estudantes como Bender prevê. Apesar disso, é preciso destacar que tal iniciativa foi muito apreciada pelos alunos, tendo considerável impacto positivo nos resultados do projeto, bem como na motivação dos estudantes. Por fim, ao “Solicitar a realização das tarefas individuais ainda não completadas”, (T<sub>54</sub>), identificou-se outra modificação da técnica ligada aos prazos previstos por Bender. O autor prevê que todas as tarefas individuais solicitadas aos alunos sejam completadas durante a segunda etapa de pesquisa. Apesar disso, os alunos do projeto observado puderam entregar tais tarefas até o dia da apresentação final. Tratou-se de uma flexibilização da professora ligada a características de transigência da instituição escolar e também ao período de adaptação dos alunos à ABP.

No tipo de tarefa T<sub>6</sub> previa-se o desenvolvimento da versão final da apresentação e dos artefatos solicitados. Para isso, o planejamento de T<sub>61</sub> pressupõe a orientação da docente na incorporação das informações obtidas em T<sub>5</sub> aos artefatos e à apresentação final. Isso, no entanto, ocorreu, conforme previsto em  $\tau_{61}$ , através de uma conversa direta da professora com cada equipe. Na ocasião, quatro dias antes da apresentação final, a professora dedicou a aula a fornecer breves *feedbacks* às equipes que levaram seu artefato principal, o aerogerador, para a aula. O acompanhamento do processo, associado à entrevista final com a docente, mostraram que a ausência da reunião formal prevista em T<sub>42</sub> criou hiatos que afetaram a execução de subtipos de tarefas posteriores. Nesse sentido, a execução de T<sub>61</sub> de alguma forma se confundiu com o que deveria ter ocorrido em T<sub>51</sub>, afinal sem a reunião as lacunas do projeto não foram adequadamente identificadas, a busca por informações complementares e sua incorporação ao projeto ficaram comprometidas. Ao executar, ainda que parcialmente, o previsto em T<sub>62</sub> todos esses subtipos de tarefas, até então não realizados, vieram à tona quando o tempo disponível já não era suficiente.

Em relação ao assessoramento dos grupos (T<sub>62</sub>) era previsto que ocorresse em uma nova avaliação interna, formalmente estruturada, acerca dos artefatos desenvolvidos. A OP planejada previa que a docente orientasse o processo formal de avaliação que seria desenvolvido com base nas rubricas já disponibilizadas pela professora. Apesar de ter disponibilizado as rubricas e de ter conversado sucintamente com os grupos, o processo de avaliação formalmente estruturado não ocorreu. As reiteradas ausências de momentos formais de avaliação interna das equipes levam o pesquisador a fortalecer a hipótese já discutida, de que existe uma cultura institucional de avaliação somativa, que leva a professora e principalmente os alunos a desvalorizarem as oportunidades de avaliações formativas.

Tal proposição acaba reforçada pela execução de T<sub>71</sub> uma vez que instrumentos previstos para orientar a avaliação formativa (rubricas, caderno de pesquisa e momentos de avaliação interna dos grupos) só foram efetivados por ocasião do encerramento do projeto, perdendo assim, a função formativa a que se propunham. O acompanhamento do pesquisador apontou que as estratégias de avaliação formativa se restringiram, durante a execução do projeto, a *feedbacks* verbais da professora durante as aulas, o que acabou comprometendo o processo de avaliação formativa previsto por Bender para a ABP.

Ainda em T<sub>7</sub> identificou-se que a execução de T<sub>72</sub> seguiu o programado em termos da previsão das datas no guia de planejamento inicial e da existência da apresentação oral dos estudantes, ainda que a data da apresentação tenha sofrido modificação. No entanto, as ações ligadas à exposição dos trabalhos e o convite à equipe diretiva acabaram não se confirmando. A ordem de apresentação dos grupos foi definida pelas próprias equipes que chegaram a um acordo sem a necessidade de intervenção da docente. A infraestrutura da apresentação, por sua vez, foi adequadamente preparada sendo sua organização facilitada pela infraestrutura disponível no campus. Com isso, a atribuição de nota aos estudantes (T<sub>74</sub>) foi obtida por meio de uma média ponderada da avaliação de diferentes instrumentos e artefatos (*webquests*, protótipo do aerogerador com seu poste, manual do aerogerador, caderno de pesquisa e autoavaliações).

Logo após a apresentação final de todas as equipes ter se encerrado, os estudantes naturalmente iniciaram uma conversa envolvendo a turma toda e a professora, que acabou fazendo parte da avaliação final prevista em T<sub>73</sub>. Na ocasião os estudantes discorreram sobre suas opiniões acerca da iniciativa de ABP, apontando pontos positivos e negativos e sugerindo modificações para outras iniciativas de ABP a serem desenvolvidas. Entre essas sugestões estão:

- A possibilidade de que os trabalhos sejam interdisciplinares a fim de que a dedicação a um projeto não comprometa o estudo do conteúdo de outras disciplinas;



- A previsão, dentro do período do projeto, de uma aula de intercâmbio de conhecimento entre os grupos a fim de que fosse possível a troca de informações;
- A concentração de futuras iniciativas de ABP no início do ano letivo, quando os estudantes estão menos sobrecarregados de tarefas.
- A reivindicação de maior autonomia no estabelecimento dos prazos, mais especificamente, a exigência apenas de uma data final;
- A sugestão de que a professora propusesse uma estrutura organizacional para os grupos, indicando funções fundamentais dentro da equipe.

A respeito da solicitação de maior autonomia argumentaram que o cronograma semanal da professora teria causado má vontade para com o trabalho e que por vezes as datas do cronograma não puderam ser respeitadas em função das tarefas de outras disciplinas. Os comentários advindos dessa manifestação apontaram explicitamente que o trabalho efetivo de desenvolvimento dos artefatos do projeto se deram nos dias anteriores à sua apresentação, na famosa última hora. No entendimento do pesquisador, os comentários dos estudantes retrataram uma cultura social de procrastinação reforçada pela já citada cultura de transigência presente no Campus Osório.

Quanto à sugestão de que a professora propusesse uma estrutura organizacional parece ter sido um problema de comunicação. Isso porque foi algo indicado pela professora que, ao que parece, não foi executado pelos estudantes ainda que a orientação estivesse no guia de planejamento inicial. Apesar disso, o pesquisador entende que essa estrutura organizacional é um elemento importante do trabalho colaborativo e que, portanto, pode ser melhor desenvolvido em futuras iniciativas de ABP.

Ao longo das falas dos estudantes ocorreram também manifestações divergentes como o caso em que uma aluna relatou a expectativa de que a professora ensinasse um passo a passo de como montar um aerogerador.

*Aluna: Olha só. Eu acho que não é todo mundo que tem facilidade com isso. Não é todo mundo que sabe como começar. Se eu fosse fazer isso aqui [aerogerador] sozinha, nem ferrando que eu ia conseguir fazer. Porque eu não ia conseguir fazer nada na verdade. Eu não ia saber construir isso [pás do aerogerador], eu não ia saber como ligar as coisas aqui [circuito elétrico], não ia saber nada. Então, fazer assim com o pessoal. Mostrar as partes que tu precisa pra fazer [proposta da aluna] [...], tu precisa da parte pra girar [referindo-se às pás do aerogerador], no caso vertical ou horizontal, precisa do eixo, da redução*

*e tudo isso ligado ao motor [usado como gerador] e à lâmpada. Então talvez mostrar o passo a passo, sabe? Pra gente conseguir fazer sozinho.*

A professora então argumentou a favor da metodologia:

**Professora:** *A ideia é que vocês se deparem com o problema e pensem numa solução pra esse problema. Na vida real as coisas não aparecem com um passo a passo. Às vezes a gente tem que parar e pensar alternativas pra resolver o problema. Então, de certa forma, deixar vocês pensar nesse passo a passo, né? Vai preparar vocês também melhor para problemas reais.*

Na continuação outro aluno se manifestou dizendo que ter que pesquisar isso e propor soluções era exatamente o que ele entendia como a contribuição do projeto com sua aprendizagem.

**Aluno 1:** *[...] A questão de não ter aula sobre isso e explicar, eu achei muito massa por que daí faz com que o aluno pesquise, veja uma coisa, pense porque aquilo tá certo e pesquise mais. Eu acho que isso é o intuito, que devia ser o intuito da escola, que é a pesquisa e o desenvolvimento do senso crítico.*

Nesse sentido, um terceiro aluno relatou que no Ensino Fundamental e até em parte do Ensino Médio eles são incentivados a dependerem do professor, e que esse tipo de proposta exige uma mudança de mentalidade do aluno.

**Aluno 2:** *Acho que tipo um dos problemas que muitas pessoas estão tendo aqui é que a gente não [pausa]. No ensino fundamental e as vezes no Ensino Médio, em uma parte dele, a gente não é [pausa]. A gente não é incentivado a procurar. A gente não é incentivado a fazer as coisas por nós mesmos. Na maioria das vezes tá ali, tem o passo a passo né? E muita gente é ensinada a não gostar da escola. Cresce pensando que professora tem que obedecer, não pode perguntar nada, não pode fazer nada, simplesmente tem que escutar. Então esse trabalho meio que exige também uma mudança de mentalidade do próprio aluno pra realizar ele. Eu acho isso uma coisa muito legal.*

Ao que parece, ele identificou a necessidade da mudança no contrato didático e classificou a proposta como “muito legal” exatamente por oportunizar essa experiência. Ao concordar com a manifestação desse último colega, um quarto estudante manifestou sua satisfação em, frente a um problema, propor uma ideia, construí-la e vê-la funcionando. Esse mesmo aluno, instigado pela professora e recebendo a concordância de vários colegas, afirmou que por meio da

ABP o conhecimento construído não será esquecido tão facilmente como se fosse simplesmente apresentado pela professora.

**Aluno 3:** *Eu queria fazer um adendo. Eu acho que a coisa mais legal no projeto foi a parada tipo assim. Tu ter uma ideia, tu ir lá, colocar tua ideia em prática e funcionar. Mano, tu desenvolver o negócio a partir da tua cabeça e ele funcionar é a sensação mais maravilhosa que eu tive nesse projeto. Porque tu se sente, sei lá, tu se sente bem, tu vê que tu teve uma melhora, tu vê que tu se desenvolveu e te dá gosto pelo que tu tá fazendo. Dá vontade de ir atrás e pesquisar mais coisa. Pelo menos pra mim deu, sabe? [...] É muito bom tu fazer alguma coisa por conta própria e chegar em alguma [algum resultado]. Ver que tu evoluiu.*

Os discentes foram atenciosamente ouvidos pela docente, que estabeleceu um diálogo espontâneo e honesto, convidando-os a expandir suas ideias em um processo de autoavaliação e avaliação pelos colegas a ser desenvolvido na aula seguinte. Esses processos de avaliação seguiram um guia construído e disponibilizado pela docente (Anexo 8). A atribuição de notas (T<sub>74</sub>), por sua vez, fundamentou-se, conforme previsto no planejamento, na média ponderada de diferentes instrumentos utilizados ao longo do projeto ( $\tau_{74}$ ) sem que tenham havido modificações de discursos tecnológicos.

O último tipo de tarefa que previa a divulgação do projeto (T<sub>8</sub>) foi também aquele que representou a mudança mais relevante de toda a análise realizada até aqui. Considerada por Bender como uma das etapas fundamentais da ABP, a publicação ou divulgação do projeto, é tida por ele como uma característica essencial da ABP (Bender, 2014, p.32). Ele chega a afirmar que:

Opções de publicação para os projetos de ABP são praticamente ilimitadas e já foram discutidas anteriormente. Contudo, os professores devem compreender que a publicação do trabalho dos alunos é um componente crucial da experiência da ABP e que eles valorizam esse aspecto mais do que qualquer outro (Bender, 2014, p. 66).

Alguns fatores fizeram com que, já no planejamento, esse tipo de tarefa ficasse restrito a uma divulgação interna ao campus. Entre elas o desconhecimento de uma comunidade carente de iluminação pública na região, a recenticidade da docente no campus e principalmente o tempo exíguo que se tinha para a execução da proposta de ABP. Apesar disso, o tipo de tarefa T<sub>8</sub> foi planejado como uma divulgação externa à sala de aula, supondo inclusive, a potencial aplicação do aerogerador desenvolvido para iluminação do pátio escolar. No entanto, na implementação, nem mesmo essa versão simplificada de divulgação foi executada, denotando uma modificação profunda da proposta de Bender (2014) que, na avaliação do pesquisador, foi prejudicial à motivação dos estudantes, à valorização do trabalho dos alunos e da professora, e a divulgação da metodologia de ensino para a comunidade acadêmica. Na entrevista final a professora concordou que a apresentação final se distanciou do previsto inicialmente e atribuiu o ocorrido à falta de

tempo e ao acúmulo de tarefas do final do ano e admitiu que deveria ter dado mais relevância a esse subtipo de tarefa já que o considera muito relevante. Apontou ainda o entendimento de que o que efetivamente ocorreu em  $T_8$  aproxima-se mais da avaliação interna que deveria ter ocorrido em  $T_{42}$  do que a divulgação de resultados prevista para essa última etapa. Segundo ela, se houvesse tempo hábil ela realizaria uma nova ação referente à  $T_8$ , mas com ampla divulgação conforme o previsto inicialmente.

### **Síntese interpretativa**

O processo de transposição interna da ABP no âmbito das aulas de Física se desenvolveu sem grandes percalços, sem intervenções diretas de membros externos à sala de aula e respeitando as normas escolares vigentes. Os temas de Física previstos foram explorados de forma contextualizada conforme o desenvolvimento do aerogerador demandava, o que impôs um ritmo de desenvolvimento do conteúdo distinto daquele verificado nas aulas tradicionais, mas bem avaliado pelos estudantes. Ainda assim, a análise comparativa entre a OP planejada e as ações implementadas apontou uma quantidade significativa de alterações. Algumas representaram simples supressões motivadas por sobreposições, como no caso da *webquest* sobre circuitos elétricos, enquanto outras representaram modificações importantes no desenvolvimento da proposta como a ausência de momentos formais de avaliação formativa. Entre as modificações relevantes identificadas houve casos em que elas representaram melhorias e casos em que parecem ter influenciado negativamente o resultado da proposta. Entre as de efeito negativo pode-se destacar a ausência do momento de divulgação do projeto, considerado por Bender como fundamental em uma proposta de ABP. Já entre as positivas a extensão do tempo da minilição com o especialista foi a que mereceu destaque em função dos seus resultados junto aos estudantes.

Portanto, como Chevallard (1998) prevê, o conhecimento de referência sofre influências e modificações ao longo do processo de transposição. Tais eventos foram identificados tanto na fase de transposição externa quanto interna. Percebeu-se também que, apesar da vigilância epistemológica empregada, algumas das modificações realizadas atuaram no sentido de modificar profundamente o saber de referência, no caso a ABP de Bender. Em função disso, e também para ampliar o alcance desta tese, são analisadas a seguir os fatores identificados como relevantes para as modificações percebidas, buscando localizá-los na escala de codeterminação proposta pela TAD.

## **6.7 - Questão 4: Em que níveis da escala de codeterminação estão estabelecidas as condições e restrições das duas etapas de transposição?**

Ao longo do estudo da ecologia de um problema didático, isto é, da investigação de porquê as coisas são como são naquele dado contexto e como modificá-lo, Chevallard (2002)

propõe o que chamou de escala de codeterminação (Figura 6.13). Trata-se de uma escala que considera a incidência mútua entre a forma de organizar um determinado conhecimento e a forma de organizar seu processo de ensino e aprendizagem. O princípio fundamental desse dispositivo é que na organização de qualquer processo de ensino são estabelecidas condições que permitem que certos fatos e processos se estabeleçam, por ex., projeto educativo, escolha dos conteúdos a serem ensinados, a constituição de turmas nas escolas, os materiais didáticos, e outros. No entanto, ao mesmo tempo que organizam o processo, podem representar restrições para novas propostas educacionais. Essas restrições podem, portanto, ter origem em níveis mais genéricos, como a própria civilização, ou mais específicos como o tema que será estudado.

Chevallard (2002) destaca a relevância de considerar essas condições e restrições, e conseqüentemente o nível da escala em que se estabelecem, especialmente na construção de novas propostas educacionais, sob pena de construir uma proposta que só funcione no papel.

Na busca e delineamento de novas propostas educacionais se deveria levar em consideração todas estas condições e restrições existentes se não quisermos delinear um conjunto de organizações didáticas “ideais” incapazes de “sobreviver” sob as condições normais de nossos sistemas e que se convertam, como Chevallard (2002, p. 42) denomina, em somente um "mundo no papel" (apud BARQUERO et al., 2014, p. 86, tradução nossa).



Figura 6.13: Escala de codeterminação proposta por Chevallard (2002).

Ao posicionar as restrições nos diferentes níveis da escala de codeterminação da TAD, é possível não só rastrear sua origem e estimar as dificuldades para superá-las, como também agregar informações a fim de construir estratégias eficientes para essa superação. Uma restrição que esteja vinculada à forma como a sociedade, através de suas instituições, entende e organiza um determinado processo de ensino e aprendizagem, possivelmente demandará estratégias distintas e esforço substancialmente maior do que uma que esteja localizada em níveis mais

específicos como a disciplina, por exemplo. Portanto, identificar restrições e localizá-las na escala de codeterminação permite não só compreender a sua origem, como depreender o que é possível modificar no curto e no longo prazo a fim de superá-las.

Nesse sentido, buscou-se elencar as condições e restrições identificados ao longo dos processos de transposição externa e interna da ABP de Bender, definir sua origem e posicioná-los na escala de codeterminação da TAD. Desta forma, se espera avançar na análise da dimensão ecológica do problema didático estudado nesta tese, e obter subsídios para responder à próxima questão de pesquisa que versa exatamente sobre a superação de condições adversas e fomento de condições vantajosas no processo de transposição praxeológica da ABP. Para alcançar tal objetivo, o pesquisador tomou como base as condições e restrições identificadas nas etapas de transposição da ABP de Bender, e já discutidos nas respostas das questões de pesquisa anteriores.

No entanto, como alertam Barquero et al. (2014), “[...] muitas das restrições que surgem nos níveis mais específicos frequentemente podem ser explicadas como consequência de restrições genéricas (p. 6)”. Isso faz com que, na alocação dos fatores na escala de codeterminação, seja sempre necessário considerar a possibilidade de que uma determinada restrição seja identificada em um dado nível, mas seja efetivamente classificada em outro. Possibilita ainda justificar que uma pesquisa local, como a apresentada nesta tese, permita a inferência acerca de níveis de codeterminação mais genéricos como a sociedade ou mesmo a civilização.

São apresentados a seguir os resultados obtidos, bem como breves considerações sobre os fatores identificados, ambos discutidos conforme o período em que foram encontrados (transposição externa ou interna). Ao longo dessa análise foram consideradas condições aqueles fatores que favorecem o desenvolvimento da iniciativa de ABP e restrições aqueles que de alguma forma impediram ou dificultaram sua ocorrência (BARQUERO; BOSCH; GASCÓN, 2013). Para tanto foram considerados os fatores que moldaram ou induziram modificações nas ações planejadas (OP planejada) em relação à proposta de Bender (OP de Bender) ou que influenciaram alterações nas ações implementadas em relação ao que havia sido planejado (OP planejada). São elencados, portanto, fatores com diferentes níveis de relevância uma vez que se optou por citar a todos.

### **Condições e restrições identificadas durante a transposição externa**

A primeira restrição a ser discutida se refere a opção realizada pela professora quanto ao número de estudantes em cada grupo. Embora pudesse trabalhar com grupos grandes, a docente relatou acreditar que tal número de alunos possivelmente deixaria estudantes ociosos dentro da equipe. Por outro lado, menos de cinco alunos em cada grupo poderia onerá-los financeiramente. Isso porque a escola não dispunha de todos os materiais necessários ao desenvolvimento do

projeto nem de uma oficina ou “FabLab”<sup>52</sup> em que os alunos pudessem construí-los a partir de sucata ou materiais brutos. Considerando tais fatos, optou por formar grupos de cinco ou seis alunos. Além disso, essa falta de materiais e de espaço específico também limitou as possibilidades de construção de artefatos, as atividades a serem desenvolvidas em horário de aula e, em algum nível, os encontros extraclasse dos grupos.

Essas duas restrições parecem se localizar em diferentes níveis de codeterminação. A falta de materiais e ferramentas para o desenvolvimento de projetos como o aerogerador parece se localizar no nível da escola, uma vez que se trata de uma estrutura ausente nos *campi* dos IFs que não mantém cursos de áreas que as exijam, como ocorre no Campus Osório. A dificuldade de trabalhar colaborativamente em equipes maiores, por sua vez, parece se posicionar no nível da pedagogia, já que a pedagogia dominante identificada mantém uma concepção individualista do processo de estudo, de forma semelhante ao que ocorre no ensino tradicional, sem desenvolver capacidades de trabalho colaborativo. Essa restrição provocou, ainda, lentidão no desenvolvimento dos projetos, limitou a autonomia dos grupos e sobrecarregou a professora.

A preocupação demasiada com resultados finais (nota, artefatos, etc.) em detrimento das oportunidades de aprendizagem que o processo da ABP oferece, também se destacaram como uma restrição ao longo da transposição externa. Tal restrição parece estar ligada ao nível da pedagogia, já que reflete aquilo que costumeiramente é considerado no processo de avaliação somativa, identificada na pedagogia dominante. Apesar disso, é possível também conjecturar que tal fato possui íntima relação com a compreensão da sociedade do que é ensinar, o que levaria tal fator a constar também no nível de sociedade. Porém, definir se o pensamento social advém da experiência coletiva com uma pedagogia que valoriza mais o produto final do que o processo formativo, ou se é o pensamento social estabelecido que molda essa pedagogia, pode gerar um sistema cíclico de causa e efeito, impedindo assim uma resposta definitiva para a questão.

Como definido anteriormente, entre as restrições há de se citar não só aquelas que impediram determinada ação, mas também as que moldaram decisões ou eventualmente exigiram procedimentos para sua superação. Entre elas, é possível destacar a escassez de verba que o Campus Osório enfrentou no período do estudo, em função dos sucessivos cortes que o governo federal impôs a todas as instituições de ensino dessa esfera. No caso estudado, tal restrição se apresentou por meio da falta de verba para realizar o transporte dos estudantes para a visita técnica agendada pela professora junto ao parque eólico. Felizmente uma parceria com a Prefeitura Municipal de Osório, que cedeu o transporte aos estudantes, permitiu que a ação se realizasse. Há de se considerar neste caso uma restrição localizada no nível da escola, mas com origem na forma

---

<sup>52</sup> Os Fab Lab são espaços de criatividade, aprendizado e inovação acessíveis a interessados em desenvolver e construir projetos. Atuam como laboratórios de fabricação digital sendo vinculados à rede mundial Fab Lab, iniciada no MIT. <http://www.fabfoundation.org>.

como a sociedade, representada pelos seus governantes, organiza as verbas oriundas dos impostos. Portanto, parece possível considerar como uma restrição posicionada no nível da sociedade.

No momento da opção por desenvolver a questão motriz do projeto de forma unilateral ou fazê-lo colaborativamente com os estudantes, a preocupação da docente de que a iniciativa de ABP tratasse dos conteúdos previstos para o período foi preponderante. A professora manifestou repetidas vezes sua preocupação de que o projeto versasse sobre os temas de circuitos elétricos e indução eletromagnética, conteúdos previstos para o período letivo em que ocorreria o projeto. Mais do que a justa preocupação de tratar dos conteúdos previstos, o engessamento da distribuição dos conteúdos, como se a configuração tradicional fosse a única possível, se mostrou uma restrição importante para propostas de ABP. Por tratar-se da forma como os conteúdos são organizados, tal fator envolve todos os níveis mais específicos da escala de codeterminação (domínio, setor, tema e assunto), podendo ser genericamente alocado no nível da disciplina. Ao mesmo tempo, o conteúdo previsto para o período do projeto possibilitou o desenvolvimento de uma questão autêntica contextualizada com as características da região de Osório.

O critério de definição dos grupos de alunos, por sua vez, foi influenciado por dois fatores principais. O primeiro refere-se à dificuldade que os estudantes têm em trabalhar de forma colaborativa uma vez que, como já citado, isso exige capacidades que não são usualmente desenvolvidas pela metodologia tradicional. Ao trabalhar em equipes a impressão que os alunos parecem ter é de que todos os membros do grupo precisam manter estreita relação de amizade, o que faz com que a inserção no grupo de trabalho de um colega externo ao seu círculo de amizade pareça uma tentativa de forçar a criação desse tipo de relacionamento (COHEN e LOTHAN, 2017, p. 41). Tal restrição parece se originar no nível da pedagogia já que se trata de uma característica oriunda principalmente da forma de ensino predominante. Considerando, no entanto, que essa característica é muito presente no dia a dia fora da escola, é possível que sua origem esteja relacionada ao nível da sociedade e que seus efeitos sejam refletidos no nível da pedagogia. O outro fator que influenciou a opção pela formação dos grupos tomando como base a afinidade entre os alunos está vinculado a uma característica própria da instituição escolar investigada. O Campus Osório, como citado na sua descrição, atende alunos de vários municípios, fazendo com que a logística para encontros extraclasse seja dificultada pois vários estudantes utilizam transporte escolar com horários pré-estabelecidos. Portanto, tal condição para o desenvolvimento da ABP no contexto investigado pode ser identificada como tendo origem no nível da Escola.

O uso cada vez maior da internet para as mais diversas atividades, por sua vez, parece ser um fenômeno global, localizando-se, portanto, no nível da civilização. Gradativamente o conhecimento humano vem sendo oferecido de maneira virtual ficando, desta forma, disponível



para consultas *on line*. Tal condição acabou por influenciar as fontes de consulta consideradas pela docente e pelos estudantes. Além da disponibilização de informações de forma virtual, é possível afirmar que os estudantes tiveram acesso facilitado a essas informações, não só pela infraestrutura do campus, como por características da nossa sociedade. O Brasil, por exemplo, não conta com nenhum processo de censura prévia de conteúdo a ser acessado via internet como ocorre em outras nações como a chinesa ou a norte coreana. Embora seja preciso reconhecer que, em termos de sociedade brasileira, há certo cerceamento de caráter socioeconômico a esse recurso, porém isso não se aplica ao caso analisado, em que a escola proporcionava as condições de acesso à internet. Com isso os estudantes puderam buscar artefatos e projetos semelhantes aos que pretendiam desenvolver, ampliando consideravelmente o seu leque de possibilidades. Essa facilidade de acesso às informações fez, inclusive, com que os estudantes desvalorizassem materiais impressos ou mesmo que demandassem relativo esforço, seja para sua pesquisa, seja para sua compreensão, o que configura também uma restrição ao desenvolvimento da ABP.

Ainda que a falta de acesso à internet não represente um fator impeditivo para o desenvolvimento de iniciativas de ABP, já que outras fontes de pesquisa podem ser utilizadas, em função de sua posição em um alto nível da escala de codeterminação, da relevância que assumiu dentro da iniciativa de ABP investigada e das perspectivas do pesquisador sobre a ampliação do uso educacional da internet, pareceu adequada sua citação e a discussão dessas condições e restrições nessa etapa da pesquisa.

A organização acadêmica do Campus Osório, calcada sobre o conhecido tripé Ensino-Pesquisa-Extensão, se mostrou uma condição vantajosa no processo de implementação da ABP no contexto investigado, que se localiza no nível da escola. Além de moldar a definição de algumas estratégias planejadas pela professora, como a inserção do caderno de pesquisa, essa condição fez com que a pesquisa e o desenvolvimento de produtos não fossem novidade para a maioria dos estudantes. Esse arranjo acadêmico, na verdade, produz no campus uma cultura de participação em ações extraclasse, que é muito benéfica para a implementação de ações de ABP, principalmente se estiverem correlacionadas a iniciativas de pesquisa e/ou extensão.

Entre as restrições mais influentes na iniciativa de ABP investigada está o tempo para execução do projeto. Esse fator permeou todo o processo de transposição da ABP de Bender, restringindo e moldando diferentes ações como por exemplo a ausência de uma ação de orientação aos estudantes sobre o uso e avaliação de fontes de pesquisa. Na fase de transposição externa ele foi explicitamente relevante na decisão de simplificar o processo de divulgação dos resultados do projeto. A questão do tempo para execução do projeto está diretamente ligada ao nível da escola, já que não se trata apenas da quantidade de dias entre o início e o final do projeto, trata-se muito mais do tempo que os alunos dispõem para trabalhar nas tarefas da iniciativa. Nesse caso o elemento determinante é a distribuição da carga horária entre as disciplinas e até mesmo as

possibilidades de interação entre essas disciplinas. Afinal, o projeto foi desenvolvido principalmente no horário regular das aulas de Física, e isso é definido pela instituição escolar local.

Ainda tratando das condições e restrições com destacada influência no processo de transposição externa, é preciso citar as crenças e atitudes da docente que se manifestaram, na maior parte das vezes, solidariamente a outros fatores que inclusive já foram discutidos. De forma mais direta, no entanto, as crenças da professora em relação ao modelo tradicional de ensino tiveram especial impacto na forma como as minilições foram planejadas na fase de transposição externa, ainda que tal concepção só tenha ficado clara para o pesquisador na fase de transposição interna. Embora tenha reconhecido explicitamente que na ABP há uma mudança na função do professor quando comparada com a forma tradicional de ensino, as crenças da docente, discutidas na subseção de identificação da pedagogia dominante, não permitiram que ela abandonasse totalmente as aulas tradicionais fazendo com que tomasse as minilições como uma forma de reproduzir tais práticas. Por tratar-se de um fator ligado à mudança do contrato didático nas aulas de Física, pode-se considerar como tendo origem no nível da disciplina, mesmo nível em que as crenças e atitudes da docente se manifestam. Cabe destacar que, como identificado na entrevista inicial e também discutido na subseção de identificação da pedagogia dominante, a professora apresentou atitudes favoráveis frente à possibilidade de inovar sua prática com a inserção de metodologias ativas e em especial a ABP.

### **Condições e restrições identificadas durante a transposição interna**

As primeiras restrições identificadas nessa fase da transposição têm origem no nível da sociedade e da escola e se referem, respectivamente, à desvalorização de uma aula entre um feriado e o final de semana, e à falta de comunicação entre direção geral do campus e professores, e desses com seus pares, sendo ambos aparentemente circunstanciais. O primeiro fator parece estar ligado à valorização de um feriado prolongado em detrimento de uma aula regular, o que a experiência docente mostra ser comum em nossa sociedade e por vezes até reforçado pela ação de profissionais da educação. O segundo se originou em uma indefinição por parte do corpo docente do campus acerca de uma possível paralisação alusiva ao Dia Nacional de Paralisação e Luta<sup>53</sup>. Isso acabou transmitindo aos estudantes a ideia de que as aulas seriam substituídas por atividades vinculadas aos pleitos de professores e técnicos da instituição e, conseqüentemente, desestimulando a presença dos alunos na aula de sexta-feira e retardando o início da proposta.

---

<sup>53</sup> Evento de âmbito nacional organizado por diversas centrais sindicais com o objetivo de denunciar o que avaliam como retrocessos promovidos pelo governo do presidente Michel Temer. Entre essas pautas estavam a iminente entrada em vigor da reforma trabalhista e a tramitação da reforma da previdência.

Por se tratar de uma primeira iniciativa de ABP a inexperiência da professora e dos estudantes também teve papel restritivo que pode ser alocado no nível da pedagogia. Esse fator comprometeu a correta execução da técnica de *brainstorming* na discussão da questão motriz, contribuiu para que a reunião formal de avaliação dos grupos não ocorresse e influenciou a forma limitada assumida na etapa de divulgação dos resultados. Além da inexperiência com a ABP e com a técnica de *brainstorming*, outro fator influenciou o momento de trabalho com essa técnica. Como já considerado pela professora na decisão de dividir as equipes por afinidade e posicionado no nível da pedagogia, a preocupação de formar equipes de amigos e não necessariamente de colaboradores, teve influência negativa na participação dos alunos na discussão da questão motriz.

A falta de experiência associada à exiguidade do tempo para execução do projeto e ao grande volume de atividades do campus, atuaram como restrições para que a reunião formal de avaliação dos artefatos ocorresse. O pouco tempo para o projeto e o grande volume de atividades são fatores localizados no nível de codeterminação da escola. É possível também considerar que a cultura institucional de avaliação somativa, característica da pedagogia dominante, tenha reduzido a importância dada pela docente e pelos estudantes a esta e outras oportunidades de avaliações formativas. Tal fator parece ter origem no nível da pedagogia da escala de codeterminação proposta por Chevallard (2002). Outra característica da cultura institucional, ligada ao perfil de transigência da instituição escolar, parece ter influenciado também a flexibilização do prazo para entrega de tarefas pendentes e contribuído para uma postura de procrastinação por parte dos estudantes, prejudicando o adequado desenvolvimento dos seus projetos. Naturalmente essa característica de transigência da instituição de ensino se localiza no nível da escola,

Uma restrição referida na análise da fase de transposição externa, mas que precisa ser destacada aqui, é a dificuldade na mudança do contrato didático associado às crenças da professora acerca da necessidade de aulas no formato tradicional, cuja origem está estabelecida no nível da disciplina. Embora esse fator possivelmente tenha influenciado o processo de transposição já na fase externa, ele só foi detectado durante a execução das minilições pois, durante o planejamento da iniciativa, não houve o detalhamento de como ocorreriam as minilições. A persistência das características da pedagogia dominante e a consequente dificuldade de mudanças efetivas no contrato didático foram elencadas também como razões para a entrega tardia das rubricas aos estudantes, em relação ao inicialmente planejado. É possível também que a mesma persistência das características da pedagogia dominante tenha condicionado a modificação identificada na etapa de divulgação dos resultados obtidos com o projeto. O costume dos alunos de trabalhar com questões de caráter acadêmico (descontextualizadas e “atomizadas”), dificultou a manutenção de foco na questão central do projeto e em suas questões derivadas, ou como Barquero et al. (2014) escrevem, dificultou que a questão motriz fosse mantida viva.

O Quadro 6.6 sintetiza a localização, na escala de codeterminação, das principais condições e restrições identificadas nas duas etapas de transposição da ABP de Bender para a sala de aula de Física do Campus Osório e o seu impacto junto à iniciativa de ABP. É preciso destacar, no entanto, que de maneira nenhuma os elementos nele citados esgotam os fatores de influência presentes no processo de transposição praxeológica da ABP, ou mesmo que seu alcance e ingerência se restringem aos citados no referido quadro, ou ainda que sejam estáticos ao longo do tempo.

O Quadro 6.6, assim como toda a análise anterior, é um exercício interpretativo desenvolvido pelo pesquisador a partir de seu olhar de observador participante e de sua compreensão do fenômeno investigado. Além disso, a classificação dos diferentes fatores na escala de codeterminação pode sofrer influência de elementos localizados na zona de transição entre níveis ou mesmo por fatores que estando em um nível provocam reflexos perceptíveis em outro. Assim sendo, não é de se estranhar que o mesmo conjunto de dados possa suscitar classificações diferentes. Até por isso o pesquisador se preocupou em apresentar os motivos que o levaram a classificar as condições e restrições citadas nos respectivos níveis na escala de codeterminação.

Quadro 6.6: Condições e restrições das etapas de transposição externa e interna da ABP de Bender distribuídos de acordo com a escala de codeterminação da TAD. (continua)

Nível	Condições Presentes	Impacto na ABP	Restrições	Impacto na ABP
<b>Civilização</b>	Disponibilização em meio virtual de conhecimentos humanos dos mais variados tipos em larga escala;	As fontes de pesquisa consideradas pelos alunos foram as de natureza virtual;	Desvalorização de materiais impressos e não tão recentes, ou daqueles que exijam uma pesquisa mais elaborada;	Livros impressos não foram cogitados como fonte de informação. Trabalhos um pouco mais antigos ou não facilmente encontrados na internet foram ignorados.
<b>Sociedade</b>	Acesso facilitado ao conhecimento humano global por meio da internet;	Os alunos tiveram a possibilidade de buscar artefatos e projetos semelhantes aos que pretendiam construir;	Falta de recursos para o transporte dos estudantes para visita técnica;	Dificultou a ação de introdução da ideia âncora e desencorajou novas atividades externas ao campus;
			Desvalorização de uma aula entre um feriado e o final de semana;	Definiu o adiamento do início da proposta de ABP reduzindo seu tempo de execução;
<b>Escola</b>	Apoio político-pedagógico para a inovação didática; *	Possibilitou oficialmente a execução da proposta e oportunizou à professora o apoio e boas condições para o planejamento e preparação da iniciativa;	Falta de materiais, ferramentas e espaço específico para o desenvolvimento de projetos como o aerogerador;	Limitou as possibilidades de construção de artefatos, as atividades a serem desenvolvidas em horário de aula e em algum nível, o encontro extraclasse dos grupos;
	Infraestrutura geral do Campus Osório (e.g. salas de aula, laboratório de Física e acesso à internet); *	Possibilitou a apresentação dos vídeos com qualidade, o desenvolvimento de aulas práticas no laboratório de Física, o trabalho em ambientes agradáveis e seguros e o acesso qualificado ao universo de informações que a internet representa;	Distribuição de carga horária para a disciplina de Física associada à exiguidade do tempo para execução do projeto;	Restringiu o tempo dedicado em aula ao projeto a três aulas semanais limitando assim o alcance e a autenticidade da proposta uma vez que não haveria tempo para levar a termo a ideia de fornecer iluminação pública a uma comunidade carente;
	Organização acadêmica do Campus Osório baseada no tripé Ensino-Pesquisa-Extensão;	Promoveu previamente uma cultura de participação em ações extraclasse que, por sua vez, possibilitou o engajamento dos estudantes com a ABP.	Atendimento a alunos de diversos municípios da região; Falha na comunicação entre direção geral do campus e professores e desses com seus pares;	Influenciou os critérios de definição dos grupos de trabalho e dificultou os encontros extraclasse dos grupos; Determinou novo adiamento do início da proposta de ABP reduzindo ainda mais o tempo disponível para seu desenvolvimento;

Quadro 6.6: Condições e restrições das etapas de transposição externa e interna da ABP de Bender distribuídos de acordo com a escala de codeterminação da TAD. (continuação)

Nível	Condições Presentes	Impacto na ABP	Restrições	Impacto na ABP
	Professores com formação qualificada, remuneração digna e carga horária de trabalho equilibrada; *	Proporcionou tempo e motivação para que a professora estudasse sobre a ABP, planejasse a iniciativa e a efetivasse junto aos estudantes;	Grande volume de atividades do Campus em função de atividades de diferentes disciplinas e participação dos alunos em eventos externos; Transigência costumeira da instituição escolar quanto ao cumprimento estrito de regras e prazos por parte dos alunos;	Dividiu o foco dos estudantes em várias frentes dificultando uma dedicação adequada ao projeto proposto e contribuiu para que etapas importantes como a reunião formal de avaliação dos grupos não ocorresse; Permitiu aos estudantes uma postura de procrastinação das tarefas prejudicando assim o adequado desenvolvimento do projeto;
<b>Pedagogia</b>	Proposta pedagógica que prima por uma integração curricular voltada a proporcionar ao estudante uma formação integrada que supere as dualidades educacionais (e.g. formação propedêutica ou puramente técnica); *	Subsidiou a motivação principal da proposta de promover a compreensão conceitual dos estudantes a partir de desafios práticos, que concomitantemente proporcionam o desenvolvimento de capacidades sociais e profissionais;	Dificuldade dos alunos em trabalhar de forma colaborativa; Falta do hábito da leitura de textos mais longos; Inexperiência da docente e de seus alunos com metodologias ativas, em especial com a ABP;	Limitou o número de componentes dos grupos e com isso restringiu o alcance dos artefatos a serem desenvolvidos. Ademais, resultou em um progresso mais lento por parte dos estudantes o que limitava sua autonomia e sobrecarregava a professora; Influenciou a composição dos materiais desenvolvidos pela professora, inclusive o guia de planejamento inicial e limitou o aprofundamento dos estudantes no tema do projeto; Comprometeu a correta execução da técnica de <i>brainstorming</i> na discussão da questão motriz, contribuiu para que a reunião formal de avaliação dos grupos não ocorresse e influenciou a forma limitada assumida na etapa de divulgação dos resultados;
			Presença de uma cultura institucional de valorização e prevalência da avaliação somativa em detrimento da formativa;	Reduziu a importância dada pela docente e pelos estudantes a oportunidades de avaliação formativa, impactando negativamente o desenvolvimento dos artefatos bem como os resultados gerais da proposta;

Quadro 6.6: Condições e restrições das etapas de transposição externa e interna da ABP de Bender distribuídos de acordo com a escala de codeterminação da TAD. (continuação)

Nível	Condições Presentes	Impacto na ABP	Restrições	Impacto na ABP
			Valorização de questões com características acadêmicas (isoladas, atomizadas, de curto prazo e sem compromisso com a realidade dos estudantes) em detrimento de questões autênticas;	Dificultou todo o desenvolvimento da proposta, pois a ABP trabalha com problemas autênticos e de longo prazo vinculados a uma questão motriz que conduz as atividades e promove a proposição de questões derivadas. O costume com questões acadêmicas levou os estudantes a constantemente desviar o foco da questão motriz, tratá-la de forma acadêmica e obter resultados mais modestos do que aqueles que seu potencial permitia.
<b>Disciplina</b>	Rotina de trabalhos em grupos; *	Permitiu algumas experiências prévias de trabalho coletivo que exercitaram tarefas de divisão de tarefas e gestão de conflitos;	Resistência a mudanças no contrato didático;	Influenciou a atitude de parte dos alunos que esperavam que a professora apresentasse o conteúdo para que eles então o reproduzissem e moldou a decisão da professora de conduzir a minilição de circuitos elétricos de forma tradicional, focada no conteúdo presente na ementa e não diretamente do problema proposto pela questão motriz;
	Atividades de laboratório; *	Propiciou experiências prévias com atividades práticas e desenvolvimento de artefatos;		
<b>Domínio</b>	Conteúdo discutido na turma e no período do projeto;	Possibilitou o desenvolvimento de uma questão motriz autêntica e contextualizada com as características da região de Osório;	Distribuição tradicional dos conteúdos, como se essa configuração fosse a única possível;	Diminuiu as possibilidades de temas a serem abordados e determinou a opção da professora por desenvolver unilateralmente a questão motriz;
<b>Setor</b>				
<b>Tema</b>				
<b>Assunto</b>				

\* Fatores discutidos na continuidade do texto.

## **6.8 - Questão 5. Como as restrições poderiam ser superadas e as condições vantajosas incentivadas a fim de favorecer o Ensino de Física através da ABP?**

Para que seja possível institucionalizar o Ensino de Física por meio da ABP em um dado contexto é necessário que se estabeleçam algumas condições fundamentais e que algumas restrições sejam superadas. O estudo desenvolvido apontou diversas restrições a serem superadas mas também muitas características a serem incentivadas e valorizadas no contexto do estudo. A seguir são discutidos os elementos identificados como mais relevantes, buscando propor estratégias de valorização das condições vantajosas e superação das restrições para o contexto investigado.

### **Condições Vantajosas**

O primeiro ponto a ser destacado entre as condições vantajosas para o Ensino de Física no campus Osório através da ABP se refere ao apoio político-pedagógico à inovação didática. Esse elemento possui o potencial de impactar diferentes fatores de grande relevância na implementação de novas metodologias tais como o interesse dos docentes na inovação e a autonomia docente necessária para tal modificação, além de possibilitar oficialmente a execução da proposta.

A ausência desse apoio poderia minar, por exemplo, o perfil interessado e dedicado da professora que participou do estudo. Desde o primeiro contato ela demonstrou disposição e interesse na proposta e relatou interesse em novas formas de ensinar Física já que sua pós-graduação não foi na área do ensino de Física. Durante as atividades manifestou suas dúvidas e sempre expôs suas preocupações e desconfianças com a ABP, demonstrando responsabilidade e compromisso com o processo de ensino-aprendizagem de seus alunos.

A professora demonstrou ter um perfil moderado em termos de inovação, o que ficou claro na entrevista inicial em que manifestou que, embora estivesse disposta a conhecer e testar novas metodologias de ensino, mantinha certo ceticismo acerca de seus resultados. Planejou e conduziu a iniciativa de ABP de maneira honesta e responsável, desenvolveu bons materiais a serem usados pelos alunos durante a implementação da ABP e apesar das dificuldades naturais de uma inovação didática, manteve-se coerente aos seus princípios e ao seu objetivo.

Naturalmente esse apoio político-pedagógico não foi o elemento responsável pelo interesse e dedicação da docente. Isso tem profunda relação com o perfil pessoal da professora participante da pesquisa. No entanto, o apoio disponibilizado certamente atuou como um incentivo aos interesses da professora. Apesar disso, é possível ampliar esse apoio através de



ações de incentivo que envolvam o reconhecimento das ações dessa professora, a valorização das suas iniciativas, a divulgação dos resultados obtidos e o estímulo à continuidade do trabalho. Tais ações não exigem necessariamente aporte financeiro ou mesmo grande dispêndio de tempo. Por vezes o reconhecimento público do trabalho, palavras de incentivo e outras ações que fortaleçam o senso de competência, autonomia e pertencimento (RYAN; DECI, 2000) são suficientes para incentivar o(a) professor(a) a continuar inovando.

Aliado a isso, é preciso disponibilizar condições adequadas para que o docente consiga ensinar Física por meio da ABP. Entre essas condições é possível citar algumas que foram identificadas no contexto investigado e que precisam ser defendidas e incentivadas. Entre elas está o incentivo à qualificação, uma justa remuneração e tempo para o planejamento e desenvolvimento das iniciativas de ABP. No contexto do Campus Osório, e dos IFs em geral, os professores costumam ter dedicação exclusiva e contam com tempo e incentivos para o desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa e extensão. Entende-se, no entanto, que é possível ampliar o incentivo à inovação didática especificamente à ABP e outras metodologias ativas de ensino. Partindo das condições gerais supracitadas pode ser frutífero o desenvolvimento de ações prevendo a interação voluntária entre especialistas e potenciais professores inovadores, e até mesmo o desenvolvimento de um programa de assessoramento fundamentado no modelo dialógico proposto por Müller (2017) e utilizado na pesquisa que deu origem a esta tese.

Outro ponto identificado ao longo do estudo empírico desenvolvido, e que merece ser incentivado, é a autonomia docente ofertada aos professores pelo Campus Osório do IFRS. Embora seja necessário registrar formalmente as intenções e ações didáticas a serem desenvolvidas, o que é feito por meio de um plano de ensino construído pelo professor e avaliado pela direção de ensino, não houve restrição quanto à implementação da ABP ou mesmo cerceamento da autonomia docente em nenhum momento. Conforme foi possível averiguar, essa autonomia é garantida inclusive pelos documentos oficiais do IFRS que impõe ao professor alguns regramentos gerais sem impedir ações de inovação didática. Tal fato contribuiu significativamente para que os docentes envolvidos na pesquisa tivessem espaço para experimentar e adaptar a ABP à sua realidade. Embora seja importante não confundir autonomia docente com negligência no acompanhamento das iniciativas, essa autonomia é importante para garantir a adaptação de professores e alunos e para que o docente se sinta seguro para inovar.

Um elemento positivo do Campus Osório, que inclusive moldou algumas das escolhas da professora, é a boa infraestrutura disponível aos professores. Embora não disponha de um espaço criativo nos moldes de um FabLab, o campus dispõe de salas com projetores, mobiliário em boas condições, biblioteca com acervo razoável e espaço para reuniões de grupo e pesquisas na internet. Além disso, possui sala exclusiva para o laboratório de Física, o que compensou parcialmente a ausência do espaço criativo citado, e laboratórios de informática com

computadores para todos os alunos e ótimo acesso à internet. O espaço do laboratório também propiciou atividades práticas de Física prévias à ABP que em algum nível proporcionaram aos alunos experiências de trabalho coletivo e de desenvolvimento de artefatos.

A ABP oferece autonomia aos estudantes para que busquem respostas à questão motriz proposta. Essa liberdade será melhor exercida quanto melhor for a infraestrutura que dê suporte a criatividade e interesse dos estudantes. Certamente alguns projetos não necessitarão, por exemplo, de uma impressora 3D, nem sua ausência impedirá a implementação de uma iniciativa da metodologia. No entanto, acredita-se ser importante que os estudantes tenham acesso à internet, mesmo que através de seus próprios celulares, e de recursos de áudio e vídeo a fim de compartilhar ideias com os demais colegas ou mesmo para as apresentações finais. No caso do Campus Osório a estrutura já é muito boa e pode ser melhorada ainda mais caso seja possível estabelecer um espaço criativo que ofereça ainda mais opções para o desenvolvimento de projetos por meio da ABP.

Além de todos os fatores já citados, é preciso destacar outra característica muito positiva e favorável à implementação da ABP no Campus Osório, o envolvimento dos estudantes com os projetos em desenvolvimento no campus. O Campus Osório mantém uma cultura de desenvolvimento de projetos nas áreas de ensino, pesquisa e extensão com participação remunerada e/ou voluntária de diversos estudantes em cada uma delas. Embora essas ações não representem o uso educacional dos projetos, essa cultura de envolvimento acabou por facilitar a aceitação e engajamento dos estudantes na proposta de ABP apresentada na disciplina de Física.

Essa cultura instituída é também um elemento potencialmente facilitador para a disseminação da ABP no campus, porque essa metodologia possibilita que as ações de projetos, hoje trabalhadas de forma extracurricular, possam ser incorporadas na prática diária da sala de aula. Naturalmente essa incorporação envolve diversos fatores além da potencialidade da metodologia. Uma forma de fomentar essa vantagem talvez seja apresentar a metodologia a professores que costumeiramente se envolvem nos referidos projetos como uma possibilidade para entrosar ainda mais o ensino, a pesquisa e a extensão.

### **Restrições**

Essa cultura de participação em projetos, descrita no final da seção anterior, entretanto, não é suficiente para proporcionar aos estudantes o desenvolvimento das capacidades necessárias para o trabalho colaborativo. As dificuldades para esse tipo de atividade foram identificadas em múltiplas circunstâncias e influenciaram a implementação da ABP desde a fase de transposição externa. Considerando a relevância dada por Bender ao trabalho colaborativo, há de se considerar como restrições ao ensino de Física por meio da ABP não só a ausência dessas capacidades, prevista pela professora antes mesmo da implementação da ABP, como também as oportunidades

de desenvolvimento dessas características não concretizadas ao longo da fase de transposição interna.

Nesse sentido, Cohen e Lothan (2017) alertam para a necessidade de preparação prévia dos estudantes para atividades que envolvam o trabalho colaborativo. Segundo elas:

É um erro assumir que crianças, adolescentes ou adultos saibam como trabalhar uns com os outros de uma maneira construtiva. Existe uma grande chance de que eles não tenham vivenciado um número suficiente de experiências prévias bem-sucedidas em tarefas cooperativas, trabalhando com pessoas que não eram amigos pessoais ou membros da família. Embora muitos estudantes tenham passado por níveis variados de contato com a aprendizagem cooperativa, frequentemente não receberam uma preparação adequada (p. 39).

Como bem destacam Cohen e Lothan (2017), não se pode esquecer que na sala de aula tradicional a maioria das regras e atividades se concentram no comportamento individual dos estudantes. Portanto, um caminho possível para a superação dessa restrição, não só no Campus Osório como em outras instituições de ensino que buscarem a implementação da ABP, talvez seja desenvolver uma etapa de preparação dos alunos para o trabalho colaborativo anteriormente ao trabalho com a ABP. Além disso, é fundamental garantir que as oportunidades de desenvolvimento de capacidades para o trabalho colaborativo que a ABP oferece sejam bem aproveitadas. Para isso sugere-se especial atenção às reuniões de avaliação interna do grupo, à estrutura organizacional estabelecida na equipe, bem como aos possíveis conflitos que possam surgir.

O processo de inovação didática que a transposição praxeológica da ABP promove é bem mais amplo do que um novo algoritmo metodológico a ser seguido. Envolve a modificação das responsabilidades e formas de atuação de alunos e professores, podendo inclusive gerar conflitos com crenças e atitudes desses atores. É compreensível, portanto, que a modificação do contrato didático, exigida pela adequada implementação da ABP, não seja um processo linear em que as antigas concepções e costumes são facilmente abandonadas. Esse conflito não só parece ter influenciado a forma de execução das minilições, como também sugestionado a postura dos estudantes que, acostumados com a estrutura clássica das aulas (apresentação de conteúdo, exercícios, avaliação), tiveram dificuldades em gerenciar seus projetos e exercitar adequadamente a autonomia que lhes era oferecida.

A superação dessa restrição, como também perceberam Barqueiro et al (2014), passa fundamentalmente pelo exercício das atribuições previstas no novo contrato didático, tanto para os alunos (como trabalho em grupos, formulação de questões específicas, redação e defesa de resultados obtidos por meio da pesquisa), quanto para os professores (como atuação como orientador, incentivador da autonomia dos estudantes). O exercício dessas atribuições não se restringe ao trabalho com a ABP, podendo, portanto, ser desenvolvido de forma gradativa, por

meio de pequenas e progressivas ações que podem, inclusive, iniciar antes da iniciativa de ABP. Ações de conscientização da comunidade escolar sobre os benefícios do novo contrato didático em termos do desenvolvimento de capacidades altamente valorizadas na atualidade, também podem contribuir com a suplantação de conflitos oriundos desse processo de transição. Talvez seja possível envolver os docentes interessados em experiências breves com a metodologia ou mesmo desenvolver iniciativas frutíferas de ABP de modo que eles percebam, por meio dos resultados acadêmicos e da motivação dos estudantes, os potenciais benefícios da metodologia.

A existência de um contrato didático a ser modificado parece ser uma das diversas faces de um contexto mais amplo a ser tratado, a pedagogia dominante na instituição. Essa forma de interpretar o que vem a ser ensinar e aprender se materializa por meio das ações de professores e estudantes como discutido na resposta à primeira questão de pesquisa da etapa empírica do estudo desta tese. Esse conjunto de crenças, atitudes e ações podem representar, como no caso investigado, uma série de limitações.

No contexto investigado, por exemplo, a predominância de atividades de responsabilidade individual na vida escolar anterior dos estudantes pode ter contribuído para a dificuldade apresentada por eles nas ações de trabalho colaborativo. Além dessa, outras características da pedagogia dominante foram identificadas como restrições do processo, a saber, a cultura instituída da avaliação somativa e a predominância do trabalho com questões de caráter acadêmico.

Embora tenha lugar no contexto escolar, a avaliação somativa apresenta limitações no que se refere a detectar e corrigir dificuldades e assim orientar o processo de ensino-aprendizagem. Ela promove uma avaliação dos resultados finais do processo e oferece um *feedback* somativo daquilo que foi desenvolvido. Na ABP, no entanto, valoriza-se a avaliação formativa, i.e., aquela que permite ao professor se manter informado ao longo do processo de forma a permitir ajustes conforme as necessidades verificadas. Sendo assim, um contexto em que apenas a avaliação somativa é efetuada pode conduzir professores e estudantes a valorizarem o resultado em detrimento das possibilidades de aprendizagem construídas no decorrer do trabalho. De certa forma esse fenômeno foi identificado na fase de transposição interna uma vez que as sucessivas oportunidades de avaliação formativa foram sistematicamente negligenciadas. Portanto, na busca de melhores condições para o ensino de Física através da ABP, é preciso valorizar os momentos de avaliação formativa e conscientizar a comunidade escolar de sua importância e de como se dá seu desenvolvimento.

Entre as características da pedagogia dominante tipificada foi possível também perceber o foco em exercícios de caráter acadêmico, i.e., atividades “atomizadas”, independentes entre si e desvinculadas da realidade do estudante. A atomização e a independência das questões fazem

com que as atividades desenvolvidas sejam de curto prazo. A desvinculação com a realidade do aluno transmite a ideia de estar tratando de algo distante, abstrato e que pode ser considerado pelo aluno como algo que só existe nos livros textos. No entanto, o que a ABP propõe é exatamente o oposto, ou seja, questões autênticas (conectadas com o “mundo real”), de longo prazo e conectadas entre si pela questão motriz do projeto. Não é de se estranhar, portanto, que os alunos enfrentem dificuldades em manter o foco no objetivo proposto pela questão motriz, afinal não estão acostumados a trabalhar por um longo tempo em uma mesma questão. É fundamental, portanto, que essa característica seja modificada e que gradativamente os estudantes passem a se envolver com questões autênticas e de longo prazo. Para tanto, pode-se inserir a ABP a partir de iniciativas mais curtas, da ordem de semanas e ampliar o tempo do projeto e a amplitude da questão conforme seja percebido o desenvolvimento dos estudantes.

Dentre as diversas restrições já elencadas, possivelmente nenhuma tenha sido tão determinante na proposta investigada quanto o tempo para desenvolvimento da proposta. Apesar de ter envolvido cerca de trinta dias, isso representou 18 horas-aula, incluindo a visita técnica ao parque eólico. Naturalmente os estudantes tinham a oportunidade de trabalhar em horários extraclasse, o que efetivamente ocorreu, ainda que a proposta fosse que eles utilizassem os horários de aula para desenvolver os artefatos e suas pesquisas. Embora não se imagine que todo o trabalho da ABP se desenvolva em sala de aula, está claro que a metodologia prima pelo desenvolvimento das atividades dentro do horário regular de aulas, não se tratando de uma atividade a ser desenvolvida paralelamente ao horário escolar. Nesse sentido é necessário que se tenha tempo disponível para o desenvolvimento das diversas tarefas do projeto. No contexto investigado, a disciplina de Física contava com três horas-aula semanais, o que se mostrou pouco para o desenvolvimento da iniciativa proposta.

Considerando que há limitação de carga horária estabelecida pelo Projeto Pedagógico de cada Curso (PPC) e que não está previsto estabelecer cursos de período integral no Campus de Osório, cada disciplina fica efetivamente limitada à sua própria carga horária. Entre as opções que se tem para superar essa restrição estão a redução do número total de disciplinas do curso e, conseqüentemente, o aumento da carga horária das disciplinas que restarem e/ou o desenvolvimento de iniciativas de ABP de caráter multi ou interdisciplinar. A opção de que as diferentes disciplinas (básicas e/ou técnicas) trabalhem de forma conjunta é, na visão do pesquisador, a mais interessante, não só por não depender de alterações imediatas nos documentos oficiais dos diferentes cursos, mas por proporcionar a oportunidade de uma efetiva integração entre os componentes curriculares dos cursos. Essa integração curricular é um objetivo dos IFs, que têm enfrentado dificuldades de ampla implementação e, portanto, apresenta grande potencial para avanços. Embora esteja prevista nos documentos oficiais e até nomeie a modalidade de curso investigada (Ensino Médio Integrado), a chamada Integração fica limitada, entre outros fatores,

pela necessidade de uma base metodológica para instrumentalizar e, conseqüentemente, ampliar e impulsionar sua efetivação. Essa qualificação da chamada Integração se mostra ainda mais relevante quando se considera os resultados obtidos com esse modelo de educação que, mesmo sem atingir seu amplo potencial, apresenta resultados ótimos de desempenho dos estudantes.

Apesar de não se acreditar na ABP como uma panaceia da educação ou mesmo que ela deva ser a única metodologia de ensino a ser utilizada pelos docentes, é possível que o seu potencial multi/interdisciplinar possa contribuir com essa aproximação entre as diferentes disciplinas. Na verdade, a proposta pedagógica dos IFs de proporcionar aos estudantes uma formação integrada que supere as dualidades educacionais (e.g. formação propedêutica versus formação puramente técnica), vai ao encontro da motivação principal da proposta da ABP desenvolvida, i.e., promover a compreensão conceitual dos estudantes a partir de desafios práticos, que concomitantemente proporcionam o desenvolvimento de capacidades sociais e profissionais. Para explorar esse potencial, no entanto, são necessárias ações que divulguem a metodologia, preparem docentes e discentes, fomentem a interação entre os professores das diferentes disciplinas, entre outros procedimentos que forneçam estrutura para tal integração (e.g., tempo maior para o planejamento, reuniões com os diferentes professores).

Dentre as restrições identificadas neste estudo, está uma que possui estreita ligação com as possíveis adaptações necessárias para a integração curricular almejada nos IFs, a rigidez estrutural da distribuição do conteúdo das diferentes disciplinas. No contexto da Física, e possivelmente na maioria das disciplinas, parece existir uma cultura estabelecida que prevê a organização e apresentação dos conteúdos a partir de um mesmo ordenamento. O Ensino da Física, por exemplo, costuma iniciar pela Mecânica seguindo pelo tema de Termodinâmica, Ondas, Ótica e posteriormente pelo Eletromagnetismo e pela Física Moderna. Essa distribuição de assuntos não é absoluta, mas muito presente na área, sendo encontrada em documentos oficiais de cursos, propostas didáticas e, principalmente, em livros didáticos.

A ABP se propõe a abordar os conteúdos a partir de uma trajetória flexível e compromissada com a questão motriz do projeto. Nesse contexto, é difícil que os conteúdos previstos sigam uma estrutura rígida e pré-estabelecida. Não se trata, entretanto, de defender uma anarquia pedagógica em que não se estabeleçam os conteúdos gerais a serem trabalhados, mas sim uma flexibilização de seu ordenamento e motivação. Alguns livros didáticos como a coleção Quanta Física (MENEZES et al., 2015) já propõem itinerários pedagógicos que não são organizados de acordo com o ordenamento tradicional e sim a partir de temas centrais da Física como o conceito de energia por exemplo. Estabelecer ementas flexíveis que permitam liberdade para os itinerários pedagógicos seria um grande passo na direção de propiciar condições favoráveis para o desenvolvimento e manutenção da ABP.

Embora tenham sido citadas aqui diversas condições e restrições para a inserção da ABP no ensino de Física, percebe-se que não se trata de uma tarefa impossível. Naturalmente muitas são as condições almejadas e consideradas ideais, mas aquelas consideradas mínimas estão ao alcance da maioria dos Institutos Federais. Embora possam exigir mais esforço por parte dos envolvidos, os resultados em termos acadêmicos, motivacionais e de desenvolvimento de capacidades têm se mostrado compensadores (COLE; WILHELM; YANG, 2015; RAPOSO, 2014; SANDERS; FAESI; GOODMAN, 2014; SILVA; BRIZOLLA; DA SILVA, 2013).

A seguir são apresentadas as considerações finais (Capítulo 7) desta tese retomando o processo de seu desenvolvimento, discutindo alguns de seus resultados e apontando possíveis desdobramentos desta pesquisa.





## Capítulo 7 – Considerações Finais

Compreender como aproximar o Ensino de Física, as necessidades formativas da sociedade atual e os objetivos e características de um novo modelo educacional, representado pelos IFs, foi a motivação principal desta tese. A lacuna existente entre academia e sala de aula, associada ao descompasso entre objetivos educacionais e metodologias de ensino empregadas, levou o pesquisador a investigar o tema da inovação didática. Por sua vez, o compromisso como docente de um IF e a crença no modelo de professor pesquisador de sua própria prática, direcionaram a busca por uma metodologia de ensino que atendesse os objetivos da proposta educacional almejada por essa instituição de ensino.

Ao investigar as alternativas metodológicas foi possível perceber que, dentre as diversas metodologias ativas de ensino, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) se destacava tanto na compatibilidade com os objetivos propostos pelos IFs, quanto pelo potencial desenvolvimento de capacidades altamente relevantes na sociedade atual. Sabe-se, no entanto, que o processo de inovação didática é complexo e não representa, ou não deveria representar, a mera reprodução de uma metodologia de ensino oriunda de outro contexto. As diferenças entre a instituição de origem de uma determinada metodologia e a instituição em que ela será inserida como inovação didática exigem que esse corpo de conhecimento (metodologia de ensino) sofra uma transposição, i.e., sofra modificações e adaptações em função do novo contexto. Por outro lado, é importante que essas modificações e adaptações não representem uma degeneração a ponto de descaracterizar a metodologia original.

Em função desses fatores, buscou-se compreender o processo de transposição praxeológica da ABP no contexto das aulas de Física de um IF. Para tanto, foram desenvolvidos dois estudos fundamentados na Teoria Antropológica do Didático, sendo um estudo teórico sobre a ABP e um estudo empírico acompanhando a sua transposição para a realidade da sala de aula.

O estudo teórico tinha como objetivos centrais i) definir um conjunto de concepções e orientações metodológicas sobre a ABP a serem investigadas, já que a literatura não apresentou consenso sobre o tema; ii) verificar a potencial incidência de críticas oriundas da TAD sobre o conjunto de concepções e orientações metodológicas selecionado. Para isso, foi realizado um procedimento de análise das diferentes propostas de ABP identificadas na revisão da literatura. Considerando a disponibilidade e a qualidade das informações sobre cada uma e a compatibilidade entre suas características e as necessidades da pesquisa a ser desenvolvida, elegeu-se a proposta de Bender (2014) como aquela a ser investigada; iii) compreender seus compromissos teóricos, as tarefas previstas, localizar os discursos tecnológicos que justificam as ações propostas, e identificar os construtos destacados nas suas concepções, para assim estabelecer um Modelo Epistemológico de Referência sobre a ABP; .

Na sequência, tomando a análise praxeológica como instrumento metodológico, a proposta de ABP de Bender (2014) teve sua estrutura mapeada buscando responder às seguintes questões de pesquisa:

- Qual a estrutura praxeológica (principais tarefas, técnicas, discursos tecnológicos e teorias) de Bender (2014)?
- Qual o conjunto de tarefas docentes previstas nas iniciativas de ABP propostas por Bender (2014)?
- Quais as características e construtos considerados mais relevantes na proposta de Bender (2014)?

Ao detalhar a estrutura praxeológica da ABP de Bender a partir do *topos* do professor foi possível estabelecer um Modelo Epistemológico de Referência sobre a ABP. Essa análise permitiu também identificar a ABP de Bender como uma proposta equilibrada, aplicável ao contexto desta pesquisa, comprometida com a avaliação formativa, com o desenvolvimento de habilidades de trabalho colaborativo e com potencial inter/multidisciplinar sem, no entanto, abdicar de tratar dos conteúdos disciplinares.

Por fim, buscou-se compreender como a ABP de Bender (2014) se comporta frente às críticas que a TAD tece acerca de problemas didáticos como o monumentalismo e o aplicacionismo. Para tanto foi realizada uma análise comparativa entre a ABP e uma organização didática oriunda da própria TAD, os Percursos de Estudo e Pesquisa (PEP). Tal análise permitiu identificar a ABP como um modelo didático não monumentalista, fundamentado em um paradigma de questionamento do mundo e coerente com as premissas da TAD.

Considerando o Modelo Epistemológico de Referência de ABP, construído no estudo teórico, foi desenvolvido um estudo empírico com o objetivo de investigar o processo de transposição praxeológica da ABP. Tratou-se de um estudo de caso que acompanhou uma professora de Física do Campus Osório do IFRS desde seu primeiro contato com a ABP até a efetiva implementação de uma iniciativa da metodologia em uma das turmas do segundo ano do Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio. Tomando a ABP de Bender como um corpo de conhecimento a ser transposto para uma nova realidade institucional, a investigação foi dividida em três etapas: investigação da fase de transposição externa (Etapa I), análise da pedagogia dominante nas aulas de Física (Etapa II) e investigação da fase de transposição interna (Etapa III). Ao longo desse período buscou-se responder a duas questões de pesquisa gerais:

- Como se dá o processo de modificação da Organização Didática (OD) dominante pela ABP no contexto da disciplina de Física de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia?

- Que condições deveriam ser instauradas e/ou mantidas, e em que nível de hierarquia, para favorecer o ensino da Física através da ABP?

Ao longo da Etapa I foi possível perceber que mesmo professores interessados em inovar suas práticas sofrem com a influência de crenças possivelmente oriundas de sua vivência acadêmica. Isso aponta, na visão do pesquisador, não só a necessidade de muita cautela e sabedoria na condução de um processo de inovação, como também a importância da pluralidade metodológica nas disciplinas dos cursos de formação inicial de professores. Desta forma, talvez a visão acerca do modo de ensinar e aprender possa ser expandida por meio da experiência formativa desses profissionais.

Além da influência das crenças dos professores participantes, a infraestrutura institucional se mostrou bastante relevante nesse processo de transposição externa da APB. Os docentes não só refletiam sobre como cada ação repercutiria junto aos estudantes, como continuamente analisavam a executabilidade das ações propostas por Bender (2014). Nessa análise, fatores como espaço físico, recursos de apoio (e.g. acesso à internet, disponibilidade de projetores) e materiais para o desenvolvimento dos artefatos do projeto eram sempre lembrados. Em um período em que as verbas para educação pública são cada vez mais escassas, é preciso refletir sobre como tais medidas governamentais impactam iniciativas de inovação didática que, equivocadamente, muitas vezes são tidas como empreendimentos que dependem exclusivamente da vontade do professor.

A identificação desses fatores relevantes e de outros como a influência da cultura educacional da comunidade escolar, acabaram por fortalecer a importância da Etapa II do estudo empírico aqui comentado. Nessa etapa, o pesquisador se dedicou a caracterizar a pedagogia dominante na instituição investigada, no caso, as aulas de Física de uma determinada turma do Campus Osório do IFRS. Essa caracterização permitiu compreender as origens de restrições enfrentadas na fase de transposição externa da ABP, bem como projetar restrições que viriam a surgir na fase de transposição interna da ABP.

A investigação desenvolvida nessa etapa apontou que a pedagogia dominante no contexto investigado era caracterizada pela exposição oral, pela ênfase matemática, pelo uso de situações de caráter acadêmico e pela ênfase na resolução de exercícios. Embora essa caracterização esteja metodologicamente restrita ao contexto local e temporal investigado, os depoimentos dos participantes da pesquisa apontam que o perfil metodológico tradicional identificado é bem difundido entre os demais professores da turma, ainda que exceções tenham sido citadas. Há de se ressaltar também que a escolha pela metodologia tradicional não configura por si só demérito a nenhum professor. A crítica que se faz refere-se a sua defesa como única, ou mesmo mais eficiente metodologia de ensino, sem que contexto e objetivos didáticos sejam considerados.

Conhecendo a realidade da pedagogia dominante, deu-se início à Etapa III do estudo empírico em que a iniciativa de ABP planejada na Etapa I foi efetivamente implementada. Algumas condições e restrições já identificadas na Etapa I foram novamente determinantes, além de novos fatores verificados apenas no processo de transposição interna. Dentre todos esses fatores, destacaram-se o tempo para execução do projeto, a resistência à mudança no contrato didático por parte de alguns alunos, o corte de orçamento imposto irresponsavelmente sobre o campus, a falta de espaços criativos, de insumos para o desenvolvimento dos artefatos e de ferramental específico.

A infraestrutura do campus, assim como ocorreu na fase de transposição externa, foi relevante também na fase de transposição interna. As restrições impostas, no entanto, não se referem a elementos tais como internet, salas de aula, laboratórios de informática, que por sinal apresentam boa qualidade. Trata-se de infraestruturas ligadas ao desenvolvimento criativo tais como oficina ou FabLab, onde os estudantes disponham de espaço, ferramentas e orientação para o desenvolvimento de artefatos. A ausência desses itens limitou o trabalho da ABP em horário escolar a questões teóricas e de planejamento. Somou-se a isso a dificuldade de obtenção de transporte para a visita técnica, que só foi viabilizada em função da dedicação da direção do campus e da professora, bem como do apoio da Prefeitura Municipal. Esses fatores estruturais estão ligados a questões históricas do campus e mais recentemente ao corte de verbas imposto aos IFs pelo governo federal.

Além desses fatores também se percebeu a reincidência de fatores ligados à cultura escolar local e ao tempo disponível para execução do projeto. A resistência à mudança no contrato didático está muito ligada à forma como se entende o processo de ensino e aprendizagem. A pedagogia dominante estabelecida prevê um contrato didático bem distinto daquele preconizado na ABP. Essa modificação não é simples e nem ocorre rapidamente, portanto, acabou influenciando as ações desenvolvidas na fase de transposição interna da ABP.

Por fim, há de se citar a restrição imposta pelo tempo para o desenvolvimento da iniciativa de ABP. Naturalmente o estudo de um determinado tema por meio da ABP demanda mais tempo do que a sua apresentação tradicional. Nesse sentido, o tempo, associado ao volume de conteúdos previstos pela ementa da disciplina, foi um limitador importante que pode ser superado com medidas como o trabalho multi/interdisciplinar.

Após mapear as principais condições e restrições das duas fases de transposição da ABP o pesquisador buscou localizá-las na escala de codeterminação proposta por Chevallard. Essa classificação permitiu a identificação do nível de atuação necessário para a superação das restrições e o alcance das condições requeridas para a transposição praxeológica da ABP.

A partir das informações coletadas até então, foram elencadas sugestões para estabelecer condições favoráveis para o desenvolvimento da ABP no contexto investigado. Entre elas estão:

- Incentivo e reconhecimento das ações de inovação didática dentro do contexto da instituição escolar;
- Desenvolvimento de ações que promovam a tomada de conhecimento da ABP entre os professores do campus e troca de informações com aqueles que já têm experiência com a metodologia;
- Reforço da autonomia docente no estabelecimento de ensino;
- Manutenção da infraestrutura existente e criação de espaços de criatividade nos moldes de FabLabs;
- Fomento da cultura instituída de projetos de ensino, pesquisa e extensão, com o uso da ABP como possibilidade de integração desses três pilares;
- Desenvolvimento de ações de preparação dos estudantes para o trabalho colaborativo antes de iniciativas de ABP;
- Ações de conscientização da comunidade escolar sobre as atribuições previstas no contrato didático da ABP;
- Divulgação e fomento de ações de avaliação formativa entre os professores do campus;
- Inserção da ABP de forma gradativa no contexto didático, partindo de iniciativas mais curtas e ampliando tempo e escopo da proposta conforme o desenvolvimento dos envolvidos;
- Planejamento de iniciativas multi/interdisciplinares a fim de ampliar o tempo disponível para as propostas de ABP
- Desenvolvimento de ementas flexíveis que ao mesmo tempo que permitam a liberdade dos itinerários pedagógicos também estabeleçam uma organização mínima dos conteúdos a serem tratados.

Além dessas ações é preciso destacar uma ação fundamental ligada ao período em que esse projeto foi desenvolvido. Mais especificamente nos anos finais desta pesquisa, foi possível identificar um crescimento de procedimentos governamentais que representam ataques ao bom funcionamento do modelo dos IFs, bem como outras instituições federais de ensino. Em nosso estudo tal fato teve como consequência uma restrição relativamente pequena causada pela falta de verbas e classificada no nível da sociedade, qual seja, a falta de recursos para o transporte dos estudantes para a visita técnica ao parque eólico.

Na verdade, essa restrição parece ser apenas uma pequena parte de um problema muito maior ligado a uma agenda governamental de privatizações e desvalorização da educação pública. Sua alocação no nível da sociedade da escala de codeterminação não representa de maneira alguma um entendimento de acomodação em relação ao problema, e sim a identificação do nível em que precisa atuar para mudar essa situação.

Os resultados encontrados nos diferentes estudos conduzidos permitiram não só um delineamento detalhado da ABP de Bender, como também proporcionaram a identificação e compreensão dos principais fatores que permearam o processo de transposição praxeológica dessa metodologia no contexto de um campus de um IF. Ao contrastar as condições e restrições que influenciaram as diferentes fases da transposição da ABP para as aulas de Física foi possível identificar fatores que são comuns a todas elas (e.g. tempo disponível para a iniciativa de ABP) bem como fatores específicos de cada uma (e.g. ausência de materiais e espaços específicos para o desenvolvimento de artefatos). Essa compreensão holística do processo de transposição praxeológica da ABP em um Instituto Federal obtida de forma presencial e concomitante com sua ocorrência, é uma das contribuições inéditas, tanto quanto é do nosso conhecimento, desta tese.

Conquanto a maioria dos resultados obtidos nesta tese esteja vinculada ao contexto investigado, é natural considerar que muitas das condições e restrições identificadas sejam compartilhadas por outras instituições. Nesse sentido, é possível, se não provável, que a relevância da pesquisa desenvolvida, e em especial das ações de superação sugeridas, extrapole os limites do ambiente da pesquisa, contribuindo significativamente com a área de Ensino de Física. Presumivelmente, quanto maior for a semelhança com o contexto de investigação apresentado nesta tese, maior será a probabilidade de que seus resultados possam ser diretamente aproveitados. Dessa forma, sem prejuízos a outras instituições de ensino, esta pesquisa se mostra especialmente relevante para o contexto dos Institutos Federais, ainda que se reconheçam as diferenças entre a realidade dos inúmeros campi que essa rede representa.

Além dos resultados explícitos já discutidos, esta tese traz como contribuição, ainda que de forma implícita, a possibilidade de investigação de metodologias de ensino e de sua implementação por meio da análise praxeológica proposta pela TAD. Embora não tenha sido o objetivo central do estudo essa ferramenta de investigação, bem como a interpretação do processo de implementação da ABP como uma transposição praxeológica, se mostrou viável e frutífera. Tal fato aponta como perspectiva futura de pesquisa o aprofundamento teórico e metodológico da ferramenta e o desenvolvimento de um referencial de trabalho para pesquisadores interessados no estudo da inovação didática.

Outra perspectiva futura de pesquisa que advém dos resultados desta tese é a investigação do desenvolvimento da capacidade de trabalho colaborativo. Ao longo do estudo empírico foi

possível identificar dificuldades dos alunos para trabalharem de forma colaborativa. Apesar disso, a literatura aponta a ABP como uma importante ferramenta para o desenvolvimento dessa capacidade considerada muito relevante na atualidade. Há espaço, portanto, para investigar como diferentes fatores contribuem ou restringem o desenvolvimento dessa capacidade no contexto do ensino de Física promovido pela ABP.

Da mesma forma é possível investigar outras características relevantes e potencialmente desenvolvidas por meio da ABP como a motivação dos estudantes para aprender Física. A experiência docente mostra que não é incomum identificar a falta de interesse dos estudantes na disciplina de Física. Muitas vezes esse desinteresse vem acompanhado do conhecido bordão - “Onde eu vou usar isso na minha vida?”. Sendo a ABP uma proposta que busca trabalhar com questões autênticas, parece interessante investigar de que forma essa característica influencia o interesse dos estudantes no estudo da Física no contexto da educação brasileira. Tal estudo permitiria inclusive avaliar o impacto de sugestões dos próprios estudantes como a solicitação de maior liberdade para montar seus cronogramas ou ainda de mudanças em técnicas de gestão e orientação que foram identificadas como promotoras de tensões.

A alternativa do trabalho multi/interdisciplinar é outra possibilidade a ser investigada no contexto da transposição praxeológica da metodologia. Essa alternativa foi apontada pelo pesquisador como possibilidade para superar a restrição do pouco tempo de aula para o desenvolvimento da ABP e pelos estudantes como alternativa para evitar a sobrecarga de trabalho em função do volume de tarefas das diferentes disciplinas. Demonstra-se promissor, portanto, investigar o processo de ensino e aprendizagem de temas de Física dentro desse contexto, bem como avaliar as novas condições e restrições que surgem a partir do trabalho conjunto de mais de um docente.

Fundamentado na experiência e nos resultados proporcionados por esta investigação, o autor dessa tese acredita que os potenciais benefícios da ABP frente aos desafios impostos à educação moderna, justificam o trabalho adicional exigido dos professores ao longo do período de adaptação à metodologia. Reconhece, no entanto, que a realidade da maioria dos professores do ensino básico é mais difícil do que a experimentada pelos professores dos IFs e que isso pode representar uma restrição importante à difusão da ABP e de outras metodologias ativas de ensino. Nesse sentido, é possível que uma relevante perspectiva de continuidade do trabalho desta tese seja o desenvolvimento de um referencial de trabalho para professores que desejam implementar a ABP em suas aulas.

Para isso é importante que haja ainda mais praticidade e clareza nas orientações acerca do delineamento, execução e avaliação das atividades envolvendo a ABP, mas principalmente que se busque aproximar ao máximo essas orientações da realidade vivenciada por alunos e

professores da educação básica brasileira. Uma alternativa para isso seria expandir a pesquisa desenvolvida nesta tese para outros contextos de interesse e, considerando os saberes docentes dos professores envolvidos (TARDIF, 2014), incorporar ao referencial de trabalho a ser proposto, orientações que considerem ações de superação de restrições e proposições de como obter as condições necessárias para a ABP em diferentes contextos.

Em uma ação mais imediata, seria possível desenvolver ainda um referencial de trabalho da ABP voltado à realidade dos IFs. Para isso, uma alternativa potencialmente relevante seria discutir possibilidades para o desenvolvimento de iniciativas de ABP que explicitamente valorizem a aproximação entre ensino, pesquisa e extensão podendo tais ações darem origem a projetos que obtenham verbas e até bolsas que permitam o envolvimento de alunos interessados no tema do projeto ou mesmo na docência.

Além de todos esses possíveis desdobramentos e continuidades da pesquisa, é possível e relevante, na opinião do pesquisador, que a investigação iniciada no Campus Osório tenha continuidade. Tendo em vista as motivações iniciais e características desta tese, é natural que o trabalho nela iniciado não se restrinja ao período de seu desenvolvimento. Há de se considerar que professores foram mobilizados, interesses foram por eles manifestados, alunos tiveram sua curiosidade despertada e proposições de superações foram apresentadas. Nesse sentido, é natural que se busque dar seguimento à pesquisa trabalhando para que seus resultados tenham relevância prática e não se percam nas prateleiras de uma biblioteca. Na verdade, essa aproximação entre o universo da Pesquisa em Ensino de Ciências e a realidade escolar é um dos grandes desafios que essa área enfrenta atualmente.

Em função disso, se tem como perspectiva de continuidade desta tese o desenvolvimento de uma pesquisa-ação, nos moldes do que propõe Elliott (2005). Com isso seria possível aproveitar a estrutura mobilizada na pesquisa desta tese e acrescer a ela outros membros da comunidade escolar interessados no tema da inovação didática, a fim de avaliar as sugestões elencadas nesta tese, estabelecer novas questões a serem abordadas e buscar, conjuntamente, soluções para esses e outros problemas e desafios da comunidade escolar. Talvez investigar os resultados práticos da ABP como instrumento metodológico para expandir para a sala de aula experiências de sucesso como os alcançados em ações de pesquisa e extensão do Campus Osório (e.g. Miniempresa, Prêmio Respostas para o Amanhã, Prêmio Jovem Cientista). Ou ainda a efetividade da ABP na superação de desafios de integração curricular como a recente proposta de criação de uma disciplina de Introdução à Robótica com multidocência de professores de Física e Informática. Enfim, fazer com que o trabalho iniciado nesta tese tenha continuidade e realmente contribua para a melhoria do contexto investigado, para a qualificação do modelo educacional representado pelos IFs e para a área de Ensino de Ciências.



## Referências

- ANDRADE, R. C. D.; GUERRA, R. B. Tarefa fundamental em um percurso de estudo e pesquisa : um caso de estudo para o ensino da Geometria Analítica Introdução. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 16, n. 4, p. 1201–1226, 2014.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BALDOCK, T. E.; CHANSON, H. Undergraduate teaching of ideal and real fluid flows: the value of real-world experimental projects. **European Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 6, p. 729–739, 2006.
- BARCELOS, N. N. S.; JACOBUCCI, G. B.; JACOBUCCI, D. F. C. Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da feira de ciências “Vida em Sociedade” se concretiza. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 215–233, 2010.
- BARGERHUFF, M. E. Meeting the needs of students with disabilities in a STEM school. **American Secondary Education**, v. 41, n. 3, p. 3–20, 2013.
- BARQUERO, B. **Ecología de la Modelización Matemática en la enseñanza universitaria de las Matemáticas**. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2009.
- BARQUERO, B.; BOSCH, M.; GASCON, J. **Ecología de la modelización matemática : los recorridos de estudio e investigación**. III Congreso Internacional sobre la TAD. **Anais...** Barcelona: 2010. Disponível em: <<http://www.atd-tad.org/wp-content/uploads/2012/05/BarqueroBoschGascon-CITAD-III-2011.pdf>>. Acesso em 05 nov. 2018.
- \_\_\_\_\_. Using Research and Study Courses for Teaching Mathematical Modelling at University Level. **Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education**, v. 5, n. November 2016, p. 2050–2059, 2007.
- \_\_\_\_\_. Los recorridos de estudios e investigación y la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 3, p. 339–352, 2011.
- \_\_\_\_\_. Las tres dimensiones del problema didáctico de la modelización matemática. **Educacion Matemática Pesquisa**, v. 14, n. 2, p. 1–28, 2013.
- \_\_\_\_\_. Incidencia del «aplicacionismo» en la integración de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 1, p. 83–100, 3 mar. 2014.
- BARRON, B. et al. Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem and Project-Based Learning. **Journal of the Learning Sciences**, v. 7, n. 3, p. 271–311, 1 jul. 1998.
- BASU, S. J. Powerful learners and critical agents: The goals of five urban Caribbean youth in a conceptual physics classroom. **Science Education**, v. 92, n. 2, p. 252–277, 2008.
- BATISTA, I.; LAVAQUI, V.; SALVI, R. Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 209–239, 2008.
- BAUTISTA-VALLEJO, J.; ESPIGARES, M. J.; CARRERA, R. M. H. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ante el reto de una nueva enseñanza de las ciencias. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 43–60, 2017.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. 1. ed. Porto Alegre: PENSO, 2014.

BLUMENFELD, P. C. et al. Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. **Educational Psychologist**, v. 26, n. 3-4, p. 369-398, jun. 1991.

BON, C. F.; PEREIRA, A.; MANUEL, J.; MIRAS, C. Una herramienta para el estudio funcional de las matemáticas : los Recorridos de Estudio e Investigación ( rei ). **Educación Matemática**, 2011, v. 23, n. 1, p. 97-121, 2011.

BON, C. F.; PÉREZ, J. G.; LUCAS, C. O. Desarrollo de un modelo epistemológico de referencia en torno a la modelización funcional. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, v. 17, n. 3, p. 289-318, 2014.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

BOSCH, M. et al. **Un panorama de la TAD**. Barcelona: Centre de Recerca Matemàtica, 2011.

BOURDIEU, P.; CHAMBOREDON, J. C.; PASSERON, J. C. **A Profissão Do Sociólogo: preliminares epistemológicas**. 3ª Edição ed. Petrópolis - RJ: Vozes, 1999.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherche en didactique des mathématiques**, v. 7, n. 2, 1986.

CHANG, S.-H.; CHEN, M.-L.; KUO, Y.-K.; SHEN, Y.-C. A Simulation-Based LED Design Project in Photonics Instruction Based on Industry-University Collaboration. **IEEE Transactions on Education**, v. 54, n. 4, p. 582-589, nov. 2011.

CHANG, S. H.; WU, T. C.; KUO, Y. K.; YOU, L. C. Project-based learning with an online peer assessment system in a photonics instruction for enhancing led design skills. **Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 11, n. 4, p. 236-246, 2012.

CHEVALLARD, Y. The didactics of mathematics: its problematic and related research. **Recherches en Didactiques des Mathématiques**, v. 1, p. 146-157, 1980.

\_\_\_\_\_. **La transposición didáctica - del saber sabio al saber enseñado**. 3ª ed. Buenos Aires: Aique, 1998.

\_\_\_\_\_. L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-265, 1999a.

\_\_\_\_\_. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-266, 1999b.

\_\_\_\_\_. **Organiser l'étude. 3. Écologie & regulation**. Actes de la 11 École d'Été de Didactique des Mathématiques. **Anais...**Grenoble: La Pensée Sauvage, 2002. Disponível em: <[http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php?id\\_article=52](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php?id_article=52)>. Acesso em 05 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Vers une didactique de la codisciplinarité Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire**. 2004

\_\_\_\_\_. **Steps Towards a New Epistemology** Proceedings of the 4th Congress of the European society for Research in Mathematics Education, 2006.

\_\_\_\_\_. Readjusting didactics to a changing epistemology. **European Educational Research Journal**, v. 6, n. 2, p. 131-134, 2007.

CHUE, S.; LEE, Y.-J. The Proof of the Pudding?: A Case Study of an "At-Risk" Design-Based Inquiry Science Curriculum. **Research in Science Education**, v. 43, n. 6, p. 2431-2454, 2013.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. Atividades Didáticas de Resolução de Problemas eo Ensino de Conteúdos Procedimentais. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 6, n. 1, p. 87–101, 2011.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A.; NASCIMENTO, T. B. **Resolução de Problemas no Ensino de Física Baseado Numa Abordagem Investigativa**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...**2003

COHEN, E. G.; LOTAN, R. A. **Planejando o trabalho em grupo**. 3ª ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

COLE, M.; WILHELM, J.; YANG, H. Student Moon Observations and Spatial-Scientific Reasoning. **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 11, p. 1815–1833, 2015.

COOPER, H.; HEDGES, L.; VALENTINE, J. **The handbook of research synthesis and meta-analysis**. 2nd. ed. New York: Russell Sage Foundation, 2009.

CORICA, A. R.; OTERO, M. R. Análisis de la dinámica de estudio en un curso universitario de matemática. In: **Un panorama de la TAD**. Barcelona: Centre de Recerca Matemàtica, 2011. p. 605–626.

COSTA, V. A.; ARLEGO, M.; OTERO, M. R. Las dialécticas en un Recorrido de Estudio e Investigación para la enseñanza del Cálculo Vectorial en la Universidad. **Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria**. Vol, v. 8, n. 3, p. 146–161, 2015.

COSTA, V. A.; LANDERRECHE, F.; LERNER, J. C. **El cálculo vectorial en la formación del ingeniero. Una perspectiva de alumnos de los últimos años de las carreras: aeronáutica y civil**. Segundas Jornadas de Investigación y Transferencia. **Anais...**2012

ELLIOTT, J. **El cambio educativo desde la investigación acción**. Madrid: Morata, 2005.

ESPÍN, J. J. C. et al. Identificación de metales y no metales en las atmósferas de las estrellas . Un proyecto de colaboración docente del Instituto de Astronomía y del CCH Naucalpan para el curso de Química I. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 9, n. S1, p. 1–9, 2015.

ESPÍNDOLA, K.; MOREIRA, M. A. Relato de uma experiência didática: ensinar Física com os projetos didáticos na EJA, estudo de um caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 55–66, 2006.

ESPINOSA, T. **Adoção de inovações didáticas no ensino universitário de Física na perspectiva de transposições praxeológicas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

EZQUERRA, Á.; MANSO, J.; BURGOS, M. E.; HALLABRIN, C. Creation of audiovisual presentations as a tool to develop key competences in secondary-school students . A case study in science class . **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology**, v. 10, n. 4, p. 155–170, 2014.

GASCÓN, J. Las tres dimensiones fundamentales de un problema didáctico. el caso del Álgebra elemental. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, v. 14, n. 2, p. 203–231, 2011.

HANSEN, B.; WINSLOW, C. Research and study course diagrams as an analytic tool: the case of bidisciplinary projects combining mathematics and history. In: **Un panorama de la TAD. III Congreso Internacional sobre la TAD**. Barcelona: Centre de Recerca Matemàtica, 2011. p. 685–694.

HAZARI, Z.; TAI, R. H.; SADLER, P. M. Gender differences in introductory university physics performance: The influence of high school physics preparation and affective factors. **Science Education**, v. 91, n. 6, p. 847–876, nov. 2007.

HEIDEMANN, L. A. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores de ensino médio.** Porto Alegre: UFRGS, 2011.

HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. Project-based learning in post-secondary education - Theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, v. 51, n. 2, p. 287–314, 2006.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho: O conhecimento é um caleidoscópio.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HSU, P.-S.; VAN DYKE, M.; CHEN, Y.; SMITH, T. J. The effect of a graph-oriented computer-assisted project-based learning environment on argumentation skills. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 31, n. 1, p. 32–58, 2015.

\_\_\_\_\_. A cross-cultural study of the effect of a graph-oriented computer-assisted project-based learning environment on middle school students' science knowledge and argumentation skills. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 32, n. 1, p. 51–76, fev. 2016.

IVANOV, D.; NIKOLOV, S.; PETROVA, H. Testing Bernoulli's law. **Physics Education**, v. 49, n. 4, p. 436–442, 2014.

JOU, M.; CHUANG, C. P.; WU, Y. S. Creating interactive web-based environments to scaffold creative reasoning and meaningful learning: From physics to products. **Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 9, n. 4, p. 49–57, 2010.

KANTER, D. E. Doing the Project and Learning the Content: Designing Project-Based Science Curricula for Meaningful Understanding. **Science Education**, v. 94, n. 3, p. 525–551, 2010.

KRAJCIK, J.; MCNEILL, K. L.; REISER, B. J. Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. **Science Education**, v. 92, n. 1, p. 1–32, jan. 2008.

LANGBEHEIM, E. A project-based course on Newton's laws for talented junior high-school students. **Physics Education**, v. 50, n. 4, p. 410–415, 2015.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. DE L. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 399–420, 2007.

LLANOS, V. C.; OTERO, M. R. Las funciones polinómicas de segundo grado en el marco de un Recorrido de Estudio y de Investigación ( REI ): alcances y limitaciones. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, v. Septiembre, n. 31, p. 45–64, 2012.

MACHADO, M. A. D.; QUEIROZ, G. R. P. C. A Cultura de Projetos , Construída Via Parceria Escola- Universidade, Contribuindo para a Qualidade da Formação Inicial e Continuada de Professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. nº 1, p. 93–116, 2012.

MACÍAS-GUARASA, J.; MONTERO, J. M.; SAN-SEGUNDO, R.; ARAUJO, Á.; NIETO-TALADRIZ, O. A project-based learning approach to design electronic systems curricula. **IEEE Transactions on Education**, v. 49, n. 3, p. 389–397, 2006.

MARINO, L. A.; CARRERI, R. A.; ALZUGARAY, G. E. Espacios curriculares como organizadores de contenidos en carreras biológicas : aportes desde la Física. **Enseñanza de la Física**, v. 19, n. 1, p. 47–60, 2006.

MARKHAM, T.; LARMER, J.; RAVITZ, J. **Aprendizagem baseada em Projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio.** 2ª ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

- MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- MELTZER, D. E.; OTERO, V. K. A brief history of physics education in the United States. **American Journal of Physics**, v. 83, n. 5, p. 447–458, 2015.
- MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 298–312, 2008.
- MENEZES, L. C. DE et al. **Coleção Quanta Física**. São Paulo: Pearson, 2015.
- MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Sterling: Stylus, 2004.
- MORALES, C. A. C. Enseñanza de la conservación del momento angular por medio de la construcción de prototipos y el aprendizaje basado en proyectos. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 3, n. 2, p. 427–432, 2009.
- MOURA, D.; BARBOSA, E. F. **Trabalhando com Projetos: Planejamento e gestão de projetos educacionais**. 8ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2013.
- MÜLLER, M. G. **Adoção e difusão de inovações didáticas em disciplinas de Física Geral: estudos de caso em duas universidades públicas brasileiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.
- MÜTZENBERG, L. A. Trabalhos trimestrais: uma proposta de pequenos projetos de pesquisa no ensino da física. **Textos de apoio ao professor de Física**, v. 16, n. 6, 2005.
- NOVAK, G.; GAVRIN, A.; CHRISTIAN, W.; PATTERSON, E. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.
- OTERO, M. R. et al. **Recorridos de estudio e investigación codisciplinares a la Física y la Matemática en tres grupos de estudio: profesores en formación, estudiantes de secundaria e investigadores**. V Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias,. **Anais...**2015
- PACHECO, E. M. **Perspectivas da Educação Profissional Técnica de Nível Médio - Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais**. Brasília: Moderna, 2012.
- PARISOTO, M. F.; MOREIRA, M. A.; DRÖSE, B. Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory college physics. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 8, n. 4, p. 1–7, 2014.
- PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 551, 2017.
- PRADO, M. E. B. B. **Pedagogia de Projetos Gestão Escolar e Tecnologias**, 2003. Disponível em: <[http://www.eadconsultoria.com.br/matapoi/biblioteca/textos\\_pdf/texto18.pdf](http://www.eadconsultoria.com.br/matapoi/biblioteca/textos_pdf/texto18.pdf)>. Acesso em 05 nov. 2018.
- QUINTANA-NEDELCO, A.; LLOVERA-GONZÁLEZ, J. J. La Construcción del Conocimiento como Proceso Activo en la Enseñanza. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 3, n. 1, p. 153–157, 2009.
- RAPOSO, W. L. História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 722–738, 12 maio 2014.

- RIVET, A. E.; KRAJCIK, J. S. Contextualizing Instruction: Leveraging Students' Prior Knowledge and Experiences to Foster Understanding of Middle School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 79–100, 2008.
- ROSA, A.; ELISABETH, C.; MARIN, A. Actividad de estudio e investigación para la enseñanza de nociones de geometría. **Revista Didáctica de las Matemáticas**, v. 85, n. marzo, p. 91–114, 2014.
- ROSENFELD, M.; ROSENFELD, S. Understanding teacher responses to constructivist learning environments: Challenges and resolutions. **Science Education**, v. 90, n. 3, p. 385–399, 2006.
- RYAN, R.; DECI, E. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. **Contemporary educational psychology**, v. 25, n. 1, p. 54–67, 2000.
- SANDERS, N. E.; FAESI, C.; GOODMAN, A. A. A New Approach to Developing Interactive Software Modules Through Graduate Education. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, n. 3, p. 431–440, 27 jun. 2014.
- SCHIVANI, M. **Contextualização no Ensino de Física à luz da Teoria Antropológica do Didático: o caso da robótica educacional**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.
- SCHIVANI, M.; BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Aplicações da robótica no ensino de Física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. **Journal of Science Education / Revista de Educación en Ciencias**, v. 14, n. special, p. 32–36, 2013.
- SCHNEIDER, R. M.; KRAJCIK, J.; BLUMENFELD, P. Enacting reform-based science materials: The range of teacher enactments in reform classrooms. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 3, p. 283–312, 2005.
- SCHNITTKA, C.; BELL, R. Engineering Design and Conceptual Change in Science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 13, p. 1861–1887, 2011.
- SHEMWEEL, J. T.; AVARGIL, S.; CAPPS, D. K. Grappling with long-term learning in science: A qualitative study of teachers' views of developmentally oriented instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 52, n. 8, p. 1163–1187, 2015.
- SILVA, L. M.; BRIZOLLA, F.; DA SILVA, L. E. Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Ciências da UFPR Litoral: desafios e possibilidades para uma formação emancipatória. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 237, p. 524–541, 2013.
- STAKE, R. **Estudos de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Seminário sobre avaliação em debate. **Anais...Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ)**: 1982
- \_\_\_\_\_. **The Art of Case Study Research**. Thousand Oaks - CA: SAGE, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Investigación con estudio de caso**. Madrid: Morata, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis - RJ: Vozes, 2014.
- THOMAS, J. W. A Review of Research on Project-Based Learning. **The Autodesk Foundation**, p. 1–45, 2000.
- TUYAROT, D. E.; ARRIASSECQ, I. Enseñanza de la física universitaria a través de proyectos : el motor de Stirling. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 27, n. Extra, p. 447–452, 2015.

VENVILLE, G.; SHEFFIELD, R.; RENNIE, L. J.; WALLACE, J. The writing on the wall: Classroom context, curriculum implementation, and student learning in integrated, community-based science projects. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 8, p. 857–880, 2008.

WEIZMAN, A.; SHWARTZ, Y.; FORTUS, D. The Driving Question Board. **The Science Teacher**, v. 75, n. 8, p. 47–55, 2008.

WESTBROOK, R. B.; TEIXEIRA, A. **John Dewey**. Recife: Editora Massangana, 2010.

WINSLØW, C. Anthropological theory of didactic phenomena: Some examples and principles of its use in the study of mathematics education. **Association for Research in Mathematics and Science Education**, n. 1983, p. 1–20, 2011.

WINSLOW, C.; MATHERON, Y.; MERCIER, A. Study and research courses as an epistemological model for didactics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 83, n. 2, p. 267–284, 2013.

YANITELLI, M.; SCANCICH, M.; PALA, L. Análisis de propuestas didácticas que incorporan gráficas cartesianas. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 27, n. Extra, p. 17–25, 2015.

ZANARDI, D. C. **A análise praxeológica de atividades experimentais subsidiando a elaboração de situações-problema no ensino de Física**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

ZÔMPERO, A.; LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. n. 3, p. 67–80, 2011.

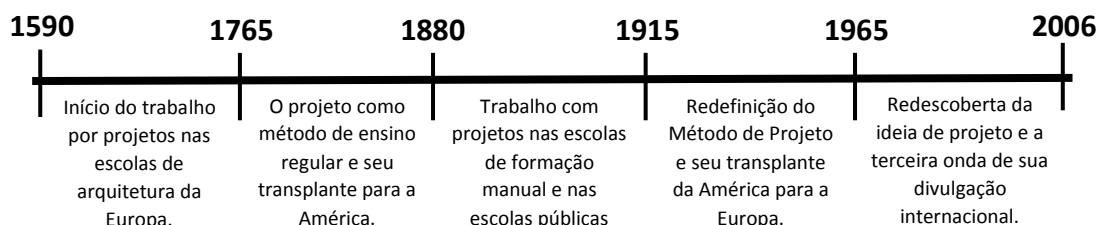




## Apêndice A: Trajetória histórica da ABP

A origem do trabalho educacional com projetos costuma ser remetida ao Ensino por Investigação ou *Inquiry*, que por sua vez foi fortemente influenciado pelas ideias do filósofo e pedagogo americano John Dewey (DEWEY, 1899; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Nessa versão histórica cita-se ainda William Heard Kilpatrick, considerado por muitos o pai da Pedagogia Baseada em Projetos (QUINTANA-NEDELCO; LLOVERA-GONZÁLEZ, 2009).

Embora essa seja a origem mais reportada para o uso educacional de projetos, Knoll (1997) considera que o trabalho com projetos teria iniciado no final do século XVI, em escolas de arquitetura da Europa, sendo posteriormente transplantado para a América, onde foi inserido sucessivamente em cursos de Engenharia, na Escola de Formação Manual e nas escolas primárias. Após isso, o método de projetos teria sido redefinido por Kilpatrick e levado de volta para a Europa sob influência dessas redefinições. Por fim, teria ocorrido uma redescoberta da ideia de projeto e uma nova onda de divulgação internacional que se estende até o presente momento. A Figura A1 mostra a cronologia defendida por Knoll (1997).



**Figura A1:** Cronologia dos projetos defendida por Knoll (1997, p. 2).

Enquanto alguns autores atribuem a Dewey a origem do método de projetos, Knoll (1997) o apresenta como participante de uma discussão a respeito desse método. A versão de Knoll (1997) não nega a influência de Dewey e Kilpatrick, mas dá-lhe uma nova interpretação, afinal “a percepção de que a aprendizagem através de projetos começou trezentos anos mais cedo do que é normalmente assumido abre novas perspectivas para a sua interpretação” (KNOLL, 1997, p.2).

Segundo Knoll (1997), em 1879 é fundada a Escola de Formação Manual em St. Louis (EUA), onde foi implementado o chamado “Sistema Russo de Instrução”. Nesse sistema, os alunos primeiramente passavam por uma série de exercícios básicos, aprendendo o uso de ferramentas e técnicas e ao final de cada unidade de ensino recebiam tempo para desenvolver e realizar seu projeto.

Dewey, no entanto, acreditava que a “construção” do projeto não deveria ser o objetivo final do processo educacional, mas sim, o momento da aprendizagem. Portanto, a “instrução” não deveria preceder o projeto, mas estar integrada a ele (KNOLL, 1997, p.4). É nesse ponto, em

meados de 1915, que as duas visões históricas se encontram, apesar de divergirem nos detalhes. Nesta época Dewey era o grande nome do movimento chamado de Escola Nova nos Estados Unidos, que buscava uma renovação no ensino e entre suas premissas, a oposição ao modelo tradicional de transmissão de conteúdos descontextualizados e sem significado para os alunos. Como alternativa ao modelo tradicional Dewey teria sistematizado a Pedagogia de Projetos, sendo Kilpatrick o responsável pelo seu encaminhamento metodológico e sua popularização na primeira metade do século XX (OLIVEIRA, 2006).

Na verdade, o que Kilpatrick fez foi redefinir o conceito de projeto tomando como base a teoria da experiência de Dewey, ou seja, “defendia que as crianças adquiram experiência e conhecimento pela resolução de problemas práticos, em situações sociais” (OLIVEIRA, 2006, p. 9).

Kilpatrick tomou então a psicologia da criança como elemento crucial no processo de aprendizagem defendendo que sua motivação e o sucesso de sua aprendizagem aumentaria na medida em que perseguisse seus próprios objetivos (KNOLL, 1997, p. 5). Isso, associado à influência da psicologia da aprendizagem de Edward L. Thorndike (MELTZER; OTERO, 2015, p.449), levou Kilpatrick a defender que “as crianças tinham que ser capazes de decidir livremente o que queriam fazer.” (KNOLL, 1997, p. 5). Essas ideias associadas fizeram com que redefinissem o projeto como um ato proposital genuíno. Essa definição não só permitia que praticamente tudo que fosse feito propositadamente pela criança pudesse ser considerado um projeto, como estabelecia o projeto como um empreendimento apenas do aluno e não uma iniciativa conjunta do professor com o aluno. Essa definição gerou resistências e críticas inclusive de Dewey (KNOLL, 1997, p. 5; OLIVEIRA, 2006, p.9).

Dewey defendia que um projeto deveria ser uma iniciativa conjunta da criança com o professor. Para ele, as crianças precisam do auxílio de um professor para garantir o processo contínuo de aprendizagem e crescimento. Além disso, discordava de Kilpatrick quanto à definição de projeto como uma atividade intencional. Segundo ele “um propósito genuíno começa com um impulso, mas difere-se de um impulso original e de um desejo através da sua transformação em um plano e em um método de ação”. (DEWEY, 1938, p. 43 apud KNOLL, 1997, p.6). Portanto Dewey, bem como os principais educadores americanos, mantiveram a ideia tradicional de projeto rejeitando a concepção mais ampla defendida por Kilpatrick (KNOLL, 1997, p.6).

Essas críticas geraram um efeito de amortecimento na popularidade do método de projeto. No entanto, a visão ampla do Método de Projetos, defendida inicialmente por Kilpatrick, já havia sido disseminada em diversos países da Europa e da América Latina. Por volta de 1920 os projetos passaram a ser divulgados junto a educadores russos e em 1930 já era considerado por alguns deles como o método democrático de ensino. Neste período o Método de Projetos ainda estava

muito relacionado com a formação profissional e decisões políticas da então União Soviética impediram a sua adoção como metodologia oficial, ocasionando uma parada abrupta das discussões sobre o tema (KNOLL, 1997, p.7).

As ideias de Dewey e Kilpatrick ficaram “congeladas” após a Segunda Guerra Mundial em função do progresso do condutismo e da psicomетria, bem como em razão da nova situação socioeconômica mundial (HERNÁNDEZ, 1998, p.69). No final da década de 60, as discussões sobre projetos são retomadas na Europa, especialmente na Alemanha onde se concentrou a maior parte desses debates. Apesar da Alemanha ser o centro das discussões, países do norte europeu também participaram delas. A Dinamarca foi um desses países, formando-se lá uma tradição na Pedagogia de Projetos aplicada ao ensino das engenharias. Neste país, na década de 70, foram criadas duas universidades que implementaram e institucionalizaram os princípios da Pedagogia de Projetos mostrando que o modelo era viável (GRAAFF; KOLMOS, 2007).

Também na década de 60, com o sucesso nos Estados Unidos das ideias de Piaget sobre o desenvolvimento da inteligência e sobre o papel da aprendizagem de conceitos, o uso dos projetos é retomado sob o nome de Trabalho por Temas. Motivado pelo questionamento sobre que conceitos ensinar e como selecioná-los, Bruner propõe “[...] que o ensino deveria centrar-se em facilitar o desenvolvimento de conceitos-chave a partir das estruturas das disciplinas.” (HERNÁNDEZ, 1998, p. 69). Sendo assim, os projetos, ou o trabalho por temas, se tornaram uma alternativa para levar essa proposta para a sala de aula.

Apesar disso, a proposta de Bruner dava margem a questionamentos a respeito de alguns aspectos desse enfoque do currículo: o fato das diferenças entre disciplinas não ser levado em conta, o fato de que diversas ideias-chave não serem facilmente representadas e nem os alunos serem capazes de compreendê-las sem uma base organizada de conhecimentos (HERNÁNDEZ, 1998, p. 71).

Na década de 80, ocorre a revolução cognitiva na forma de compreender o ensino e as mudanças na concepção sobre o conhecimento. Esses fatos, associados à nova situação da economia mundial, levam a uma série de mudanças na educação escolar e fazem com que os projetos novamente sejam objeto de interesse.

As mudanças do período dão força a aspectos como a visão construtivista sobre aprendizagem, o contexto da aprendizagem, a importância da participação e da interação entre alunos e desses com a comunidade, a relevância das estratégias metacognitivas no processo de aprendizagem, entre outros. Todos esses fatores ressaltam a natureza complexa e não linear do processo de aprendizagem e apontam para os projetos como uma peça central da filosofia construtivista na sala de aula (HERNÁNDEZ, 1998, p.72). Afinal:

Aprender a pensar criticamente requer dar significado à informação, analisá-

la, sintetizá-la, planejar ações, resolver problemas, criar novos materiais ou ideias, [...] e envolver-se mais na tarefa de aprendizagem. (BRUNER, 1919, p. 10 apud HERNÁNDEZ, 1998, p. 72).

Na década de 90 do século passado esse processo se amplia e algumas publicações fortalecem ainda mais a ABP, fundamentando-se em resultados de pesquisas e de experiências de sucesso. Podem ser citadas aqui a experiência da escola Pompeu de Fabra, descrita por Hernández e Ventura (1998), a relação entre a ABP, a motivação e a tecnologia apresentadas por Blumenfeld et al. (1991), entre outros.

Esse interesse só cresceu desde então, sendo fortalecido pelas constantes inovações tecnológicas e pela compreensão cada vez maior sobre a cognição humana. Também contribuem para o crescente interesse pela ABP o fato das características esperadas do cidadão do presente século irem ao encontro do que essa metodologia pode oferecer.

Além desses autores cuja relevância é sempre lembrada no uso educacional dos projetos, existem outros que tiveram contribuição relevante. Podem ser citados Ovide Decroly, na França, que criou os “Centros de Interesse”; Maria Montessori, na Itália; Celestin Freinet, na França, que protagonizou a Pedagogia de Projetos, entre outros não citados aqui (OLIVEIRA, 2006). Há de se fazer referência também à grande influência dos autores ligados à origem e ao desenvolvimento do construtivismo, já que orientaram um grande desenvolvimento na ABP.

## **Apêndice B: Roteiro da entrevista inicial com a professora de Física**

### **1º Eixo de Investigação: Trajetória Profissional.**

#### **1. Qual a sua formação?**

- 1.1. Qual o curso? Qual a Instituição? Qual o ano da colação de grau?
- 1.2. Fez pós graduação? Qual a Instituição? Defendeu quando? Qual a área e o assunto?

#### **2. Como foi sua trajetória como professora (ênfase nos IFs)?**

- 2.1. Começou a trabalhar em IFs quando e onde?
- 2.2. Em quais campi já trabalhou?
- 2.3. Em que níveis de ensino já lecionou e para quais cursos?

#### **3. Como é ser professor nos IFs?**

- 3.1. Quais são, na sua opinião, os principais desafios do professor de Física do IF?
- 3.2. Quais são os pontos mais difíceis dessa posição?
- 3.3. Você considera que a instituição te oferece todo o apoio necessário para exercer sua função?
- 3.4. Você vê algum ponto em que o teu trabalho poderia ser ainda melhor do que é hoje?
  - 3.4.1. O que precisaria para isso?
  - 3.4.2. Como o IF podia te ajudar nesse ponto?
- 3.5. Qual a sua opinião sobre os estudantes dos IFs?
  - 3.5.1. Pontos positivos e negativos;
  - 3.5.2. Como costuma ser sua relação com os alunos?
- 3.6. Como você avalia o fato de conviver com professores de áreas tão diversas como encontramos nos IFs?
  - 3.6.1. Você costuma ter uma boa relação com todos?
  - 3.6.2. Como costuma ser a tua relação com os professores da tua área (Física)?
    - 3.6.2.1. Trabalham individualmente?
    - 3.6.2.2. Propunham ações conjuntas?
    - 3.6.2.3. Trocavam ideias e experiências?

### **2º Eixo de Investigação: Crenças.**

#### **4. Visão sobre o Ensino de Física:**

- 4.1. Na sua opinião, como deve ser uma boa aula de Física?
- 4.2. Você conseguia ministrar esse tipo de aula nos campi onde passou?
- 4.3. Como os IFs colaboravam ou atrapalhavam para que você conseguisse dar esse tipo de aula?

### **3º Eixo de Investigação: Atitudes.**

#### **5. Visão acerca das metodologias ativas de ensino:**

- 5.1. Você já teve algum contato com metodologias ativas de ensino?
  - 5.1.1. Qual? De que forma ocorreu?
  - 5.1.2. Já utilizou alguma nas suas aulas?
    - 5.1.2.1. Como foi a experiência?
    - 5.1.2.2. O IF te apoiou nessa iniciativa?
- 5.2. Qual a sua opinião acerca das metodologias ativas de ensino?
  - 5.2.1. Possuem vantagens? Possuem desvantagens?

- 5.2.2. São aplicáveis à realidade dos IFs? Por quê?
- 5.2.3. Você usaria nas suas aulas? Por quê?
- 5.2.4. O que precisaria mudar para que elas fossem mais utilizadas nos IFs?

**6. Visão sobre a ABP:**

- 6.1.** Qual a sua opinião/impressão em relação à ABP?
  - 6.1.1. Já teve contato com a metodologia? Qual e de que forma?
  - 6.1.2. Já utilizou em suas aulas? Como foi?
  - 6.1.3. É aplicável nos IFs? Por quê?
  - 6.1.4. Você se sente/sentiu apoiada pelo IF para trabalhar com a ABP?

## Apêndice C: Roteiro da entrevista final com a professora de Física

A entrevista final foi composta por duas partes realizadas em diferentes momentos, após o encerramento da iniciativa de ABP. O primeiro momento foi composto por uma validação da organização praxeológica planejada, e o segundo uma entrevista semiestruturada com vistas a dirimir dúvidas específicas da análise dos dados e sondar as crenças atuais da professora acerca das metodologias ativas e em especial sobre a ABP.

Na primeira parte todo o planejamento foi repassado com a professora buscando identificar as ações realizadas, os objetivos de tais ações e os motivos que levaram a docente a escolher aquela determinada ação. Em outras palavras, foram discutidos com a docente todos os tipos e subtipos de tarefas, as técnicas e os discursos tecnológicos da OP Planejada. Para essa validação, além dos questionamentos que surgiram ao longo do processo, a professora foi convidada a preencher uma tabela semelhante ao quadro C<sub>1</sub>.

Quadro C<sub>1</sub>: Tabela de validação da organização praxeológica planejada.

<b>Etapa</b>	<b>O que pensamos fazer?</b>	<b>Como pensamos fazer?</b>	<b>Por que pensamos fazer assim?</b>
T <sub>1</sub> – Introduzir o projeto			
T <sub>2</sub> - Planejar o projeto em equipes			
T <sub>3</sub> – Desenvolver a pesquisa inicial			
T <sub>4</sub> – Criar, desenvolver e avaliar a apresentação e os artefatos			
T <sub>5</sub> – Desenvolver a segunda fase de pesquisa			
T <sub>6</sub> – Desenvolver a versão final da apresentação e dos artefatos			
T <sub>7</sub> – Avaliar o projeto e os alunos			
T <sub>8</sub> – Publicar o projeto			

Na segunda parte foram dirigidas à professora questionamentos ligados às ações executadas por ocasião da implementação da iniciativa de ABP e sobre os motivos que a levaram a tais escolhas. Desta forma buscou-se não só validar as interpretações do pesquisador acerca da etapa de execução da ABP como também dirimir dúvidas sobre o processo e obter dados complementares para a pesquisa. A entrevista se delineou a partir dos seguintes questionamentos:

### **1º Eixo de Investigação: técnicas utilizadas e suas tecnologias.**

1. Foi possível perceber que boa parte das ações iniciais do projeto foram guiadas pelo guia de planejamento inicial e que ele, apesar de compacto, uniu diferentes estratégias didáticas e assumiu grande relevância na proposta? Por que você escolheu esse instrumento e qual a importância que você deu a ele?
2. Outra estratégia bastante utilizada por você foi a apresentação de vídeos aos estudantes. Que fatores te levaram a usar essa alternativa e por que você julgou que essa era a melhor opção nesses casos?
3. Ao longo da proposta você utilizou rubricas de avaliação, *webquests* e o caderno de pesquisa como alternativas de avaliação. De onde surgiu a ideia de usar esses instrumentos e por que foram os escolhidos?

### **2º Eixo de Investigação: modificações executadas.**

4. Logo no início da execução da iniciativa de ABP ocorreram problemas externos que fizeram com que em duas aulas contassem com poucos alunos presentes exigindo o adiamento da implementação. Na segunda ocasião você apresentou aos presentes um documentário sobre a história da eletricidade. Você considera que essa aula fez parte do projeto ou você aproveitou o vídeo que já tinha sido passado para a outra turma e utilizou a oportunidade para comentar sobre o que eles viram a estudar no projeto?
5. Bender propõe que em casos de necessidade podem ser realizadas ao longo do projeto minilições acerca de assuntos demandados pelos alunos. Você planejou de antemão a execução de uma minilição (circuitos elétricos e medidas elétricas) além de outras que se mostrassem necessárias. O que te levou a executar as duas minilições ao longo do projeto e por que utilizou os formatos de aula de laboratório e palestra com o especialista? Por que foi dedicado a elas o tempo de dois ou três períodos cada uma?
6. Bender se preocupa com a adaptação dos estudantes com a ABP e até sugere que se necessário os estudantes podem ser incentivados a trabalhar em duplas no começo. Você optou por acompanhar essa adaptação através de visitas periódicas aos grupos sem promover necessariamente o trabalho em duplas, por quê?



7. Os prazos para entregas das tarefas como planejamento inicial e as *webquests*, apesar de inicialmente estipulados com os estudantes, foram flexibilizados ao longo da iniciativa. Quais os motivos que te fizeram flexibilizar os prazos?
8. No teu planejamento estava prevista uma reunião formal com as equipes para avaliar internamente uma primeira versão da apresentação e do aerogerador. Você concorda que essa reunião acabou não ocorrendo? Por quê?
9. A divulgação dos resultados era uma etapa importante da ABP e havia sido previsto que ela seria feita de modo a atingir a comunidade de todo o campus incluindo outros colegas e a direção. No entanto ela ficou restrita à turma. Por quê?

### **3º Eixo de Investigação: visão sobre metodologias ativas e sobre a ABP.**

10. Como você vê as metodologias ativas de ensino e em especial a ABP hoje em dia?
11. Você chegou a aplicar a ABP outra vez nas suas aulas? Por quê?
12. Pretende usar a ABP num futuro próximo? Você vê vantagens que justifiquem o uso dessa metodologia?



## Apêndice D: Roteiro da entrevista final com os estudantes

Grupo ( ): \_\_\_\_\_

Nomes:

- A. \_\_\_\_\_
- B. \_\_\_\_\_
- C. \_\_\_\_\_
- D. \_\_\_\_\_
- E. \_\_\_\_\_
- F. \_\_\_\_\_

1. O que vocês acharam das aulas dessas últimas semanas em que vocês trabalharam no projeto do aerogerador?
2. Vocês já tinham participado de aulas neste formato de desenvolvimento de um projeto durante o horário regular de aulas? Já tinham trabalhado em equipes antes?
3. Algum outro professor da turma de vocês trabalha de forma parecida? Já ouviram falar de algum professor aqui do campus que trabalha de forma parecida?
4. Algum outro professor desenvolve as aulas de uma maneira diferente daquela mais comum de ir ao quadro, passar o conteúdo, fazer exercícios e depois aplicar uma prova ou teste?
5. Como foi trabalhar no desenvolvimento de um projeto? Quais as principais dificuldades que vocês enfrentaram nesse período?
6. Como eram as aulas de Física antes do projeto?
7. O que você julga ser melhor ou pior nessa forma de trabalhar em relação à maneira tradicional em que as aulas eram desenvolvidas anteriormente?
8. Como foi a experiência de trabalhar em equipes? O que é melhor ou pior do que trabalhar individualmente? Por que vocês acham isso?
9. De que maneira você acha que aprende mais Física, da maneira tradicional ou através do desenvolvimento de projetos? Por quê?
10. O que você acharia de trabalhar nesse formato usado nas últimas semanas ao longo do ano inteiro?
11. O que você considera que precisaria mudar na forma de estudar por projetos se eles fossem usados o ano inteiro?

12. Você participa de algum projeto de pesquisa ou de extensão aqui no Campus? Qual e o que vocês fazem?
13. Você vê alguma semelhança entre essa forma de trabalho por projetos na sala de aula e o(s) projeto(s) de pesquisa ou extensão que você participa?

## Apêndice E: Exemplo de narrativa elaborada pelo pesquisador descrevendo os encontros com os professores

### 1º Encontro com os professores

Para evitar interrupções o local escolhido para os encontros foi o laboratório de Física da escola. Nesse espaço foi montado um projetor para a atividade, bem como uma filmadora para registro dos dados. A gravação em áudio foi iniciada já com a atividade em andamento, em função de um lapso do pesquisador. O referido laboratório conta com quatro mesas grandes para atividades em grupo, e foi em uma delas que os professores se acomodaram para a atividade.

Como já havia combinação prévia do local, o pesquisador aguardou a chegada dos professores, que se apresentaram pontualmente e quase simultaneamente. Após a apresentação dos professores entre si, feita pelo pesquisador, e breves comentários informais, deu-se início ao encontro com o questionamento do pesquisador sobre a leitura prévia do livro e do texto sugerido. A professora relatou ter olhado superficialmente os quadros do Capítulo 1 e lido o texto do *site* sugerido que tratava de uma visão geral da ABP. O professor 2, por sua vez, relatou ter lido o texto do *site* mas não o livro.

Após essa breve conversa, o pesquisador apresentou o cronograma do Estudo 1 explicitando, de forma breve, os objetivos e a metodologia de trabalho do estudo. Foi destacado que haveriam tarefas prévias a serem executadas antes de cada encontro e que durante cada uma das reuniões o pesquisador faria uma apresentação sucinta sobre os tópicos a serem tratados no dia e proporia atividades que viriam a fazer parte do planejamento de uma iniciativa de ABP. Foram também apresentados os tópicos que serão discutidos em cada um dos próximos encontros. A professora questionou o pesquisador quanto à data do último encontro e lhe foi explicado que o cronograma foi pensado para que a etapa de estudo da ABP e pré-planejamento se encerre junto com o segundo trimestre letivo dos alunos do ensino médio e a implementação da ABP na turma de EM ocorra no início do terceiro trimestre, como a própria professora havia solicitado. O professor destacou que ele pretende implementar a metodologia no ensino superior e, portanto, sua implementação começa antes da data prevista para o EM. Questionado se pretendia fazer um grande projeto que envolvesse o semestre todo, o professor relatou ainda não ter essa definição. O pesquisador destacou também que antes do recesso ele poderia ter condições de planejar a proposta.

Passou-se então para uma apresentação da ABP através de alguns *slides* nos quais o pesquisador buscou oferecer uma visão geral da ABP, com foco na ABP de Bender. A motivação inicial se deu a partir de um questionamento usualmente feito pelos estudantes: onde é que eu vou usar isso na minha vida? Foi possível perceber a identificação da professora com a situação já

que, segundo ela, pela manhã um aluno lhe havia feito pergunta semelhante. O professor não se manifestou pois estava verificando mensagens no celular, o que ocorreu algumas vezes ao longo da apresentação.

A partir da provocação inicial, foram discutidas duas respostas possíveis para a questão: um olhar utilitarista de ensinar só o que tem aplicação imediata, e um olhar conteudista de ensinar determinado tema só por estar na lista de conteúdos, ou por ser pré-requisito para um assunto posterior. A partir dessa dicotomia, e dos objetivos previstos para a formação de estudantes dos Institutos Federais, foi discutido o conceito de Metodologia Ativa de Ensino, e os resultados positivos que o uso dessas metodologias têm obtido. Foram citados alguns exemplos de Metodologias ativas de ensino, dentre as quais se encontra a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

Foram então apresentados os elementos básicos da ABP e também um vídeo<sup>54</sup> ilustrativo sobre os conceitos básicos da ABP e um exemplo de projeto relativo à disciplina de Ciências. Esse projeto, bem como um outro exemplo<sup>55</sup> trazido pelo pesquisador, foram discutidos com os professores participantes do estudo. Esse momento teve como objetivo principal demonstrar os diversos elementos internos da ABP e, em particular, destacar o caráter de autenticidade dos problemas que dão origem aos projetos.

Na sequência, o pesquisador salientou as mudanças que ocorrem no contrato didático quando se trabalha com a ABP. Com isso, buscou-se dar ciência aos presentes de que na ABP as funções de professores e alunos são distintas das que se estabelecem no ensino tradicional. Esse destaque visou esclarecer aos professores, que sua atuação se dará mais como orientador(a) do que diretor(a) do projeto. A continuidade da apresentação abordou as vantagens que a ABP apresenta frente a outras estratégias de ensino. Foram discutidas vantagens presentes na literatura tais como maior engajamento dos estudantes, melhor desempenho dos alunos, desenvolvimento de competências e habilidades relevantes para a vida social e profissional, etc.

A próxima etapa da explanação apresentou formalmente a proposta de ABP feita por Willian N. Bender (2014) em seu livro intitulado *Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI*. A ABP de Bender será a metodologia estudada pelos professores e implementada junto aos estudantes. O pesquisador apontou que essa linha metodológica foi escolhida por apresentar o caráter de modularidade, por estar fundamentada em resultados da literatura e por se preocupar explicitamente com a realidade do professor que pretende modificar sua prática inserindo a ABP nas suas aulas.

Primeiramente o pesquisador apresentou uma visão geral da ABP de Bender, para então

---

<sup>54</sup> Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=c3FIWpbusfU>

<sup>55</sup> Colocar referência do exemplo de projeto.

discutir cada etapa por ele proposta. Essa apresentação foi fundamentada nos tipos de tarefas da análise praxeológica do livro, que consta na seção 5.1 desta tese. Destacou-se que essa estrutura, apesar de flexível, representa uma organização básica da ABP de Bender. Foram discutidos então os termos e elementos destacados por Bender no Quadro 1.1 do seu livro (Bender 2014, p. 16), bem como a sua função e relevância dentro da estrutura geral previamente apresentada.

O exemplo de projeto (o corte dos cedros) apresentado pelo autor (Bender, 2014, p.18), e nesta tese no Anexo 1, foi o assunto discutido a seguir. A fim de demonstrar como os conceitos do Quadro 1.1 (Bender, 2014, p. 16) se apresentam na prática da ABP, o pesquisador discutiu esse exemplo com os professores, buscando uma reintegração construtiva desses elementos com a visão geral apresentada anteriormente. Passou-se aos questionamentos dos professores sobre o entendimento do que havia sido discutido até então, já que se mantiveram em silêncio durante a maior parte da apresentação. Essa provocação do pesquisador foi importante pois o professor manifestou sua preocupação com o planejamento da iniciativa de ABP para sua disciplina. Essa preocupação já havia sido citada por ele anteriormente, o que demonstra a necessidade de atenção do pesquisador a esse ponto.

Na visão do referido professor, o seu planejamento precisaria estar definido até o início de agosto para que ele iniciasse o semestre já com a ideia de como a ABP será desenvolvida na disciplina. O pesquisador buscou tranquilizá-lo explicando que, ainda nesses encontros, haveria um momento para discussão das características dos contextos em que cada professor irá fazer sua implementação, e também sobre os problemas que poderiam servir como âncora para os projetos. Apontou também que na semana seguinte o tema pré-planejamento seria o tópico a ser discutido, dando a ele a possibilidade de se preparar para o início do próximo semestre.

A professora, por sua vez, manifestou dúvidas de ordem prática questionando se os projetos são desenvolvidos nos horários de aula ou paralelamente a elas, já que há um currículo a ser cumprido. A resposta do pesquisador foi que o previsto pela metodologia é que seja durante as aulas para que os estudantes tenham tempo para desenvolver seus projetos e possam contar com o acompanhamento do professor. Destacou ainda que, o princípio da metodologia é que a aprendizagem se dê através do desenvolvimento dos projetos sendo o conteúdo estudado como uma necessidade do projeto. Para tranquilizar a professora foi explicado que sua preocupação é justa e natural, mas que há, por parte do autor do livro de referência, um compromisso com o currículo. O pesquisador acrescentou que, com a escolha adequada da questão motriz a ser investigada, é possível fazer uma previsão dos conteúdos que serão abordados ao longo do projeto.

Na sequência o pesquisador abordou algumas estratégias postuladas por Bender (2014) como alternativas importantes a serem usadas ao longo de todo o projeto, as rubricas e *webquests*.

Foram apresentadas a função e as características de cada uma, bem como os exemplos disponíveis nos quadros 1.3 e 1.4 (Bender 2014, p. 20-23). Com isso a apresentação oral do pesquisador foi encerrada dando espaço à discussão das impressões dos professores e às suas perguntas e comentários.

O professor foi o primeiro a se manifestar expondo sua apreciação à metodologia “*Eu achei legal...*” e sua dificuldade em compreender exatamente como implementar a proposta “... *só tô preocupado como é que eu vou encaixar*”. Aproveitando o comentário do colega, a professora emendou “*é ..., acho que essa é a preocupação, assim como é que vai encaixar*”. O pesquisador questionou se a dúvida estava ligada à operacionalização da iniciativa e a professora retomou a dúvida anteriormente exposta “*é por isso que eu perguntei, os alunos fazem paralelo, fazem na aula, enfim...*”. Nessa hora o professor tentou ajudar dizendo “*no seu caso acho que tinha que escolher alguns temas que tem que ensinar, os subtemas, e ensinar através do trabalho (projeto)*”. O pesquisador explicou que o caminho é esse mesmo, ou seja, é através do projeto que os estudantes entram em contato com os novos conhecimentos e que esses conteúdos vão se originar a partir da questão motriz estabelecida. Percebendo que mais uma vez a questão conteúdo estava vindo à tona, o pesquisador fez uma breve reflexão sobre a dicotomia entre passar pelos conteúdos e aprofundar-se neles, isso sem desqualificar a preocupação exposta. Nesse momento a professora concordou dizendo que a sua experiência mostra que quando o aluno interage, põe a mão na massa ou desenvolve alguma coisa, aprende muito mais. No entanto, voltou a destacar que a dúvida de caráter prático se mantém: “*Como encaixar isso dentro das aulas?*” Segundo ela, o pouco conhecimento da metodologia pode estar dificultando essa compreensão. O pesquisador buscou mais uma vez tranquilizar os professores dizendo que eles terão a oportunidade de estabelecer a duração do projeto e que ele não necessariamente precisa durar todo o trimestre/semestre.

Terminada essa discussão, passou-se a uma etapa de tarefas práticas em que foi solicitado que cada professor falasse um pouco sobre a disciplina/turma em que pretende implementar a ABP. O professor começou explicando que pretende aplicar a ABP em uma disciplina optativa do curso de tecnólogo em análise e desenvolvimento de sistemas, que tratará sobre realidade aumentada. O pesquisador pediu a ele que explicasse o que é exatamente a realidade aumentada. Após a sua breve explicação sobre o assunto, a professora explicou que vai trabalhar com uma turma de EM e que as possibilidades envolvem eletromagnetismo e Física Moderna.

Após essa breve discussão, foi solicitado que eles respondessem a um questionário de autoeficácia sobre tarefas do professor na ABP. O pesquisador explicou do que se tratava o questionário, que não tinha sentido falar em respostas certas ou erradas, pois o questionário avaliaria o sentimento deles em relação a cada afirmação. Foi explicado como responder ao questionário, apresentando a escala proposta e a ideia das questões de livre manifestação no final.



O professor, após uma breve leitura dinâmica, questionou a diferença entre avaliação formativa e somativa, o que foi prontamente explicado pelo pesquisador. Ao longo do preenchimento a professora voltou a questionar sobre a definição de avaliação formativa e também fez questionamentos sobre o termo instrumento para orientar pesquisas (31 minutos).

Terminado o preenchimento dos questionários, o pesquisador apresentou um texto intitulado “*What\_does\_it\_take\_for\_a\_project\_to\_be\_authentic?*”<sup>56</sup>, no qual é proposta uma reflexão sobre autenticidade de questões, assim como uma espécie de escala de autenticidade, além de quatro formas possíveis de se identificar questões autênticas para a ABP. O texto foi entregue impresso em papel, em função da impossibilidade de acesso à rede no local da reunião. Foi em meio à discussão que se seguiu, a professora se declarou confusa sobre o termo “autêntico”, já que considera que é difícil dizer que um problema não é autêntico. O pesquisador então explicou que o termo autêntico na ABP estava associando a problemas que estão presentes no mundo real e que mantém conexão com a realidade dos estudantes. Foram discutidos alguns exemplos com a intenção de esclarecer a questão. O pesquisador comparou esses exemplos com problemas acadêmicos de livros didáticos, a fim de explicitar a diferença entre eles.

O tema autenticidade do problema foi pauta por mais alguns minutos e então foi encaminhado o encerramento do encontro, deixando a tarefa aos professores de definirem uma turma e um problema a ser explorado com a ABP. A professora inclusive manifestou o interesse de levar a ABP também para a disciplina de Física da Licenciatura em Matemática, na qual passará a atuar no segundo semestre.

Nos momentos finais do encontro, o professor iniciou uma conversa informal dizendo que na disciplina dele, pretendia que os estudantes escolhessem o problema para resolver com a realidade aumentada, deixando livre aos alunos que escolhessem o problema a ser resolvido. O pesquisador sugeriu que seja estabelecida uma questão motriz mais geral, para que a partir dela os estudantes estabeleçam suas próprias questões, para o projeto não se tornar uma tarefa meramente acadêmica. A professora entrou na conversa dando o exemplo de uma questão que havia pensado “*Pode a energia ser limitada?*”. Ela complementou dizendo que com essa questão não conseguiria abordar o tema eletromagnetismo, afinal teria que usar as aulas para desenvolver o projeto sem a garantia de que o tema explorado fosse o eletromagnetismo. O pesquisador concordou e sugeriu que a professora pensasse em uma questão menos acadêmica, uma situação mais “autêntica”. O pesquisador citou os exemplos da TV digital e do *Wifi* e exemplificou como questões ligadas a esses temas podem gerar projetos interessantes.

Com a saída da professora, o professor retomou à discussão de que não pretende dar um

---

<sup>56</sup> Disponível em: <[http://www.bie.org/blog/what\\_does\\_it\\_take\\_for\\_a\\_project\\_to\\_be\\_authentic](http://www.bie.org/blog/what_does_it_take_for_a_project_to_be_authentic)>. Acesso em 06 jun. 2018.

problema para os alunos. O pesquisador explicou que uma tarefa só pela tarefa não é o que a ABP preconiza e buscou mostrar que é possível estabelecer um problema geral e ainda assim dar liberdade aos estudantes para buscarem desenvolver aquilo que lhes interessa. Citou ainda que há a possibilidade de desenvolver a questão motriz com os estudantes, mas que isso normalmente é feito quando eles têm mais experiência com a metodologia. Nesse sentido, orientou o professor a buscar uma questão motriz ampla que permita grande flexibilidade no uso da realidade aumentada.

## Apêndice F: Exemplo de narrativa elaborada pelo pesquisador descrevendo aulas anteriores à implementação da ABP

### Aula 1

No primeiro dia de observações, dia 16/10/17, a aula começou com a professora apresentando o pesquisador à turma e informando que ele iria acompanhar as aulas por algum tempo. Não houve detalhamento acerca da pesquisa nem tampouco questionamentos dos alunos sobre o motivo da presença do pesquisador. A impressão é que os alunos já haviam sido comunicados sobre o que ocorreria, o que ela confirmou posteriormente.

O primeiro assunto desta aula foi a tentativa de reorganizar a data da prova. A professora dirigiu esse momento por meio de uma conversa aberta com a turma. No entanto, os alunos informaram que a nova data prevista pela professora colidiria com um evento da escola, as Olimpíadas de Filosofia. Aparentemente essa informação surpreendeu a professora, apontando um primeiro indício de uma dificuldade na comunicação interna da instituição que acabou por se confirmar em outras situações. Apesar da surpresa, a professora argumentou que poucos alunos participariam do evento, o que foi confirmado pelos estudantes, e resolveu manter a data e fazer ajustes para aqueles que participariam das Olimpíadas. Agendou também, para o mesmo dia da prova, a entrega de uma lista de exercícios sobre o conteúdo da prova, lista esta que havia sido disponibilizada anteriormente. Posteriormente o pesquisador tomou conhecimento que a reorganização das datas da prova e da entrega da lista de exercícios se deu em função da ausência da professora na semana anterior, causada por problemas de saúde na família. Durante toda a discussão de reagendamento das datas, havia bastante barulho na sala causado pela conversa e brincadeiras constantes dos alunos entre si, o que pareceu ser uma característica da turma.

Após os ajustes, a professora retornou à aula fazendo uma breve revisão dos conteúdos trabalhados anteriormente. Começou a revisão pelo conceito de campo elétrico, e a partir dele encaminhou a definição do conceito de potencial elétrico. Ficou claro desde o começo a forte ênfase que a professora dava aos aspectos matemáticos da Física. Tal conclusão decorre não somente da forma como cada conceito era definido por escrito no quadro, mas também pela forma como a professora os detalhava verbalmente. Não havia uma tentativa de explicar qualitativamente o conceito ou discuti-lo a partir de situações reais, as definições apresentadas pela professora eram bastante acadêmicas e acabavam sendo dirigidas por uma “fórmula”.

**Professora:** “O potencial produzido por uma carga pontual  $q$ , no ponto  $p$ , que está a uma certa distância dessa carga  $q$  aqui, é dado por essa expressão aqui  $[V_p = k_0 \frac{q}{d}]$ .  $k_0$ , que vocês já conhecem, é a constante eletrostática no vácuo.  $q$  é o valor da carga e  $d$  é a distância da carga até o ponto que eu

*quero calcular esse potencial elétrico. Então essa é a nossa expressão do potencial no ponto p”.*

Na continuidade da apresentação do conceito a professora discutiu ainda a natureza escalar do potencial elétrico fazendo uma comparação com a natureza vetorial do campo elétrico e fez um breve apanhado sobre as diferenças das operações matemáticas entre grandezas escalares e vetoriais. Ressaltou também que, em função da possibilidade de ter origem em cargas positivas e negativas, o potencial elétrico pode assumir valores positivos e negativos exigindo, portanto, especial atenção para definição desse sinal. Não houve, no entanto, nenhuma discussão quanto ao motivo ou mesmo sobre a convenção utilizada para definição de tais sinais, o que fortalece ainda mais a ideia de uma ênfase nos aspectos matemáticos e instrumentais. Esse fato suscitou o questionamento do pesquisador sobre o motivo da ausência de exemplos mais tangíveis aos alunos. Seria uma característica da professora, a presença do pesquisador ou outro fator? Seria a presença do pesquisador também o motivo para que os alunos peçam silêncio entre si?

Após destacar a questão ligada ao sinal do potencial elétrico, a professora retomou a escrita no quadro elencando casos particulares do potencial elétrico, sendo o primeiro caso apresentado o de uma carga pontual positiva. Enquanto a professora retomava a escrita no quadro, um aluno a questionou sobre a proporcionalidade entre as grandezas presentes na definição matemática de campo elétrico. O questionamento fundamentava-se na semelhança entre a fórmula do campo elétrico e a do potencial elétrico. A professora, então, fez uma breve análise qualitativa da expressão matemática do potencial elétrico, explicitando as características de proporcionalidade entre as grandezas envolvidas na expressão. É interessante destacar que as dúvidas costumavam partir de um grupo específico de estudantes (Grupo 2), sentados à frente da sala, sendo que os demais colegas pareciam, por vezes, estar mais interessados em anotar o que pudessem do que propriamente compreender o questionamento. Ao terminar de responder ao questionamento do aluno, a professora retomou a escrita no quadro apresentando o caso de uma carga pontual negativa, sem alterar sua forma de trabalho. Novamente destacou a equação explicando que por se tratar de uma carga negativa era necessário inserir o sinal negativo no valor do potencial obtido, sem qualquer referência aos motivos de tal "regra".

**Professora:** *“Então, pra uma carga negativa, o potencial, num certo ponto ãããã, num ponto que está numa distância “d” pra esta carga é dado por essa expressão aqui:  $V_p = -k_0 \frac{q}{d}$  [apontando para a expressão que escrevia no quadro], a única diferença é que agora temos um [breve pausa para complementação dos alunos] sinal negativo. Na prática pessoal, a gente poderia usar a mesma expressão quando for calcular, usa a mesma expressão quando for calcular o que, que a gente tem que fazer? No lugar da carga temos que, além do módulo,*

colocar o sinal da carga, tá? A expressão é a mesma, tá? Então nós temos duas formas, na verdade, de usar essa equação: ou já usa o negativo e não coloca mais o sinal da carga, quando a gente tem uma carga negativa, ou usa sempre a mesma equação e considera o sinal da carga quando for resolver, tá? Porque até agora, como a gente estava calculando o Campo Elétrico e a Força Elétrica a gente não inseria o sinal das... das cargas quando calculava o módulo, né? A força ou o campo elétrico. Mas como aqui o potencial é uma grandeza escalar, mas acaba usando o sinal da carga. Precisa usar o sinal da carga. Então, ou a gente usa essa equação sempre e insere o sinal da carga quando está calculando ou já escreve com o sinal negativo e não observa o sinal da carga, tá?

Além da apresentação oral, a professora costumava escrever no quadro um breve resumo do que falava, que era sempre copiado pelos estudantes em seus cadernos, ao que parece, na expectativa de que aquilo lhes faça entender o conteúdo. O resumo sobre o potencial elétrico redigido pela professora explorava os casos de cargas pontuais positivas e negativas e contava com o desenho de um gráfico de potencial elétrico versus distância para cada caso, como é possível perceber na Figura F1.

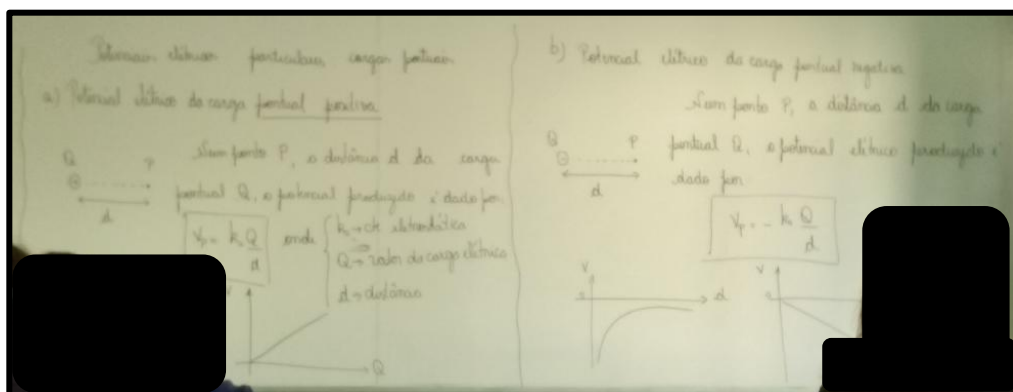


Figura F1: resumo escrito no quadro pela professora tratando de potencial elétrico gerado por cargas pontuais positivas e negativas.

Estranhando o formato da curva desses gráficos, um aluno questionou a professora sobre o porquê do valor do potencial se aproximar do eixo, mas nunca chegar a zero. A professora explicou que quanto maior a distância em relação à carga mais o potencial elétrico se aproxima de zero, mas que só atinge o valor de zero no infinito.

Superados esses exemplos, a professora passou a discutir o caso de um potencial gerado, em um ponto, por várias cargas elétricas. Para tanto, apresentou um caso exemplar e evocou o princípio da superposição explicando que diversas cargas geram, no mesmo ponto, diversos potenciais elétricos, e que esses diversos potenciais se superpõem gerando um potencial definido

pela soma dos diversos potenciais elétricos no ponto. A fala da professora se deu em meio há brincadeiras de um dos alunos, o que não foi problema para a professora.

**Professora:** *E se nós tivermos várias cargas [pausa] no espaço, como é que a gente calcula o potencial?*

**Aluno:** *Regra de três!* [tom de brincadeira]

**Professora:** *Regra de três?*

**Aluno:** *Fazer Baskara!* [voz baixa]

**Professora:** *A primeira coisa que o pessoal chuta é regra de três.*

**Aluno:** *E Baskara!*

**Professora:** *E Baskara.*

**Aluno:** *Lei da conservação de massa.*

**Professora:** *Tem uma coisa chamada Princípio da [breve pausa] Superposição.*

**Aluno:** *Já ouvi falar [tom de piada] ... foi quase.*

**Professora:** *Que é o que vocês faziam lá pra determinar tanto a força elétrica quanto a carga elétrica [campo elétrico] de vários casos, só que naquele caso nós tínhamos superposição de ..., tem que fazer soma vetorial. Aqui como eu..., nós temos aqui uma grandeza escalar vai ter uma soma de números simplesmente.*

A professora tomou o cuidado de desenhar a situação apresentada, a fim de que a discussão fosse acompanhada de uma representação visual. Ao nomear o ponto de interesse como ponto P, um aluno a questionou se P se tratava de uma carga de teste. A professora então explicou que não se tratava de uma carga de teste e sim apenas de um ponto no espaço nomeado de ponto P. Não houve, no entanto, qualquer discussão adicional sobre a não necessidade de uma carga de prova para a definição do potencial elétrico no ponto P.

Até este momento a aula seguia uma rotina bem estabelecida que alternava fala da professora acompanhada da redação no quadro de breves resumos copiados pelos estudantes em seus cadernos e algumas poucas perguntas dos alunos respondidas objetivamente pela professora. Aparentemente o processo havia sido planejado para ser daquela forma e era organizadamente executado dentro do que a literatura costuma chamar de método tradicional de ensino. De igual forma, o contrato didático estabelecido começava a ser delineado pelo pesquisador, apesar de carecer de mais tempo e de dados complementares para sua efetiva definição.

Ainda explorando o caso exemplar do potencial elétrico gerado por múltiplas cargas, a professora pediu a participação dos alunos na tentativa de construção de uma expressão matemática do potencial elétrico para o caso explorado. Apesar do pedido, a participação se restringiu a um pequeno grupo de alunos sentados nas primeiras carteiras já citados na descrição

desta aula. Os demais estudantes copiavam os pequenos resumos do quadro ao mesmo tempo em que mantinham conversas paralelas sobre outros assuntos. A impressão do pesquisador é que a preocupação dos alunos era apenas ter o resumo em seus cadernos. Com a participação dos alunos das carteiras da frente, a professora construiu a expressão algébrica do potencial elétrico gerado individualmente pelas cargas do exemplo, fazendo na sequência o somatório dessas expressões. (Figura F2).

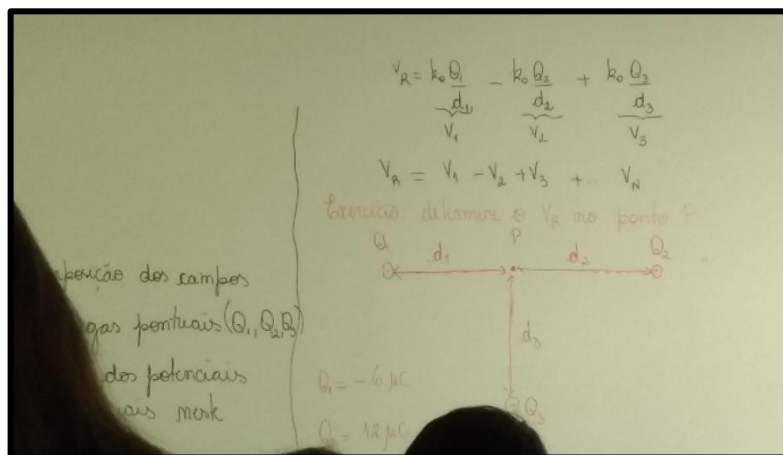


Figura F2: Exemplo utilizado pela professora para explicar o uso do Princípio da Superposição na determinação do potencial elétrico gerado por diversas cargas.

Como atividade de fixação, a professora propôs um exercício sobre o assunto discutido, dizendo, em tom de brincadeira, que a proposição de tal tarefa se devia aos alunos gostarem muito desse tipo de atividade. Motivado pela brincadeira da professora, um dos estudantes se manifestou em voz alta, dizendo que a professora iria solicitar o cálculo da massa do Sol. Outro estudante entrou na brincadeira e disse que isso seria fácil, pois bastaria olhar na internet. A professora então citou que no tempo dela não existia a internet, provocando um alvoroço de comentários entre os alunos. Em meio a essa discussão coletiva dos estudantes, a professora escreveu no quadro o enunciado da questão e na sequência distribuiu uma lista de exercícios impressa aos estudantes. A tarefa proposta era semelhante à situação exemplar apresentada apenas acrescida de valores que serviriam para o cálculo numérico dos potenciais.

Percebendo a dispersão dos estudantes, a professora questionou se eles já tinham terminado a lista de exercícios que há pouco lhes entregara, demonstrando que a intenção era focar a atenção dos alunos na resolução dos exercícios da lista. Compreendendo que a professora estava lhes chamando a atenção, diminuíram o alvoroço e dividiram-se entre aqueles que terminavam de copiar o resumo do quadro e aqueles que iniciavam a resolução dos exercícios. A professora não estabeleceu uma metodologia de trabalho para a resolução dos exercícios, fato que permitiu a criação de pequenos grupos trabalhando juntos na resolução da lista ao mesmo tempo em que alguns alunos o faziam individualmente.

Apesar do pedido da professora e da lista de exercícios para resolver, as conversas paralelas continuaram com alunos inclusive utilizando discretamente o celular para outras atividades como assistir um vídeo não relacionado ao conteúdo da aula. Muitos dos alunos, no entanto, se dedicaram à resolução dos exercícios e foram atenciosamente atendidos pela professora em suas dúvidas. Pouco tempo depois, em função do avançado da hora, a professora pediu a atenção de todos e foi ao quadro resolver o exercício de fixação que havia sido proposto inicialmente. Resolveu a questão com a participação de um grupo pequeno de alunos, já que a proximidade do fim da aula tornava os estudantes ainda mais agitados. A resolução do exercício se encerrou praticamente junto com o tempo da aula e os alunos foram liberados para o intervalo. Após serem dispensados, dois dos estudantes procuraram a professora na busca da correção do exercício e para dirimir outras dúvidas a respeito do andamento do conteúdo.

Após esse primeiro contato com a turma tem-se a impressão de tratar-se de uma aula apresentada de forma tradicional e com pouco envolvimento dos estudantes. Há de se considerar nas próximas ocasiões se o comportamento se repetirá, se o efeito da presença do pesquisador em sala de aula será o mesmo e se as relações internas à sala confirmam as primeiras impressões.



## Apêndice G: Relato sucinto do projeto desenvolvido pela professora de Física

A iniciativa de ABP executada pela professora começou com uma visita técnica dos estudantes ao Centro de Visitação e Difusão da Informação do Complexo Eólico de Osório. Nessa visita, os estudantes tiveram a oportunidade de assistir a vídeos sobre o parque, sobre os aerogeradores e sobre as ações ambientais desenvolvidas pela empresa responsável pelo complexo.

Alguns dias depois da visita, por ocasião da etapa de introdução do projeto junto aos estudantes, a professora relembrou a visita com os estudantes e, na sequência, apresentou um vídeo<sup>57</sup> no qual o Dr. Michio Kaku trata da Física e de sua importância para a sociedade. Na sequência, foi apresentado um segundo vídeo referente à Missão Amazonas da ONG Litro de Luz Brasil. Esse audiovisual, por sua vez, apresenta a ação social do grupo que propõe e implementa soluções de iluminação pública (postes) e individual (lâmparas), alimentadas por energia solar, em comunidades carentes ao longo do país.

Com essas ideias âncoras apresentadas, foi o momento de expor aos estudantes a questão motriz do projeto. A contextualização da professora foi tão eficiente que, antes mesmo da apresentação da questão motriz, os alunos já entendiam, em linhas gerais, a tarefa que teriam, tendo inclusive se manifestado oralmente logo antes da divulgação da questão motriz. A questão apresentada foi: “*Como você poderia construir um protótipo de aerogerador de baixo custo para proporcionar iluminação pública para comunidades carentes?*”.

Seguiu-se então uma discussão, em formato de *brainstorming*, em que a turma discutiu a questão motriz, apontou ações necessárias para responder essa questão e também elencou questões específicas que precisavam ser investigadas para respondê-la. Esse processo tomou alguns minutos e, em seguida, a turma foi dividida em quatro equipes, agrupadas por afinidade. Cada uma das equipes contava com cinco ou seis alunos e trabalharia colaborativamente na construção de um aerogerador.

A primeira tarefa das equipes foi realizar uma etapa de planejamento guiado por um Guia de Planejamento inicial preparado pela professora (Anexo 7). Nesse guia constavam questões estímulo (*questions prompts*) que buscavam apoiar os estudantes em seus planejamentos, estabelecimento de metas e distribuição das tarefas. Cada equipe precisou responder as questões propostas e entregar uma cópia à professora para que ela pudesse monitorar o processo e auxiliar os estudantes.

---

57 Michio Kaku - O Universo da Física (The Universe in a Nutshell Legendado). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BvFjeFGHFds>>. Acesso em 15 e dez. de 2018.

Na sequência os alunos iniciaram um processo de pesquisa buscando responder a questão motriz e as questões específicas na direção de construir seus aerogeradores. Para apoiá-los nessa etapa, a professora ofereceu duas *webquests* a serem executadas pelos estudantes, sendo que uma tratava de fontes de energia elétrica e a outra de modelos de aerogeradores. Enquanto os alunos trabalhavam, a professora circulava entre eles buscando dirimir dúvidas e auxiliar no que fosse necessário.

Foi através desse contato direto que ela identificou que os estudantes estavam com dificuldades em relação à compreensão de temas ligados a circuitos elétricos e organizou uma aula experimental sobre o tema, a ser realizada no laboratório de Física. Essa lição ocorreu na aula seguinte e tratou sobre conceitos básicos de eletrodinâmica aplicados aos circuitos elétricos simples.

Seguiram-se a essas, outras aulas em que os alunos usavam o tempo para o desenvolvimento de seus aerogeradores e para a preparação da apresentação final. Ao longo desse período, foi solicitado que os estudantes mantivessem um registro de suas ações e pesquisas em um diário de pesquisa e se preparassem para a avaliação. Nesse ínterim entre a minilição e a apresentação final, ocorreu ainda uma minilição com um professor especialista em Engenharia de Energias que fez uma apresentação sobre a energia eólica e respondeu dúvidas dos estudantes.

Alguns dias antes da data marcada para a apresentação final, os estudantes trouxeram seus protótipos para a aula a fim de apresentá-los à professora e receber *feedbacks* sobre o artefato. Com isso, tiveram alguns dias para incorporar as sugestões da professora e então realizar a apresentação final.

Na data agendada, os estudantes realizaram uma apresentação formal de seus trabalhos e discutiram os pontos positivos e negativos de cada protótipo respondendo aos questionamentos dos colegas e da professora. Nessa data, também iniciaram um processo de autoavaliação e avaliação dos colegas, processo este dirigido pela professora. Com isso, deu-se por encerrada a iniciativa de ABP proposta pela docente.

## Apêndice H: Análise praxeológica da proposta de ABP planejada tomada a partir do *topos* do professor

Tipo de tarefa	Subtipo de tarefa	Técnica	Tecnologia
T <sub>1</sub> - Introduzir o projeto;		τ <sub>11-A</sub> – Visita técnica ao Parque Eólico de Osório;	θ <sub>11-A</sub> – A visita técnica permite aos estudantes uma visão geral do funcionamento de um parque eólico e o conhecimento de como a energia elétrica que chega até as suas residências é gerada;
	T <sub>11</sub> – Apresentar a ideia âncora à turma;	τ <sub>11-B</sub> – Apresentação parcial do vídeo Michio Kaku - O Universo da Física (The Universe in a Nutshell Legendado) disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=BvFjeFGHFds">https://www.youtube.com/watch?v=BvFjeFGHFds</a> .	θ <sub>11-B</sub> – A apresentação de um vídeo mostrando que a Ciência deve ser usada para melhorar a vida das pessoas; possibilita a sensibilização dos estudantes para o uso da ciência e de seus conhecimentos em benefício da sociedade;
		τ <sub>11-C</sub> – Apresentação do vídeo Litro de Luz Amazônia. (Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2PbDn5d3V9c">https://www.youtube.com/watch?v=2PbDn5d3V9c</a> ), a fim de introduzir o problema a ser enfrentado ao longo do projeto.	θ <sub>11-C</sub> – A apresentação do vídeo permitirá que o estudante se envolva com um problema a ser resolvido e reflita sobre a transposição desse problema para o seu contexto local.
	T <sub>12</sub> – Apresentar a questão motriz;	τ <sub>12</sub> – Exposição dialogada envolvendo a turma toda;	θ <sub>12</sub> – Seguiu o exemplo apresentado por Bender (2014).
	T <sub>13</sub> – Promover a reflexão acerca da questão motriz e a consequente criação de questões específicas associadas a ela;	τ <sub>13</sub> – Diálogo com a turma toda em formato de <i>Brainstorming</i> ;	θ <sub>13</sub> – Acredita que o seu uso oferece voz e vez aos estudantes fortalecendo o comprometimento com o projeto.
T <sub>14</sub> – Registrar as questões específicas que surgirem durante a discussão;	τ <sub>14</sub> – Anotação no quadro pelo próprio professor ou por um aluno assistente.	θ <sub>14</sub> – O registro no quadro permite a reflexão e o compartilhamento das ideias com todos os estudantes;	

Tipo de tarefa	Subtipo de tarefa	Técnica	Tecnologia
T <sub>2</sub> - Planejar o projeto em equipes;	T <sub>21</sub> – Dividir a turma em grupos;	$\tau_{21}$ – Formação de grupos com cinco ou seis alunos divididos por afinidade mútua.	$\theta_{21}$ – A divisão por afinidade diminui as possibilidades de conflitos e facilita os encontros extraclasse, já que a instituição atende vários municípios da região. A quantidade de alunos por grupo, 5 ou 6 alunos, permite uma divisão de tarefas justa, evitando que alguns alunos fiquem ociosos dentro das equipes. Essa quantidade de estudantes por equipe evita ainda que, havendo custos com o projeto, os estudantes sejam demasiadamente onerados.
	T <sub>22</sub> – Estabelecer parâmetros e metas gerais a serem seguidas pelos grupos;	$\tau_{22}$ e $\tau_{23}$ – Disponibilização de um guia de planejamento inicial de equipe contendo os parâmetros e metas gerais bem como questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) a serem consideradas pelas equipes;	$\theta_{22}$ – Disponibilizar um guia de planejamento inicial impresso permite aos estudantes manter consigo cópia dos parâmetros gerais estabelecidos pelo professor diminuindo a desorientação dos alunos causada pela falta de experiência em conduzir um projeto.
	T <sub>23</sub> – Encorajar e orientar os grupos no estabelecimento de metas específicas e linhas do tempo baseadas nas metas gerais estabelecidas pelo professor;		$\theta_{23}$ – O uso de questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) pareceu uma opção eficaz de reflexão e pesquisa sem tornar-se um material extenso para os estudantes.
	T <sub>24</sub> – Estimular os grupos a desenvolverem questões específicas que julgam que devem ser abordadas e determinar quem deve pesquisar cada questão;	$\tau_{24}$ – Conversa entre os membros do grupo tendo as questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) como referência;	$\theta_{24}$ – A conversa em equipes orientada pelas questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) permitem uma avaliação do grupo quanto as necessidades para alcançar as metas do projeto.
	T <sub>25</sub> – Incentivar uma estrutura organizacional interna nos grupos, que contemple, no mínimo, tarefas com papéis específicos para cada aluno;	$\tau_{25}$ – Questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) específicas no guia de planejamento inicial, reforçadas pelo diálogo direto do professor com os estudantes;	$\theta_{25}$ – As questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) permitem a sugestão de elementos importantes para o projeto sem, no entanto, impô-los ou determinar sua configuração. Colocá-las no guia inicial buscou aproveitar a estrutura oferecida pelo instrumento;
	T <sub>26</sub> -Solicitar aos estudantes um resumo por escrito do planejamento do grupo contendo as tarefas e seus respectivos responsáveis;	$\tau_{26}$ – Solicitação verbal da entrega de uma cópia do guia de planejamento inicial;	$\theta_{26}$ – Solicitar a entrega de uma cópia preenchida do guia de planejamento inicial de cada grupo é prático, evita o retrabalho e fortalece a importância do instrumento;
T <sub>3</sub> – Desenvolver a pesquisa inicial	T <sub>31</sub> – Preparar fontes de pesquisas sobre o projeto a serem consultadas pelos alunos;	$\tau_{31}$ – Utilização do laboratório de informática e do espaço da biblioteca, se necessário;	$\theta_{31}$ – Embora possa haver necessidade de consulta a outras fontes, a internet é atualmente a principal fonte de pesquisa utilizada pelos alunos e a escola dispõe desse acesso de forma fácil e com qualidade.;

Tipo de tarefa	Subtipo de tarefa	Técnica	Tecnologia
	T <sub>32</sub> – Ajudar os estudantes no desenvolvimento das pesquisas;	$\tau_{32}$ – <i>Webquests</i> sobre a) fontes de energia elétrica, b) tipos de aerogeradores e c) circuitos elétricos;	$\theta_{32}$ – Comparativamente a outras opções como entrevistas, por exemplo, as <i>webquests</i> pareceram a melhor opção uma vez que possibilitavam o acesso às informações sem exigir deslocamentos ou mesmo que o trabalho extrapolasse os horários de aula. Além disso, o acesso facilitado à internet disponível na escola permitia que as <i>webquests</i> fossem eficazes no apoio às pesquisas dos estudantes.
	T <sub>33</sub> – Monitorar e garantir a adaptação dos estudantes à ABP;	$\tau_{33}$ e $\tau_{34}$ – Acompanhamento pessoal do trabalho dos grupos durante as aulas através de visitas/conversas periódicas do professor com os alunos;	$\theta_{33}$ e $\theta_{34}$ – O acompanhamento pessoal do professor além de prático permite o encaminhamento personalizado das diferentes demandas que venham a surgir;
	T <sub>34</sub> – Supervisionar e administrar o trabalho de pesquisa dos estudantes;		
	T <sub>35</sub> – Preparar e apresentar lições específicas;	$\tau_{35}$ – Minilição prática sobre circuitos elétricos e medidas de grandezas elétricas, além de outras sobre temas que viessem a se mostrar relevantes ao longo do projeto;	$\theta_{35}$ – Era previsível que os estudantes necessitariam trabalhar com circuitos elétricos e medidas elétricas ao longo do projeto. Uma minilição prática permitiria aos estudantes o contato com procedimentos e instrumentos necessários para tal objetivo. Além disso, ofereceria aos estudantes uma “ <i>aula formal sobre o tema</i> ”.
	T <sub>36</sub> – Orientar os estudantes sobre como avaliar informações de diferentes fontes;	$\tau_{36}$ – Não houve planejamento específico para essa tarefa.	$\theta_{36}$ – O grande volume de tarefas docentes fez com que a professora se esquecesse de desenvolver essa ação.
T <sub>4</sub> – Criar, desenvolver e avaliar a apresentação e os artefatos	T <sub>41</sub> – Orientar a criação e o desenvolvimento dos artefatos;	$\tau_{41}$ – Orientações por escrito nos materiais tais como guia de planejamento inicial, <i>webquests</i> , etc., orientações orais ao longo do projeto e acompanhamento pessoal do trabalho dos grupos durante as aulas através de visitas/conversas periódicas do professor com os alunos;	$\theta_{41}$ – As orientações por escrito e orais fornecem instruções gerais que são importantes, mas que podem ser mal compreendidas. O acompanhamento pessoal do professor além de prático permite o encaminhamento personalizado das diferentes demandas que venham a surgir, inclusive, dirimindo possíveis mal-entendidos;
	T <sub>42</sub> – Promover e acompanhar a reunião em que os grupos examinarão o seu progresso na apresentação e em cada artefato solicitado;	$\tau_{42}$ – Agendamento e acompanhamento de uma reunião de autoavaliação do grupo, em horário de aula (10 e 13/11), tendo como base a rubrica de avaliação fornecida pelo professor;	$\theta_{42}$ – Uma reunião de grupo parece ser a melhor forma para se discutir o trabalho desenvolvido pela equipe. É necessária, no entanto, a presença de alguém que oriente a discussão, no caso, a professora.
	T <sub>43</sub> – Auxiliar no processo de avaliação formativa;	$\tau_{43}$ – Disponibilização de questões-estímulo ( <i>questions prompts</i> ) no guia de planejamento	$\theta_{43}$ – Por meio dessas ferramentas os estudantes teriam a oportunidade de refletir sobre o trabalho

Tipo de tarefa	Subtipo de tarefa	Técnica	Tecnologia
		inicial e de rubricas de avaliação, desenvolvidas pela professora;	desenvolvido e corrigir suas ações caso fosse necessário; *
T <sub>5</sub> – Desenvolver a segunda fase de pesquisa	T <sub>51</sub> – Acompanhar e orientar a busca por informações que preencham as lacunas identificadas na reunião de avaliação dos grupos;	$\tau_{51}$ – Orientação direta e personalizada às necessidades de cada grupo a serem realizadas ao longo de cada aula;	$\theta_{51}$ – Na ABP o papel do professor assemelha-se a função de orientador exigindo, portanto, um atendimento mais personalizado acerca das dificuldades e necessidades do grupo;
	T <sub>52</sub> – Assessorar os grupos no gerenciamento do tempo disponível;	$\tau_{52}$ – Cronograma com metas semanais constante no guia de planejamento inicial e orientação direta e personalizada às necessidades de cada grupo ao longo das aulas;	$\theta_{52}$ – O cronograma geral oferece um panorama de datas e tarefas principais enquanto o acompanhamento do professor permite orientações personalizadas a cada grupo;
	T <sub>53</sub> – Oferecer informações complementares sobre tópicos específicos;	$\tau_{53}$ – Minilições oferecidas pelo professor ou por palestrantes convidados;	$\theta_{53}$ – As minilições são uma forma rápida, direta e eficiente de apresentar um conhecimento demandado pelo projeto e ao mesmo tempo guardam forte semelhança com as aulas tradicionais facilitando a adaptação dos estudantes;
	T <sub>54</sub> – Solicitar a realização das tarefas individuais ainda não completadas;	$\tau_{54}$ – Diálogo com os alunos no decorrer das aulas;	$\theta_{54}$ – As solicitações verbais à turma toda, ou a alunos individualmente, é prática e permite o tratamento individualizado;
T <sub>6</sub> – Desenvolver a versão final da apresentação e dos artefatos;	T <sub>61</sub> – Orientar a incorporação dos dados da segunda fase de pesquisa à apresentação final e à versão final dos artefatos;	$\tau_{61}$ – Diálogo do professor com os grupos;	$\theta_{61}$ – Vendo a função do professor na ABP como orientador do trabalho, o diálogo direto, além de prático, permite <i>feedback</i> personalizado e contínuo ao longo das aulas;
	T <sub>62</sub> – Assessorar os grupos em uma avaliação interna, formalmente estruturada, dos artefatos;	$\tau_{62}$ – Disponibilização da rubrica de avaliação e orientação personalizada sobre sua aplicação;	$\theta_{62}$ – As rubricas têm o potencial de fornecer orientação aos grupos para que façam uma avaliação interna semelhante a que será realizada externamente e pode ser complementada com o feedback do professor;
T <sub>7</sub> – Avaliar o projeto e os alunos;	T <sub>71</sub> – Promover a avaliação formativa;	$\tau_{71}$ – Uso de rubricas de avaliação, de um caderno de pesquisa e momentos para autoavaliação e avaliação pelos colegas;	$\theta_{71}$ – As rubricas permitem aos estudantes a possibilidade de conhecer de antemão o processo de avaliação do docente e guiar-se por ele.  O caderno de pesquisa permite a reflexão constante do grupo sobre o que está sendo desenvolvido e um registro atualizado do trabalho da equipe, o que, por sua vez, permite correções contínuas do trabalho que

Tipo de tarefa	Subtipo de tarefa	Técnica	Tecnologia
			<p>está sendo desenvolvido;</p> <p>A autoavaliação e avaliação pelos colegas permite que a própria equipe avalie seu trabalho, individual e coletivo, e corrija os rumos do trabalho ao longo do projeto;</p>
	T <sub>72</sub> – Organizar as apresentações finais;	τ <sub>72</sub> – Previsão da data das apresentações finais no guia de planejamento inicial, organização da exposição dos trabalhos no campus e convite da equipe diretiva;	θ <sub>72</sub> – É importante que os estudantes conheçam a data da apresentação já no início do projeto para que possam desenvolver o planejamento do grupo. É necessário ainda que seja prevista e preparada a infraestrutura necessária para a apresentação final (computador, projetor, etc.); O convite para a equipe diretiva buscava ampliar a relevância e autenticidade do projeto; *
	T <sub>73</sub> – Dirigir a avaliação final com a turma inteira;	τ <sub>73</sub> – Autoavaliação e avaliação pelos colegas;	θ <sub>73</sub> – Essa forma de avaliação permite inferir o que cada aluno achou e entendeu sobre o que fez no projeto, compreender como o grupo entendeu sua participação no projeto e obter um panorama a partir da perspectiva do aluno, tanto sobre o projeto como do envolvimento de cada aluno;
	T <sub>74</sub> – Atribuir notas ou conceitos individuais;	τ <sub>74</sub> – Média ponderada dos diferentes instrumentos utilizados ao longo do projeto (avaliação dos artefatos: webquests, protótipo do aerogerador com seu poste, manual do aerogerador, caderno de pesquisa e autoavaliações).	θ <sub>74</sub> – A diversidade dos instrumentos de avaliação permite considerar todas as etapas do trabalho desenvolvido e a média ponderada permite apreciar essas etapas de acordo com sua relevância dentro do projeto;
T <sub>8</sub> – Publicar o projeto	T <sub>81</sub> – Promover a publicação do projeto e de seus artefatos;	τ <sub>81</sub> – Exposição na escola com apresentação dos projetos para a equipe diretiva;	θ <sub>81</sub> – O tempo disponível para execução do projeto não permite que ele seja efetivamente implantado em uma comunidade carente. No entanto, a apresentação dos protótipos para a comunidade escolar, incluindo a equipe diretiva, pode permitir inclusive o aproveitamento do aerogerador na iluminação da própria escola.





## Apêndice I: Termos de consentimento assinado pelos participantes da pesquisa

### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, professor(a) do Campus Osório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, declaro por meio deste termo que me voluntario a participar da coleta de dados da pesquisa científica sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos. A pesquisa será realizada pelo aluno de Doutorado Terrimar Ignácio Pasqualetto, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação dos professores Eliane Angela Veit e Ives Solano Araujo. Declaro que fui informado(a) de que as informações coletadas a partir desta pesquisa serão utilizadas para fins acadêmicos (e.g. composição de texto para dissertação, artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sem trazer minha identificação. Autorizo, também, para fins de divulgação dos trabalhos acadêmicos produzidos, as fotos e filmagens obtidas durante minha participação na pesquisa. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (e.g. livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa acima especificados. Estou ciente de que posso cancelar minha participação na pesquisa a qualquer momento, bastando apenas informar minha vontade ao pesquisador. Minha colaboração terá início quando eu entregar este presente termo devidamente assinado, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Porto Alegre, 14 de junho de 2017.

\_\_\_\_\_  
Ives Solano Araujo

\_\_\_\_\_  
Eliane Angela Veit

\_\_\_\_\_  
Terrimar Ignácio Pasqualetto

\_\_\_\_\_  
Professor(a)

## TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, declaro por meio deste termo que autorizo a participação do aluno(a) \_\_\_\_\_, do segundo ano do Campus Osório do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), do qual sou responsável legal, na coleta de dados de uma pesquisa sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física. A pesquisa será realizada pelo professor de Física do Campus Osório do IFRS Terrimar I. Pasqualetto (e-mail [terrimar.pasqualetto@osorio.ifrs.edu.br](mailto:terrimar.pasqualetto@osorio.ifrs.edu.br)). A pesquisa faz parte do curso de Doutorado do referido professor junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação dos professores Dra. Eliane Veit e Dr. Ives Solano Araujo. Declaro que fui informado de que as informações coletadas a partir desta pesquisa serão utilizadas para fins acadêmicos (e.g. composição de texto para dissertação, artigos científicos, palestras, seminários, etc.), mantendo a identificação do aluno em sigilo. Autorizo, também, para fins de divulgação dos trabalhos acadêmicos produzidos, as fotos e filmagens obtidas durante a participação do aluno. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (e.g. livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa acima especificados. Estou ciente de que posso cancelar a participação do aluno na pesquisa a qualquer momento, bastando apenas informar minha vontade ao pesquisador. A colaboração terá início quando eu entregar este presente termo devidamente assinado, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Osório, 06 de Novembro de 2017.

\_\_\_\_\_  
Eliane Veit

\_\_\_\_\_  
Ives Solano Araujo

\_\_\_\_\_  
Terrimar I. Pasqualetto

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável

## TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, aluno(a) do segundo ano do Campus Osório do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), no ano de 2017, declare, por meio deste termo, que me voluntario a participar da coleta de dados de uma pesquisa sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física. A pesquisa será realizada pelo professor de Física do Campus Osório do IFRS, Terrimar I. Pasqualetto (e-mail [terrimar.pasqualetto@osorio.ifrs.edu.br](mailto:terrimar.pasqualetto@osorio.ifrs.edu.br)). A pesquisa faz parte do curso de Doutorado do referido professor junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação dos professores Dra. Eliane Veit e Dr. Ives Solano Araujo. Declaro que fui informado de que as informações coletadas a partir desta pesquisa serão utilizadas para fins acadêmicos (e.g. composição de texto para tese, artigos científicos, palestras, seminários, etc.), mantendo minha identificação em sigilo. Autorizo, também, para fins de divulgação dos trabalhos acadêmicos produzidos, as fotos e filmagens obtidas durante minha participação. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (e.g. livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa acima especificados. Estou ciente de que posso cancelar minha participação na pesquisa a qualquer momento, bastando apenas informar minha vontade ao pesquisador. Minha colaboração terá início quando eu entregar este presente termo devidamente assinado, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Osório, 06 de Novembro de 2017.

\_\_\_\_\_  
Eliane Veit

\_\_\_\_\_  
Ives Solano Araujo

\_\_\_\_\_  
Terrimar I. Pasqualetto

\_\_\_\_\_  
Assinatura do aluno participante



## Anexo 1: Projeto do Corte de Cedros

No Quadro 1.2 Bender (2014) apresenta um exemplo de projeto muito citado em seu texto que versa sobre o corte de cedros em uma fazenda.

**Quadro 1.2** Exemplo de Projeto de ABP: corte de cedros

### Âncora: Quantos cedros podem ser cortados?

Uma fazenda na Virgínia, chamada Plantação de Cedros, tem como donos os descendentes dos primeiros proprietários, mas é administrada em conjunto com o governo do Estado da Virgínia, já que é considerada patrimônio histórico estadual. A família quer permitir que uma empresa familiar do setor moveleiro corte um lote selecionado de cedros brancos e vermelhos anualmente, com o intuito de fabricar móveis. Nesta fazenda, os cedros ocupam todos os 49 acres\* da sua reserva legal, mas a família não tem certeza sobre a quantidade de árvores existentes na propriedade e quer estar segura de que o corte seletivo não esgotará seu estoque de cedros. Desses 49 acres, aproximadamente 12 acres são visíveis a partir da casa da fazenda. Além disso, acredita-se que aproximadamente 21 acres correspondam a áreas pantanosas, mas todas as terras baixas se encontram do outro lado da reserva legal da propriedade e não são visíveis a partir da casa.

A família convidou uma turma de 5º ano de uma escola de anos finais do ensino fundamental para realizar um projeto a fim de determinar quantas árvores poderiam ser cortadas de forma seletiva, anualmente, em cada acre de terra. A família não quer cortar mais do que 50% dos cedros em um determinado ano e fornece instruções para que a turma use em seu projeto os dados a seguir, baseados nas normas de crescimento.

O professor e os alunos discutem esse projeto e decidem realizá-lo utilizando três grupos que atuam de modo independente na sala de aula. Juntos, o professor e os alunos decidem que cada um dos três grupos dedicará um mínimo de 20 horas a este projeto, empregando nele um mínimo de 30 minutos diários, tanto nas aulas de ciências quanto nas de matemática. É claro, em alguns dias, a turma usará até 1 hora neste trabalho.

### Informações sobre cultivo de cedros e diretrizes da família

Da muda à maturação	Aproximadamente 45 anos
Número médio de cedros vermelhos maduros por acre	53 (baseado na contagem de cedros em apenas 1 acre da área mais elevada da propriedade)
Número médio de cedros brancos maduros por acre	48 (baseado na contagem de cedros em apenas 1 acre da área mais baixa e pantanosa da propriedade)

*continua*

\* N. de R.T.: Um acre equivale a, aproximadamente, 0,4047 hectare.

**Quadro 1.2** Continuação

### Tarefas a serem cumpridas

Os alunos irão trabalhar em grupos para cumprir diversas tarefas:

1. Classificar os tipos de cedros na fazenda. Na maior parte dos casos, os cedros brancos crescem nos pântanos localizados nas áreas mais baixas da fazenda, enquanto os cedros vermelhos crescem nas áreas mais altas. Verificar o número médio de árvores em cada acre e a quantidade total que a propriedade possui. Será realizada uma *webquest*\* para orientar a pesquisa sobre o crescimento de cedros em vários terrenos e espera-se que todos os alunos a completem, seja individualmente ou em duplas. A família solicitou, se possível, uma contagem real das árvores em pelo menos 4 acres adicionais, dispersos pela propriedade, para extrapolar com precisão o número de cedros (completar essa tarefa mudará este exemplo de ABP para um exemplo de ABP de aprendizagem expedicionária). Esses dados para a extrapolação da contagem de cedros devem ser resumidos em uma planilha.
2. Estabelecer o tempo de vida para os cedros no norte do estado de Virgínia para verificar quantas árvores morrerem em um determinado ano. Se possível, fornecer orientação sobre "os piores" cenários (por exemplo, uma seca de dois anos, neve tardia que mata mudas recentes em um determinado ano) que possam limitar o número de árvores que deveriam ser cortadas anualmente. Determinar o número de árvores disponíveis para corte a cada ano, baseando-se na contagem média de árvores nos 4 acres e em outras diretrizes.
3. Determinar um plano razoável para o corte seletivo de cedros que não esgotará nenhuma seção das florestas e não impactará negativamente a visão das florestas de cedro a partir da fazenda.
4. Criar uma apresentação multimídia que irá persuadir todos os membros da família da viabilidade do corte de cedros e do impacto insignificante que tais cortes terão na visão da plantação a partir da fazenda.

### Os alunos precisarão obter acesso ao seguinte:

1. Uma oportunidade de saída de campo para visitar a fazenda e contar as árvores para o projeto.
2. Computadores com Microsoft Office, PowerPoint, Excel ou outra planilha eletrônica, vídeos e câmeras.
3. *Websites* com informações sobre cedros, condições de seca previstas em Virgínia, etc.
4. Mapa topológico da Virgínia Ocidental para determinar precisamente como muitos acres de áreas pantanosas podem existir na fazenda.

### Artefatos previstos

1. Quatro relatórios curtos que abordem questões internas ao projeto.
2. Apresentação(ões) de PowerPoint ou em vídeo que resumam as informações relatadas, tanto para cada questão individual como para as questões em conjunto. Elas devem incluir detalhes suficientes para que sejam convincentes.
3. Diretrizes específicas para recomendações do corte de árvores.



## Anexo 2: Diretrizes e exemplo de avaliação de colegas apresentadas por Bender (2014)

No Quadro 6.5 Bender (2014) apresenta diretrizes para a avaliação de colegas. Na sequência, no Quadro 6.6 é apresentado um exemplo de avaliação de colegas usando uma escala.

**Quadro 6.5** Diretrizes para avaliações de colegas

Ao conduzir avaliações de colegas, o único foco deve ser o fornecimento de auxílio ao aluno ou grupo de alunos que desenvolvem o produto, o relatório, a apresentação ou o artefato. Lembre-se sempre de que nossa meta nas avaliações de colegas é apoiar esses alunos e oferecer nossos melhores conselhos sobre como o produto deles poderia ser melhorado. Não se esqueça de que estamos criticando o produto e não o(s) aluno(s) que o desenvolveu(ram). Eis algumas diretrizes que devem ajudar.

1. Sempre analise o produto ou o artefato de forma cuidadosa ao realizar sua avaliação.
2. A seguir, prepare observações de avaliação por escrito antes de falar com o aluno cujo trabalho você está avaliando. Isso permite que você analise as observações e os pontos para verificá-los e para remover qualquer crítica severa.
3. Inicialmente, sempre busque coisas positivas para dizer. Isso ajuda a avançar a avaliação de discussão e facilitar a discussão das críticas negativas.
4. Permita com que mesmo os pontos negativos soem o mais positivo possível. Exemplo: "Apesar de ter gostado do jeito que você fez \_\_\_\_\_, eu fiquei preocupado com um aspecto dele(a)".
5. Seja específico em relação aos comentários positivos e negativos.  
Exemplos: "Esse foi um grande segmento de vídeo digital quando você discutiu \_\_\_\_\_ (tópico aqui)."  
"Sinto que isso poderia ter sido feito melhor se você tivesse apresentado também informações sobre \_\_\_\_\_."
6. Seja sucinto em seus comentários. Geralmente, um parágrafo de seis a 10 sentenças é mais do que suficiente para registrar tanto os pontos fortes como os pontos fracos de um artefato.
7. Esteja preparado para explicar quaisquer comentários negativos e dar exemplos daquilo que você acredita que irá melhorar o artefato.
8. Depois que seus comentários por escrito estiverem preparados, compartilhe-os com o professor e busque orientação sobre como sua formulação pode ser melhorada. Então, compartilhe essa avaliação com o aluno.
9. Jamais entre em uma discussão sobre as observações que você fez. Embora sempre se deva deixar que os estudantes façam comentários com relação a sua crítica, você deve relatar quaisquer divergências de avaliação mais sérias ao professor.

**Quadro 6.6** Amostra de avaliação de colegas de escala

Por favor, avalie o trabalho de \_\_\_\_\_ nas questões a seguir, com 5 significando excelente, ou "não poderia ter feito melhor", e 1 significando "precisa de melhoria considerável". Seu professor irá discutir suas avaliações com você quando terminar, e lhe serão concedidos pontos quando sua avaliação concordar com a do professor na mesma questão.

Nome do aluno do grupo de ABP \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome da tarefa sendo avaliada \_\_\_\_\_

Essa pessoa ou grupo de ABP:

Pesquisou completamente o tópico.	1	2	3	4	5
Apresentou múltiplas fontes de pesquisa.	1	2	3	4	5
Apresentou um conjunto razoável de resumos das informações.	1	2	3	4	5
Sintetizou bem essas informações.	1	2	3	4	5
Mostrou avaliação crucial das evidências.	1	2	3	4	5
Apresentou vários lados do argumento ou evidências.	1	2	3	4	5
Preparou um trabalho organizado, claro e compreensível.	1	2	3	4	5
Apresentou o trabalho no formato mais adequado.	1	2	3	4	5
No geral, eu avaliaria esse trabalho como:	1	2	3	4	5

Assinatura: \_\_\_\_\_

Ao assinar este trabalho, você está indicando que essa é uma avaliação honesta e precisa. O professor irá analisar e discutir essa avaliação com você e assiná-la após a reunião.

Assinatura do professor \_\_\_\_\_





## Anexo 3: Webquests sobre fontes de energia e aerogeradores



### Webquest sobre Energias

Física II

Professora: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Aluno(a): \_\_\_\_\_ Data Entrega: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Entender o que é energia; Identificar como a energia elétrica é gerada a partir de diferentes fontes energéticas; apontar pontos positivos e negativos do uso de cada uma delas e; identificar as políticas adotadas para a implementação dessas no Brasil.

#### Atividades:

Consultar os links sugeridos para responder as questões. Escreva, pelo menos, um parágrafo para cada item respondido. Cite as referências utilizadas.

- i) **O que é energia? Qual a importância da energia em nosso dia a dia e para a sociedade? Quais tipos de energia existem? Há alguma relação entre as energias mecânica, eólica, solar, nuclear e hidroeétrica? Explique.**

[http://www.fisica.net/mecanicaclassica/energia\\_mecanica.php](http://www.fisica.net/mecanicaclassica/energia_mecanica.php)

<http://efisica.if.usp.br/mecanica/ensinomedio/energia/>

ii) **Energia eólica:**

<http://www.pucrs.br/ce-eolica/faq.php?q=1#1>

<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2017/03/brasil-e-o-maior-gerador-de-energia-eolica-da-america-latina>

- a) O que é energia eólica? Procure informações do potencial eólica do Brasil e quais políticas vem sendo adotadas para viabilizar o uso da mesma.
- b) Procure informações do funcionamento de um aerogerador e do que seria necessário para implantar um parque eólico ou mesmo um pequeno aerogerador numa localidade.

iii) **Energia Solar**

<https://www.tecmundo.com.br/energia-solar>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\\_solar](https://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_solar)

<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/01/brasil-estara-entre-os-20-paises-com-maior-geracao-solar-em-2018>

- a) O que é energia solar? Procure informações do potencial do Brasil e quais políticas vem sendo adotadas para viabilizar o uso da energia solar?
- b) Procure informações de como a energia solar pode ser aproveitada para gerar energia elétrica. No Brasil ela é usada/gerada, principalmente, de que forma?

iv) **Energia Hidroeétrica:**

<http://energiainteligenteufff.com/como-funciona/como-funciona-hidreletrica/>

- a) De que forma é gerado energia elétrica numa hidroeétrica?
- b) Procure apontar pontos positivos e pontos negativos na geração de energia por hidroeétricas. Por que é tão utilizada no Brasil?

v) **Energia Nuclear:**

<http://energiainteligenteufff.com/como-funciona/como-funciona-energia-nuclear/>

<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Espa%C3%A7oConhecimento/Pesquisaescolar/EnergiaNuclear.aspx>

- a) O que é? Como funciona uma usina nuclear?
- b) Procure descrever quais os aspectos positivos e negativos da energia nuclear. Quais as políticas brasileiras adotadas para a implementação de usinas nucleares no Brasil?

vi) **Energia Termoelétrica:**

[http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina\\_term\\_funciona.asp](http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_term_funciona.asp)

<http://www.explicatorium.com/energia/energia-termoeletrica.html>

- a) O que é? Como funcionam as termoelétricas?
- b) Procure descrever quais os aspectos positivos e negativos dessa energia e os motivos que encarecem a energia elétrica gerada por termoelétricas.





## Webquest sobre Aerogeradores

### Física II

Professora: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_  
Aluno(a): \_\_\_\_\_  
Data Entrega: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Entender o funcionamento dos aerogeradores. Apontar as principais vantagens e desvantagens dos modelos mais utilizados. Identificar como a energia elétrica é gerada nos aerogeradores. Identificar quais os principais componentes dos aerogeradores.

### Atividades:

Consultar os links sugeridos para responder as questões. Escreva, pelo menos, um parágrafo para cada item respondido. Cite as referências utilizadas.

### Aerogeradores

<http://institutoideal.org/guiaeolica/>

<https://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/introducao/>

[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia\\_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)

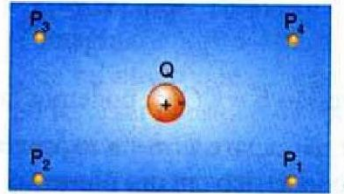
1. O que é um aerogerador?
2. Qual o histórico da utilização da energia eólica no Brasil?
3. Quanto ao eixo de rotação pode-se classificar as turbinas eólicas em dois tipos principais: as de eixo horizontal e as de eixo vertical. Faça um esquema (figura) de cada uma dessas turbinas mostrando seus principais componentes (pás, eixo, gerador) em relação à direção do vento.
4. Quais as principais vantagens e desvantagens do aerogerador de eixo horizontal?
5. Quais as principais vantagens e desvantagens do aerogerador de eixo vertical?
6. Pode-se instalar um aerogerador em qualquer lugar? Explique.
7. Faça um esquema que mostre todas as etapas da geração de energia elétrica por turbinas eólicas desde a passagem do vento nas pás até a distribuição de energia elétrica para as residências.
8. Pesquise agora como funcionam os geradores das usinas que geram energia a partir da queda de água, do carvão, da fissão nuclear e da energia solar.



## Anexo 4: Lista de exercícios sobre Campo e Potencial Elétrico

### Exercícios sobre Campo & Potencial Elétrico

1. Uma carga positiva  $Q$  está fixa no centro de uma mesa horizontal, como mostra a figura deste exercício. Uma pessoa, desejando verificar se existe um campo elétrico em  $P_1$ , coloca, neste ponto, uma carga  $q$ .



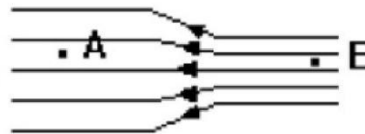
- a) Por que a pessoa poderá concluir que existe um campo elétrico em  $P_1$ ? b) Qual é a carga que criou o campo elétrico em  $P_1$ ? Como se denomina a carga  $q$  colocada em  $P_1$ ? c) Desenhe o vetor campo elétrico em cada um dos pontos  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  e  $P_4$ .

2. A intensidade do vetor campo elétrico no ponto  $P$ , gerado pela carga puntiforme  $Q$  da figura, é de  $9 \times 10^5 \text{ N/C}$ , no vácuo, onde a constante eletrostática vale  $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Determine o sinal e o valor da carga  $Q$ .



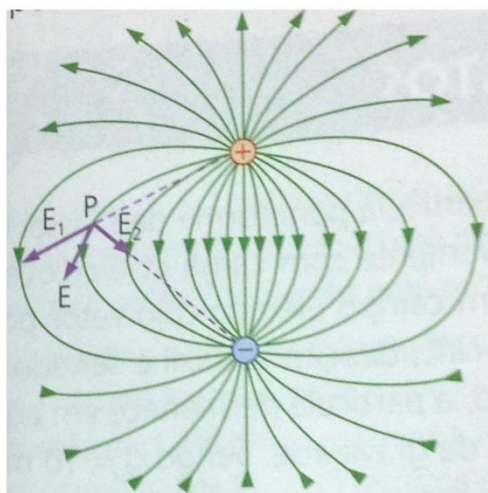
3. Uma carga de prova positiva com carga de  $2 \mu\text{C}$  é colocada em um ponto de um campo elétrico, cujo vetor tem direção horizontal, sentido da esquerda para direita e módulo  $4 \times 10^5 \text{ N/C}$ . Determine a intensidade, a direção e o sentido da força elétrica que atua na carga.

4. A figura ao lado mostra as linhas de força num campo elétrico. (a) Se o módulo do campo no ponto  $A$  é  $40 \text{ N/C}$ , que força um elétron experimenta neste ponto? (b) Qual é o módulo do campo no ponto  $B$ ?

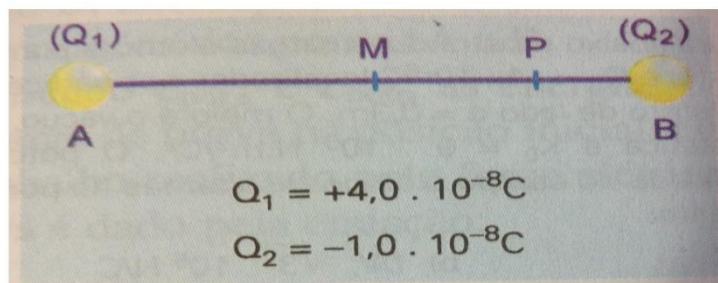


5. Qual é a aceleração de um elétron num campo elétrico uniforme de  $1,4 \times 10^6 \text{ N/C}$ ? (b) Quanto tempo leva para o elétron, partindo do repouso, atingir um décimo da velocidade da luz? (c) Que distância ele percorre?

6. A figura abaixo representa duas cargas puntiformes  $Q$  de mesmo módulo, mas de sinais opostos, imersas no vácuo. O ponto  $P$  está distante 20 cm da carga positiva e 30 cm da carga negativa. Sabe-se que a intensidade do vetor campo elétrico  $\vec{E}_1$ , gerado pela carga positiva no ponto  $P$  vale  $9 \times 10^5$  N/C. Determine:
- o valor da carga;
  - a intensidade do vetor campo elétrico  $\vec{E}_2$ , gerado pela carga negativa, no ponto  $P$ ;
  - a intensidade do vetor campo elétrico resultante  $\vec{E}$ , sabendo que o ângulo formado pelos vetores  $\vec{E}_1$  e  $\vec{E}_2$  vale  $120^\circ$ .

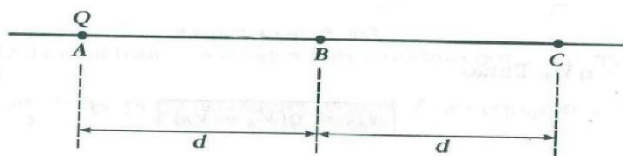


7. Duas cargas elétricas puntiformes  $Q_1$  e  $Q_2$  estão a uma distância de 10 cm uma da outra, no vácuo. Calcule:
- O campo e o potencial elétrico resultante em  $M$ , o ponto médio do segmento  $AB$ .
  - O campo e o potencial elétrico resultante em  $P$ , a 8,0 cm de  $A$  e a 2,0 cm de  $B$ .



8. Na figura representamos uma partícula eletrizada fixa em um ponto A. Em relação ao campo elétrico gerado pela partícula que está no ponto A, sabe-se que:
- i) o potencial elétrico em B vale 70 V e, ii) o campo elétrico em B vale 70 N/C. Com base nestas informações calcule:

- a) o campo elétrico no ponto C;  
b) o potencial elétrico no ponto C.



9. O raio de uma esfera condutora é igual a 10 cm. Ela está uniformemente eletrizada e imersa no vácuo. Sua carga é positiva e igual a  $100 \mu C$ . Determine:
- a) a intensidade do campo elétrico i) no interior da esfera, ii) próximo a sua superfície e iii) a 10 cm da esfera.  
b) o potencial elétrico i) no interior da esfera, ii) próximo a sua superfície e iii) a 10 cm da esfera.  
c) Faça o gráfico representando como muda o campo em função da distância e outro mostrando o potencial em função da distância.
10. Duas cargas puntiformes  $Q_1 = 50 \mu C$  e  $Q_2 = -8,0 \mu C$  estão fixas no vácuo, separadas de uma distância de 20 cm. Analise se as seguintes informações são verdadeiras ou falsas:
- i) A intensidade da força elétrica entre as cargas é de 90 N;  
ii) A intensidade do vetor campo elétrico e do potencial elétrico resultantes no ponto médio do segmento que une  $Q_1$  e  $Q_2$  são, respectivamente,  $4,5 \times 10^7$  N/C e  $1,5 \times 10^6$  V.  
iii) Uma carga elétrica puntiforme  $q$  ficará em equilíbrio eletrostático quando colocada num ponto  $P_1$  que dista 10 cm de  $Q_2$  e 30 cm de  $Q_1$ .

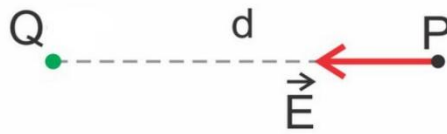






3. (2,0 pts) O módulo do vetor campo elétrico no ponto P, gerado pela carga puntiforme Q, é de  $18 \times 10^5$  N/C e tem direção e sentido conforme aparece em cada um das figuras. Lembrando que no vácuo a constante eletrostática vale  $9 \times 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup> e sabendo que  $d=60$  cm, em cada um dos casos, determine o sinal e o valor da carga Q:

i)



ii)



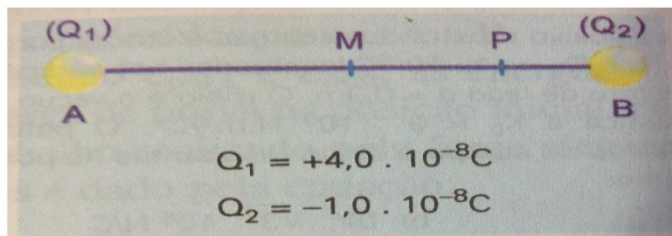
4. (2,0 pts) Analise a figura abaixo, onde  $d = 10$  cm,  $Q_1 = 2 \mu C$ ,  $Q_2 = -2 \mu C$  e  $Q_3 = 4 \mu C$ . Use a constante eletrostática no vácuo como sendo  $9 \times 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup> e determine:

- a) o módulo, a direção e o sentido da força elétrica resultante sobre a carga Q<sub>2</sub>.  
 b) o módulo, direção e o sentido do vetor campo elétrico resultante no ponto médio entre Q<sub>1</sub> e Q<sub>2</sub>.



5. (2,0 pts) Duas cargas elétricas puntiformes  $Q_1$  e  $Q_2$  estão a uma distância de 20 cm uma da outra, no vácuo. Calcule:

- a) O vetor campo elétrico resultante em M, o ponto médio do segmento AB.  
 b) O potencial elétrico resultante em P, a 18,0 cm de A e a 2,0 cm de B.



Boa Sorte!!! \* \_ \*

## Anexo 6: Texto “*What does it take for a project to be “authentic”?*” (Buck Institute for Education, 2012)

May 24, 2012

### What Does It Take for a Project to be “Authentic”?

Everyone thinks that Project Based Learning has something to do with “authentic” learning. But not everyone agrees what this means.



Take this quick quiz:

#### Which of the following projects could be called authentic?

- a) Students learn about endangered species in their region and take action to protect them, including a public awareness campaign, habitat restoration field work, and communication with local government officials.
- b) Students design and create a calendar with pictures and information about endangered species, which they sell at a pre-winter break community event and donate the money to an environmental organization.
- c) Students play the role of scientists who need to make recommendations to an environmental organization about how to protect endangered species in various ecosystems around the world.

To authenticity purists, a project is not really authentic unless it is in the real world, connected directly to the lives of students and real issues their communities. By this standard, choice “a” above certainly qualifies, and maybe “b”, but probably not “c”.

But I think the answer is “d) all of the above.”

There is a sliding scale of authenticity in PBL, which goes from “Not Authentic” to “Somewhat Authentic” to “Fully Authentic.”

“**Not authentic**” means the work students do does not resemble the kind of work done in the world outside of school or it is not intended to have an effect on anything apart from an academic purpose. A not-authentic project would involve the kind of assignment students are typically given in school: compose an essay, create a poster or model, write and present a book report, or make a PowerPoint presentation on a topic they've researched. Beyond their teacher and maybe their classmates there's no public audience for students' work, no one actually uses what they create, and the work they do is not what people do in the real world.

**“Somewhat authentic”** means students are doing work that simulates what happens in the world outside of school. In a project that is somewhat authentic, students could play a role (as in choice “c” above): scientists, engineers, advisors to the President, or website designers who are placed in a scenario that reflects what might actually occur in the real world. Or students could create products that, although they are not actually going to be used by people in the real world, are the kinds of products people do use.

**“Fully authentic”** means students are doing work that is real to them—it is authentic to their lives— or the work has a direct impact on or use in the real world. The “real world,” by the way, could still be school, which is a very real place for students. In these projects, like choices “a” and “b” above, students might advocate for a cause; take action to improve their community; perform a service for someone; create a physical artifact to display or distribute, or express their own ideas about a topic in various media.

**A project can be authentic in four ways**, some of which may be combined in one project:

**1. It meets a real need in the world beyond the classroom or the products students create are used by real people.**

For example:

- Students propose designs for a new play area in a nearby park.
- Students plan and execute an environmental clean-up effort in their community.
- Students create a website for young people about books they like.
- Students write a guide and produce podcasts for visitors to historic sites in their county.
- Students serve as consultants to local businesses, advising them on how to increase sales to young people.
- Students develop a conflict resolution plan for their school.

**2. It focuses on a problem or an issue or topic that is relevant to students’ lives—the more directly, the better—or on a problem or issue that is actually being faced by adults in the world students will soon enter.**

For example:

- Students create multimedia presentations that explore the question, “How do we make and lose friends?”
- Students learn physics by investigating the question, “Why don’t I fall off my skateboard?”
- Students form task forces to study possible effects of climate change on their community and recommend actions that could be taken.
- Students decide whether the U.S. should intervene in a conflict inside another country that is causing a humanitarian crisis.

**3. It sets up a scenario or simulation that is realistic, even if it is fictitious.**

For example:

- Students are asked by the Archbishop of Mexico in 1819 to recommend a location for the next mission in California.
- Students act as architects who need to design a theatre that holds the maximum number of people, given constraints of available land, cost, safety, comfort, etc.
- Students play the role of United Nations advisors to a country that has just overthrown a dictator and needs advice about how to start a democracy.
- Students recommend which planet in our solar system ought to be explored by the next space probe as they compete for NASA funding.
- Students are asked to propose ideas for a new TV reality show that educates viewers about science topics such as evolutionary biology and climate change.

**4. It involves tools, tasks, standards, or processes used by adults in real settings and by professionals in the workplace. This criteria for authenticity could apply to any of the above examples of projects.**

For example:

- Students investigating the physics of skateboarding test various surfaces for speed, using the scientific method and tools scientists use.
- Students exploring the issue of how we make and lose friends conduct surveys, analyze data, record video interviews, and use online editing tools to assemble their presentations.
- Students acting as U.N advisors to an emerging democracy analyze existing constitutions, write formal reports, and present recommendations to a panel.

I agree that fully authentic projects are often the most powerful and effective ones, because they are so engaging for students and allow them to feel like they can have an impact on their world—so the more of them, the better. But if you can't get there yet, don't feel like you're failing the authenticity test in your projects. Some is still better than none!



## Anexo 7: Guia de planejamento inicial da equipe



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO SUL  
Campus Osório

### Guia de Planejamento Inicial da Equipe

Professora: \_\_\_\_\_ Física II  
Turma: \_\_\_\_\_ Data Entrega: \_\_\_\_\_

**Questão:** *Como você poderia construir um protótipo de aerogerador de baixo custo para proporcionar iluminação pública para comunidades carentes?*

**Objetivo:** *Construir um aerogerador de baixo custo para gerar iluminação pública para comunidades carentes.*

**Introdução:** O desenvolvimento de uma aeronave ou um novo smartphone podem ser revolucionários, sem dúvidas. Mas a **solução de um problema** que afeta muitas pessoas em condições de miséria e que pode mudar suas vidas para melhor, pode ser considerada ainda mais revolucionária. Viveríamos num planeta melhor se nossas ideias e a Ciência fossem direcionadas para o **que é bom para muitos**, em detrimento do que é bom só para alguns, em função de lucros.

**Para atingir o objetivo proposto a equipe deverá desenvolver os seguintes pontos durante o projeto:** i) o protótipo do aerogerador; ii) o manual do aerogerador; iii) trabalhos sobre energias e aerogeradores; iv) a apresentação final do projeto, v) relatório das atividades da equipe e vi) relatório final do projeto.

**Lembrem-se:** *Esse é apenas um guia para o planejamento inicial das tarefas para a equipe atingir o objetivo. Se necessário, é possível inserir outros tópicos nesse guia. E, ainda, com as devidas justificativas, alterar o planejamento ao longo do desenvolvimento do projeto.*

**Cronograma proposto:**                      **Data inicial:** 13/11/2017                      **Data Final:** 11/12/17

**Semana 1:** Divisão e planejamento inicial das equipes. Início da montagem do aerogerador.

**Semana 2:** Montagem e avaliação interna do aerogerador.

**Semana 3:** Desenvolvimento do manual do aerogerador e autoavaliação do projeto da equipe.

**Semana 4:** Avaliação final do aerogerador e apresentação preliminar do projeto.

**Semana 5:** Apresentação final do projeto.

1. **Componentes da Equipe:**
2. **Nome da Equipe:**
3. **Responsável da Equipe:**
4. **O que é um aerogerador?**
5. **Como um aerogerador funciona?**
6. **Quais tipos de aerogeradores existem?**
7. **Qual deles o grupo pensa ser viável construir para desenvolver o objetivo proposto nessa atividade? Justifique.**
8. **Quais materiais necessários? Como podem obter os mesmos?**
9. **Quais as etapas necessárias para construção do protótipo?**
10. **Quem ficará responsável por cada uma dessas etapas?**
11. **Caso a equipe enfrente problemas na execução de uma das etapas do projeto como pretende solucionar os mesmos?**

*“A ciência é boa e interessante quando ideias interessantes juntam-se a mentes interessantes.”*





## Anexo 8: Guia de autoavaliação e de avaliação do projeto do Aerogerador



### Autoavaliação e Avaliações do Projeto Aerogerador

Professora: \_\_\_\_\_ Física II Turma: Tec. INFO: \_\_\_\_

Aluno(a): \_\_\_\_\_ Data : 15/12/2017

Assinatura: \_\_\_\_\_

Algumas diretrizes para essa avaliação:

1. Ao assinar esse trabalho, você está indicando que essas avaliações são honestas e precisas. Por favor, seja o mais honesto e preciso possível.
2. Complete individualmente tanto a autoavaliação como as demais avaliações.
2. Tenha em mente que ao avaliar as equipes estamos analisando os produtos (protótipo, apresentação, ...) apresentados e não os colegas.
3. O objetivo dessa avaliação é obter subsídios para melhoria tanto dos projetos aqui apresentados bem como para implementação de futuros.
4. Na parte escrita das avaliações seja sucinto e objetivo.
5. Para quaisquer dúvidas solicite auxílio do professor.

**Questão:** *Como você poderia construir um protótipo de aerogerador de baixo custo para proporcionar iluminação pública para comunidades carentes?*

**Objetivo:** *Construir um aerogerador de baixo custo para gerar iluminação pública para comunidades carentes.*

### Parte 1: Autoavaliação

Por favor, avalie seu desempenho nas questões abaixo, com 5 significando excelente, ou seja “não poderia ter feito melhor” e 1 significando “precisa de melhoria considerável”.

1. Participei de todas as etapas e atividades solicitadas no projeto.	1	2	3	4	5	
2. Aproveitei todas as oportunidades de aprendizagem oferecidas/criadas ao longo do desenvolvimento do projeto.	1	2	3	4	5	
3. Contribuí para a aprendizagem dos colegas da equipe e/ou das outras equipes.	1	2	3	4	5	
4. Pesquisei completamente os assuntos abordados no projeto.	1	2	3	4	5	
5. Apresentei múltiplas fontes de pesquisa.	1	2	3	4	5	
6. Contribuí para a construção do protótipo.	1	2	3	4	5	
7. Entendi o funcionamento do protótipo de acordo com conceitos científicos.	1	2	3	4	5	
8. Organizei o projeto (ou partes) de forma clara, sucinta e objetiva.	1	2	3	4	5	
9. Apresentei o projeto (ou partes) de forma clara, sucinta e objetiva.	1	2	3	4	5	
10. Cumpri todos os prazos (cronograma) e metas estabelecidas pelo professor e pelos colegas da equipe.	1	2	3	4	5	
11. No geral, eu avaliaria meu trabalho e participação na equipe como:	1	2	3	4	5	

i) Escreva aqui as informações que complementam os itens da autoavaliação:

---

---

---

ii) Com base em suas impressões no decorrer da execução do projeto, você acredita que foram oferecidas as condições necessárias para o desenvolvimento do mesmo? Justifique.

---

---

---

iii) Registre os aspectos positivos e negativos em desenvolver o projeto do aerogerador. Explique.

---

---

---

---

### Parte 2: Avaliação do desempenho da Equipe

Por favor, avalie o desempenho da sua Equipe de acordo com as questões abaixo, com 5 significando excelente, ou seja "não poderiam ter feito melhor" e 1 significando "precisam de melhoria considerável".

**A equipe:** \_\_\_\_\_

1. Participou de todas as etapas e atividades solicitadas.	1	2	3	4	5	
2. Pesquisou completamente os assuntos abordados no projeto.	1	2	3	4	5	
3. Apresentou múltiplas fontes de pesquisa.	1	2	3	4	5	
4. Cumpriu os prazos (cronograma) e metas estabelecidas pelo professor e pela própria equipe.	1	2	3	4	5	
5. Apresentou um protótipo razoável.	1	2	3	4	5	
6. Avaliou a viabilidade de implementação do protótipo.	1	2	3	4	5	
7. Explicou o funcionamento do protótipo de forma clara e objetiva e de acordo com os conceitos científicos.	1	2	3	4	5	
8. Preparou um trabalho organizado, claro e compreensível.	1	2	3	4	5	
9. A apresentou o trabalho no formato mais adequado.	1	2	3	4	5	
10. No geral, eu avaliaria o trabalho da equipe como:	1	2	3	4	5	

i) Escreva aqui as informações que complementam os itens da avaliação da equipe:

---

---

---

ii) Quais foram os principais problemas que a equipe enfrentou para executar o projeto? Explique como foram resolvidos.

---

---

---

iii) Quais foram os aspectos positivos e negativos em atuar nessa equipe. Liste pelo menos dois de cada.

---

---

---

---

---

---

---

### Parte 3-1: Avaliação das demais Equipes

Nome da Equipe a ser avaliada: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie o desempenho da Equipe \_\_\_\_\_ nas questões abaixo, com 5 significando excelente, ou seja "não poderiam ter feito melhor" e 1 significando "precisam de melhoria considerável".

#### A equipe:

1. Pesquisou completamente os assuntos abordados no projeto.	1	2	3	4	5	
2. Apresentou múltiplas fontes de pesquisa.	1	2	3	4	5	
3. Apresentou um protótipo razoável.	1	2	3	4	5	
4. Avaliou a viabilidade de implementação do protótipo.	1	2	3	4	5	
5. Explicou o funcionamento do protótipo de forma clara e objetiva.	1	2	3	4	5	
6. Preparou um trabalho organizado, claro e compreensível.	1	2	3	4	5	
7. Apresentou o trabalho no formato mais adequado.	1	2	3	4	5	
8. No geral, eu avaliaria esse trabalho como:	1	2	3	4	5	

i) Escreva aqui as informações que complementam os itens da avaliação dessa equipe:

---

---

---

---

---

ii) Quais são os pontos fortes e pontos fracos do protótipo apresentado por essa equipe. Liste pelo menos dois de cada.

---

---

---

---

---

iii) Qual é o melhor conselho que eu posso oferecer a essa equipe para a melhoria protótipo?

---

---

---

---

---

### Parte 3-2: Avaliação das demais Equipes

**Nome da Equipe a ser avaliada:** \_\_\_\_\_

Por favor, avalie o desempenho da Equipe \_\_\_\_\_ nas questões abaixo, com 5 significando excelente, ou seja "não poderiam ter feito melhor" e 1 significando "precisam de melhoria considerável".

**A equipe:**

1. Pesquisou completamente os assuntos abordados no projeto.	1	2	3	4	5	
2. Apresentou múltiplas fontes de pesquisa.	1	2	3	4	5	
3. Apresentou um protótipo razoável.	1	2	3	4	5	
4. Avaliou a viabilidade de implementação do protótipo.	1	2	3	4	5	
5. Explicou o funcionamento do protótipo de forma clara e objetiva.	1	2	3	4	5	
6. Preparou um trabalho organizado, claro e compreensível.	1	2	3	4	5	
7. Apresentou o trabalho no formato mais adequado.	1	2	3	4	5	
8. No geral, eu avaliaria esse trabalho como:	1	2	3	4	5	

i) Escreva aqui as informações que complementam os itens da avaliação dessa equipe:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ii) Quais são os pontos fortes e pontos fracos do protótipo apresentado por essa equipe. Liste pelo menos dois de cada.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

iii) Qual é o melhor conselho que eu posso oferecer a essa equipe para a melhoria do protótipo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Parte 3-3: Avaliação das demais Equipes

**Nome da Equipe a ser avaliada:** \_\_\_\_\_

Por favor, avalie o desempenho da Equipe \_\_\_\_\_ nas questões abaixo, com 5 significando excelente, ou seja "não poderiam ter feito melhor" e 1 significando "precisam de melhoria considerável".

#### **A equipe:**

1. Pesquisou completamente os assuntos abordados no projeto.	1	2	3	4	5	
2. Apresentou múltiplas fontes de pesquisa.	1	2	3	4	5	
3. Apresentou um protótipo razoável.	1	2	3	4	5	
4. Avaliou a viabilidade de implementação do protótipo.	1	2	3	4	5	
5. Explicou o funcionamento do protótipo de forma clara e objetiva.	1	2	3	4	5	
6. Preparou um trabalho organizado, claro e compreensível.	1	2	3	4	5	
7. Apresentou o trabalho no formato mais adequado.	1	2	3	4	5	
8. No geral, eu avaliaria esse trabalho como:	1	2	3	4	5	

i) Escreva aqui as informações que complementam os itens da avaliação dessa equipe:

---

---

---

---

---

ii) Quais são os pontos fortes e pontos fracos do protótipo apresentado por essa equipe. Liste pelo menos dois de cada.

---

---

---

---

---

iii) Qual é o melhor conselho que eu posso oferecer a essa equipe para a melhoria do protótipo?

---

---

---

---

---