



A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ARTICULADA AO “ENSINO POR MICROPROJETOS”: UMA POSSIBILIDADE AO LETRAMENTO CIENTÍFICO

*THE THEORY OF SIGNIFICANT LEARNING ARTICULATED TO “MICROPROJECT
TEACHING”: A POSSIBILITY FOR SCIENTIFIC LITERACY*

Neusa Teresinha Massoni

Doutora em Ensino de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/ Instituto de Física/

neusa.massoni@ufrgs.br

Claudio Rejane da Silva Dantas

Doutor em Ensino de Física

Grupo de Pesquisa em Ensino de Física

Universidade Regional do Cariri – URCA

claudio.dantas@urca.br

Jeferson Barp

Mestre em Ensino de Física

Faculdade Integradas São Judas Tadeu

jefbarp@hotmail.com

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de apresentar e discutir como a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel pode ser articulada de forma eficaz à metodologia de “ensino por microprojetos” (Hernández & Ventura, 1998) como uma possibilidade, não a única, de introduzir temas de Física na escola pública de Ensino Fundamental. A metodologia pode funcionar como um “organizador prévio” na formação de subsunçores iniciais e como uma experiência positiva capaz de gerar predisposição ao estudo da Física. Realizamos dois estudos junto a escolas da rede pública de Porto Alegre, RS, e obtivemos resultados encorajadores, embora não se possa, de forma conclusiva, demonstrar que houve aprendizagem significativa. Isto demandaria um acompanhamento de longo prazo e uma análise mais detalhada. Mesmo assim, os/as professores/as e os estudantes das escolas investigadas demonstraram entusiasmo com a experiência, tendo a estratégia conseguido gerar interações nos grupos, incitado a formação de questões de pesquisas e de conceitos físicos introdutórios, e colocado os estudantes no papel de agentes ativos na elaboração de um plano de pesquisa, promovendo certas reflexões sobre o processo de investigação em Ciências.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino Fundamental; Metodologia de ensino por microprojetos; organizador prévio.

Abstract

In this text we aim to present and discuss how David Ausubel's Significant Learning Theory can be effectively articulated to the methodology of "teaching by microprojects" (Hernández & Ventura, 1998) as a possibility, not the only one, to introduce themes of Physics in the public elementary school. The methodology can function as a "prior organizer" in the construction of initial concepts and as a positive experience able to produce predisposition to the study of Physics. We have conducted two studies with public schools in Porto Alegre, RS, and we have obtained encouraging results, although we cannot conclusively demonstrate that there was significant learning. This would require long-term follow-up and more detailed. However, the teachers and students in the schools surveyed were enthusiastic about the experience, the strategy managed to generate engagement in the groups, prompted the formation of research questions and introductory physical concepts, and placed the students in the role of active agents in the elaboration of a research plan, promoting certain reflections on the process of science research.

Keywords: Physics Teaching; Elementary School; Methodology of teaching by microprojects; prior organizer.

1 INTRODUÇÃO

A noção de “letramento” ainda é, na maioria das vezes, associada à habilidade de ler e escrever, isto é, à “alfabetização”. Mas “letramento” distingue-se de “alfabetização” especialmente quando se fala em *scientific literacy* (CUNHA, 2017). Para o autor, o cerne do “letramento” está no “*impacto da leitura e da escrita por seu uso efetivo em práticas sociais*”; “letramento científico” tem a ver com o enfrentamento, pelos estudantes da Educação Básica, de uma sociedade marcada por uma sofisticação científica e tecnológica crescente; com a construção de habilidades interpretativas se familiarizando com a ciência e, com isso, participando de movimentos políticos na área de ciência e tecnologia (por exemplo, decidir apoiar ou não um programa de governo na área de energia, ou sobre o uso de agrotóxicos, sem se basear na crença de que toda intervenção nos recursos naturais é prejudicial [ou, em outro extremo, benéfica] e nem no desconhecimento de que certas políticas envolvem a resolução de um problema e acarretam outros).

Creemos que a construção desse nível de criticidade começa no Ensino Fundamental e estende-se por toda a Educação Básica em um longo e lento processo de letramento, ou alfabetização científica (SASSERON, 2010), e que isto envolve uma aprendizagem significativa de conceitos científicos; uma aprendizagem que faça sentido e possa contribuir para aproximar a escola do mundo dos alunos, do seu futuro, do meio social e das condições ambientais do planeta.

Nessa linha, os(as) professores(as) precisam levar em conta que esse aluno chega à sala de aula carregando crenças, valores, expectativas ou, na perspectiva de Ausubel, possuem conhecimento prévio. Por outro lado, não raro, esse conhecimento é o resultado de suas experiências primeiras com o mundo, culminando em saberes cotidianos que dificultam a aprendizagem científica. Daí a importância de que o primeiro contato com temas de Física seja uma experiência positiva, capaz de gerar predisposição ao estudo (que é uma das condições à aprendizagem significativa), e que possa construir subsunçores iniciais para seguir aprendendo, através da diferenciação progressiva, ao longo da vida escolar.

Para Ausubel, há dois métodos de aprendizagens e ambos podem resultar em aprendizagens significativas: a *aprendizagem receptiva* e *aprendizagem pela descoberta*. A aprendizagem receptiva, que é mais comum nas escolas, é aquela em que o novo conhecimento é apresentado ao estudante, seja através de uma aula, do livro didático, por atividade no computador, etc. Neste caso, o conhecimento não precisa ser descoberto, o aprendiz precisa apenas relacionar o novo conhecimento de forma ativa a algum aspecto relevante já presente na sua estrutura cognitiva, retê-la e mais tarde poder recuperá-la para dar conta de alguma situação ou para a aprendizagem de um novo material relacionado. Na aprendizagem pela descoberta, os conceitos principais de um tema precisam ser descobertos de forma independente antes de ser relacionados à estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não literal. Contudo, afirma o autor, é preciso ter cuidado com a extrapolação injustificada desta técnica, evitar a noção epistemológica superempírica e “indutiva” (noção de que o ser humano pode através da observação e experimentação descobrir as leis da natureza), que é hoje superada, e que pode resultar em interpretações desprovidas de crítica da evidência de pesquisa, de maneira que é preciso se preocupar em desenvolver meios eficientes e adequados de selecionar, organizar e apresentar como o conhecimento é obtido, descoberto, construído em uma dada disciplina. Para Ausubel, a aprendizagem pela descoberta favorece estes aspectos, e por isso mesmo é mais apropriada na escola elementar em que ocorre *mais formação do que assimilação de conceitos* (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 433), dado que a assimilação requer pré-

requisitos. O autor chama a atenção para a existência de pseudológicas a respeito da aprendizagem pela descoberta, por exemplo, crer que o verdadeiro conhecimento é autodescoberto, que a criança deveria ser um “pensador criativo”, que a descoberta é geradora de motivação e autoconfiança, que ela assegura conservação da memória, interesse espontâneo, etc. Estas rubricas e outras mais são inválidas lógica e psicologicamente (ibid., p. 434). No entanto, a aprendizagem pela descoberta se sustenta em certas circunstâncias educacionais: *Nos estágios iniciais não sofisticados da aprendizagem de qualquer assunto abstrato, especialmente antes da adolescência...* (ibid., p.440). Precisamente este foi nosso objetivo, articular a metodologia de “ensino por projetos” em que buscamos incentivar um tipo semiautônomo de descoberta “acelerada pelo emprego de pistas e sugestões”, como adverte Ausubel, e que está, portanto, mais alinhada à aprendizagem pela descoberta. É neste sentido que assumimos que o “ensino por projetos” pode facilitar a formação dos primeiros conceitos de temas de física na educação científica no Ensino Fundamental.

Nessa linha, o que aqui se apresenta é parte de alguns trabalhos desenvolvidos no âmbito de um grupo de pesquisa em Ensino de Física da UFRGS que nos últimos anos tem buscado interagir com escolas da rede pública do município de Porto Alegre, RS. Resultados de uma dessas pesquisas mostrou que: a) nessa rede de ensino, o Componente Curricular Física somente é (era) ensinado no último ano do Ensino Fundamental (9º ano do 3º Ciclo, definido como ciclo “C”, ou C30, dado que a organização do sistema municipal de ensino está estruturada por ciclos de aprendizagens¹); b) a maioria dos professores investigados, através de um processo de “escuta” feita com dez profissionais (DANTAS, 2017), possui formação em Ciências com habilitação em Biologia e afirmava que não se sentia preparada para ensinar a Física; c) em algumas escolas investigadas a Física não chegava a ser abordada nessa etapa educacional. Diante desse cenário, e com o objetivo de oferecer às escolas pelo menos uma alternativa viável à introdução de temas de Física, temos realizado intervenções em sala de aula, em parceria com os(as) professores(as) das escolas de Ensino Fundamental, através da metodologia de “ensino por microprojetos”. As intervenções aqui discutidas deram-se através de um Mestrado Profissional (BARP, 2016) e de um doutorado em Ensino de Física (DANTAS, 2017) em que a metodologia de “ensino por microprojetos” esteve baseada em ideias de Hernández e Ventura (1998).

O que buscamos argumentar neste trabalho é que a Teoria da Aprendizagem Significativa pode ser articulada ao “ensino por microprojetos”, oferecendo suporte teórico para que a metodologia possa funcionar como um *organizador prévio*, ou seja, na formação de conceitos físicos iniciais, reconhecendo a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva dos estudantes (em geral conhecimentos se senso comum), mas acima de tudo, valorizando seus interesses e curiosidades para incitá-los a fazer perguntas, a realizar pesquisas, a discutir interpretações de conceitos e, assim, construir subsunçores iniciais para poderem seguir, no Ensino Médio, rumo a uma aprendizagem mais abstrata e significativa. O ensino por microprojetos conduz, através de trabalho colaborativo monitorado pelo professor, à pesquisa, à leitura e à aquisição de conceitos físicos iniciais que, mais tarde, poderão proporcionar uma interação não literal e não arbitrária com novos conhecimentos escolares, resultando na atribuição de sentidos e significados aos conceitos científicos e contribuindo na compreensão de fatos e fenômenos do cotidiano. Alguns desses fenômenos já eram apontados como

¹ São três ciclos de aprendizagem: A, B e C. Os três primeiros anos da estrutura seriada correspondem ao Ciclo A, sendo que A10 o 1º ano, A20 o 2º ano e A30 o 3º ano. O ciclo B é composto pelos três anos seguintes, B10 (4º ano), B20 (5º ano) e B30 (6º ano). O ciclo “C” é o último ciclo que integra os três anos finais: C10 (7º ano), C20 (8º ano) e C30 (9º ano). Os estudos revelam que aspectos conceituais da física somente são iniciados neste último ciclo.

curiosidade pelos estudantes investigados no Ensino Fundamental e foram por eles escolhidos para serem compreendidos nos microprojetos. Essa experiência é aqui compartilhada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

Para Moreira (1999) a aprendizagem cognitiva resulta no armazenamento organizado de informações na mente e aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com aspectos relevantes e inclusivos que estão presentes de forma clara na estrutura cognitiva do aprendiz, funcionando como ponto de ancoragem aos novos conceitos, aprendidos na escola. Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 96) dizem que a aprendizagem escolar significativa envolve a aquisição de conceitos, aprendizagem da sintaxe da própria língua e aprendizagem da leitura, especialmente no ensino primário. Ausubel menciona também que, ao contrário do que se acredita, a aprendizagem receptiva significativa não é necessariamente mecânica (isto é, quando não há relação do novo conhecimento com conteúdo relevante já estabelecido na estrutura cognitiva, os subsunçores) e passiva, mas que na prática educacional vão sendo empregados métodos que no processo de desenvolvimento caracterizam a aprendizagem receptiva significativa ativa. Com isso ele defende que há muita atividade envolvida na aquisição de significados pela aprendizagem receptiva significativa, mas que não é o tipo de atividade que caracteriza a descoberta. *Atividade e descoberta não são sinônimos no reino do funcionamento cognitivo* (ibid., p. 102), entendendo descoberta como um independente agrupamento de dados (mapas, tabelas, gráficos, etc.) e sua interpretação. Na aprendizagem receptiva, por sua vez, alunos motivados fazem considerações refletidas, reestruturam e integram o novo material instrucional em sua estrutura cognitiva.

No ensino por microprojetos que realizamos, procuramos acelerar a aprendizagem através do “emprego de pistas e sugestões”, como sugere Ausubel, selecionando e oferecendo material instrucional como livros didáticos, sites de internet, vídeos, artigos, etc. De certa forma, a aprendizagem foi receptiva (houve momentos de explicações e discussões), mas procurou seguir princípios da aprendizagem pela descoberta: envolveu leituras, releituras, tomadas de decisões e discussões nos grupos visando possibilitar que os estudantes relacionassem os novos conhecimentos com ideias já estabelecidas em suas estruturas cognitivas, estimulando a que reformulassem as novas proposições, como assevera Ausubel, *fundindo-se num esquema pessoal de referência compatível com o “background” experiencial, vocabulário e estrutura de ideias* (ibid., p. 102).

Foi este aspecto que buscamos explorar, dado que nossos sujeitos de pesquisa eram estudantes de 9º ano do Ensino Fundamental e estavam tendo oportunidade de ter um primeiro contato com a Física. Isto se deu através da estratégia dos microprojetos que funcionou como “organizador prévio” de ideias e princípios mais abrangentes, visando à formação/construção de conceitos científicos iniciais – os subsunçores, na acepção de Ausubel.

Esta foi uma articulação que percebemos viável entre a teoria ausubeliana e o ensino por microprojetos, sem desconsiderar que na aprendizagem significativa ativa ocorrem dois processos correlatos: a *diferenciação progressiva* (inclusão, que ocorre uma ou mais vezes, de uma nova informação a um determinado conceito ou proposição resultando em modificações do próprio conceito ou proposição e, portanto, uma nova organização, um novo significado); *reconciliação integrativa* (a recombinação de elementos na estrutura cognitiva). Estes processos marcam a organização do conteúdo escolar na estrutura cognitiva do aprendiz. *A aquisição de novos significados é um produto dessa interação* (ibid., p. 97).

Estes processos, entendemos, apresentam boa aderência às ideias de Hernández e Ventura (1998), que afirmam que a função do projeto é “favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) o tratamento da informação, e 2) a relação entre diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio” (ibid., p. 61).

Destacamos que o uso do “ensino por microprojetos” na perspectiva de Hernández e Ventura (1998) foi uma escolha nossa. Existem na literatura da área inúmeras outras concepções metodologias possíveis. Pasqualetto, Veit & Araujo (2017), através de uma revisão de literatura, mostram que há uma variedade de orientações da aprendizagem baseada em projetos (e.g., BENDER; 2014 – ensino por projetos na perspectiva da resolução de problemas e trabalho cooperativo; Grupo PBS (*Project Based Science*) da Universidade de Michigan; BARRON. 1998 – ensino por projetos impactando a avaliação de currículo fundamentado em problemas, etc.). Há em todos esses enfoques, contudo, uma noção que também permeou nossas intervenções – a de que a sequência não deve ser rígida; deve valorizar o conhecimento e o protagonismo dos estudantes e que toda a dinâmica precisa girar em torno de um tema ou “fio condutor”, na acepção de Hernández e Ventura (ibid.), a partir do qual se incentivam os grupos a construir uma questão de pesquisa e trabalhar visando respondê-la.

A teoria da Aprendizagem Significativa apresenta, segundo nossa percepção, uma aderência muito grande à estratégia de “ensino por microprojetos” porque todo o sentido do processo está na significatividade do ensino e da aprendizagem, na mudança de atitudes dos docentes e dos estudantes, que passam a tomar parte ativa na construção de seu conhecimento científico, em colaboração com os educadores, mas podendo eleger suas próprias questões e interesses.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A dinâmica do “ensino por microprojetos” leva em conta uma aprendizagem receptiva porque tem base em materiais instrucionais com os quais precisam interagir, ler, interpretar e resumir; mas também abarca aspectos da aprendizagem pela descoberta porque os grupos precisam decidir sobre o tema, construir questões e hipóteses, buscar respostas em suas pesquisas que podem incluir pequenos experimentos, análise de dados, etc. Assim, a dinâmica permite que os estudantes desenvolvam estratégias, experiências, maneiras pessoais de agir e interagir, que lhes permitam organizar os conhecimentos em busca de respostas às questões por eles escolhidas, trabalhando coletivamente, o que não dispensa o monitoramento e orientação do docente para que não percam o foco, como já comentado.

A estratégia, baseada em ideias de Hernández e Ventura (1998), está sumarizada pelo Quadro 1, que, em grandes linhas, permite que microprojetos possam ser desenvolvidos no Ensino Fundamental em períodos relativamente curtos (em torno de dez a quinze encontros).

Quadro 1: Etapas pensadas para o ensino por microprojetos, para aulas de Física.

ENCONTROS	PROPOSTA PARA ENCONTROS DE 1 HORA	OBJETIVO(S)
1º	Apresentação da proposta. Divisão da turma em grupos.	Organizar a turma em grupos; Sugerir e elencar possíveis temas de Física; suscitar debates e mapear interesses nos grupos.
2º	Escolha dos temas dos projetos. Construção de um “diário de bordo”.	Definição do tema; Relato dos motivos que levou o grupo à escolha do tema; apresentar e orientar a construção de um “diário de bordo” (contendo: tema, motivações, planejamento inicial, perguntas, hipóteses, etc.).
3º	Busca por materiais/textos significativos (livros, internet, artigos, simulações, vídeos, etc.); leitura compartilhada.	Construção de uma ficha de leitura de textos visando trabalhar a habilidade de interpretação e de sínteses de informações.
4º	Apresentação de como elaborar um plano de pesquisa, oferecendo templates para auxiliar na escrita do microprojeto.	Elaboração da ficha do Plano de pesquisa (índice, como sugerem Hernández e Ventura, 1998); Anotações no diário de bordo.
5º	Continuidade da pesquisa (busca de informações); monitoramento e conversa com os grupos sobre o andamento do trabalho.	Contato com textos didáticos; Orientação do professor no sentido de: evitar que as “questões de pesquisa” fossem amplas demais; esclarecer que novas questões ou reformulação da questão inicial podem surgir das leituras.
6º	Diálogo sobre o andamento dos projetos.	Orientação sobre como fazer “citação de fontes de pesquisa” e cuidados na escrita.
7º	Orientação sobre como elaborar um relatório/banner.	Orientações do professor sobre elaboração da “síntese do microprojeto”.
8º	Elaboração de um banner.	Interação com os grupos e orientação sobre a construção do pôster/banner.
9º	Entrega dos banners. Apresentação final dos projetos.	Apresentação dos microprojetos pelos grupos ao grande grupo; compartilhamento dos conhecimentos construídos e/ou ressignificados ao longo do processo.
10º	Discussão com grande grupo de aspectos positivos e negativos do trabalho com microprojetos; dificuldades enfrentadas, vantagens observadas, perspectivas futuras e indícios de aprendizagens.	Avaliação global da proposta de ensino por microprojetos; Autoavaliação dos grupos; Encerramento das atividades e escuta das falas dos estudantes sobre a sequência desenvolvida.

Fonte: Esquema reelaborado a partir de BARP (2016).

A proposta foi aplicada em quatro (04) escolas da rede municipal de Porto Alegre (denominadas de escolas E, D, G e H)². Todas as intervenções foram norteadas por um “fio condutor” expresso através de uma questão motivadora (BARP, 2016): “*onde há física em seu cotidiano?*”. Os grupos, em todas as turmas e em todas as escolas, tiveram liberdade para se constituírem segundo as afinidades dos estudantes. Com base no “fio condutor” e nos interesses dos estudantes, organizados em grupos, estes foram incentivados a debaterem e a escolherem um tema de Física, a formularem uma pergunta de pesquisa, a lerem e pesquisarem buscando alcançar respostas à pergunta que assumiram como foco. Com isso, esperava-se que aprendessem significativamente alguns conceitos e princípios introdutórios de Física. Toda essa dinâmica constituiu um processo que teve diferentes durações em diferentes escolas, e envolveu temas variados, como se pode ver no Quadro 2. Um instrumento útil foi o “diário de bordo” um

² Ver quadro 2.

caderno que foi customizado pelos grupos e cujo objetivo era que anotassem, dia a dia, as razões da escolha do tema, os avanços alcançados com as pesquisas, as dificuldades, as dúvidas, anotassem resumos de leituras, resultados das pesquisas, etc.). Cada grupo foi orientado a manter atualizado seu diário de bordo como forma de manter a pesquisa e o trabalho de equipe em curso.

Quadro 2. Panorama das escolas participantes, grupos e temas escolhidos, ano de aplicação e duração da intervenção, referência onde a descrição mais completa pode ser encontrada.

ESCOLAS/ PROFESSOR	GRUPOS	ALUNOS	TEMAS ESCOLHIDOS	ANO APLIC.	DURAÇÃO	REFERÊNCIA
Escola E Profa. E ³ Turma C32 ⁴	G1		Onde há Física no Celular?	2015	12 h-a	BARP (2016)
	G2		Onde há física na música?			
	G3		Onde há física na culinária?			
	G4		Onde há física nas lâmpadas?			
	G5		Onde há física no computador?			
	G6		Onde há física no Motocross?			
Escola D Profa. D	G1	05	Onde há Física no Clima?	2016	12 h-a	DANTAS (2017)
	G2	02	Onde há Física na panela de pressão?			
	G3	04	Onde há Física nos raios?			
	G4	03	Onde há Física no skate?			
	G5	02	Onde há Física no avião?			
	G6	03	Onde há Física na Lua?			
Escola G Profa. G	G1	05	Onde há Física nos Eclipses?	2016	8 h-a	DANTAS (2017)
	G2	04	Onde há Física nas Estrelas?			
	G3	04	Onde há Física na Luz?			
	G4	02	Onde há Física na Gravidade?			
	G5	02	Onde há Física nas Auroras Boreais?			
	G6	06	Onde há Física nas fases da Lua?			
Escola H Profa. H	G1	06	Onde há Física no Celular?	2016	18 h-a	DANTAS (2017)
	G2	08	Onde há Física no Futebol?			
	G3	05	Onde há Física no Stake?			
	G4	04	Onde há Física no parque de diversões?			
	G5	02	Onde há Física no trem que levita?			
	G6	03	Onde há Física na panela de pressão?			

Fonte: os autores.

Os grupos foram orientados a elaborar um plano de pesquisa para nortear a investigação das temáticas escolhidas. No plano destacaram: a problemática, algumas hipóteses iniciais, objetivos e aspectos metodológicos da pesquisa. Notamos que alguns estudantes não estavam familiarizados com esses termos, por exemplo, não entendiam o significado do que seria uma “hipótese” ou mesmo “um problema de pesquisa”. Consideramos essas dúvidas como sendo naturais, pois estavam sendo desafiados a estruturar alguns passos básicos do trabalho com microprojetos, algo que se afastava de métodos de ensino convencionais e mais se alinhava à “aprendizagem pela descoberta”.

Da análise dos planos de pesquisa que constavam do “caderno de bordo” de cada grupo destacamos algumas destas produções:

³ as professoras e as escolas estão representadas por letras para garantir anonimato.

⁴ Devido a existência de várias turmas de C30 (9º ano) nas escolas as mesmas eram classificadas seguindo os códigos sequenciais C31, C32, C33, C34, etc.

- Grupo da *Física dos Aviões* (Escola D) - *Como fazer um avião voar? Por que o avião voa?* Hipótese inicial: (...) *acho que ele começa a voar por causa da roda, por causa do vento e por causa da pista.* Destacaram como objetivo: *entender como os aviões voam; planejaram para atingir este propósito: realizar pesquisas, ler textos, livros e pesquisar na internet.* Como material de referência descreveram: *criticamos o texto a física do voo na sala de aula.*

- Grupo da *Física do Trem que Levita* (escola H) - *Como pode uma coisa pesada como o trem flutuar sem nenhuma ajuda “sobrenatural?”* Hipótese inicial: *Nós achamos que deve haver algum tipo de magnetismo que faça o trem levitar.* Consideramos que esses estudantes já estavam imbuídos de algum conhecimento ou interesse prévio sobre o assunto, pois escolheram um tema que não fazia parte de suas realidades mais próximas. Descreveram como objetivo: *Quando nos perguntarem algo sobre esse assunto nós saberemos responder. Queremos pesquisar mais a fundo sobre o assunto, nos dedicar para que o trabalho seja efetuado com sucesso e entender cada vez mais a física que há por trás do trem que levita.*

Percebemos que a tarefa de construção de um plano de pesquisa, mesmo simples, revelou ser um desafio aos estudantes, transparecendo com clareza ser uma primeira oportunidade de reflexão sobre um processo de investigação em Ciências. O ensino por microprojetos incita a curiosidade, embora tenhamos esbarrado no curto espaço de tempo destinado pelas escolas à aplicação das propostas, limitação que não permitiu explorar outras questões importantes à educação científica como, por exemplo, aspectos históricos e epistemológicos.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Foi notável que os estudantes carregavam saberes cotidianos, tinham suas explicações de alguns fenômenos à sua volta, mas, em geral, não tinham entendimentos próximos à linguagem científica, isto é, era necessário promover um letramento científico. A maioria dos temas escolhidos estava vinculada a alguma curiosidade de algum fenômeno de seu mundo vivencial ou algum interesse pontual desencadeado por vídeos e buscas na internet. O engajamento e a empolgação inicial na expectativa de compreender e conseguir explicar tais curiosidades e fenômenos, que os estudantes traziam em forma de palavras simples, mas que visivelmente geravam interesse e os impulsionavam à busca do novo conhecimento foi um traço comum em todas as intervenções. O desafio que se teve foi o de manter o curso do trabalho nos grupos e de promover interações alunos-material instrucional, alunos-alunos, alunos-professor para que ocorresse interação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento e que isto resultasse em novos significados, em conceitos científicos iniciais, tanto quanto possível.

A análise que aqui realizamos focaliza registros feitos nos diários de bordo. A Figura 1 mostra uma sequência de extratos a partir do diário de bordo dos alunos do grupo G1 da Escola D, que escolheu o tema “*Onde há física no clima?*”. Destacamos que por questões de espaço deste texto analisamos apenas a produção e apresentação de dois grupos, sendo que houve 24 grupos nas quatro escolas em que realizamos as intervenções.

O desenho inicial mostrado na Figura 1, em nossa interpretação, tende a representar certos conhecimentos prévios dos estudantes, associando frio com uma representação de ventos e tempo nublado; calor com Sol intenso e céu aberto; tempestade, raios, e na quarta cena uma representação da chuva. Assim, conceitos como frio, ventos, tempo nublado, céu aberto, calor,

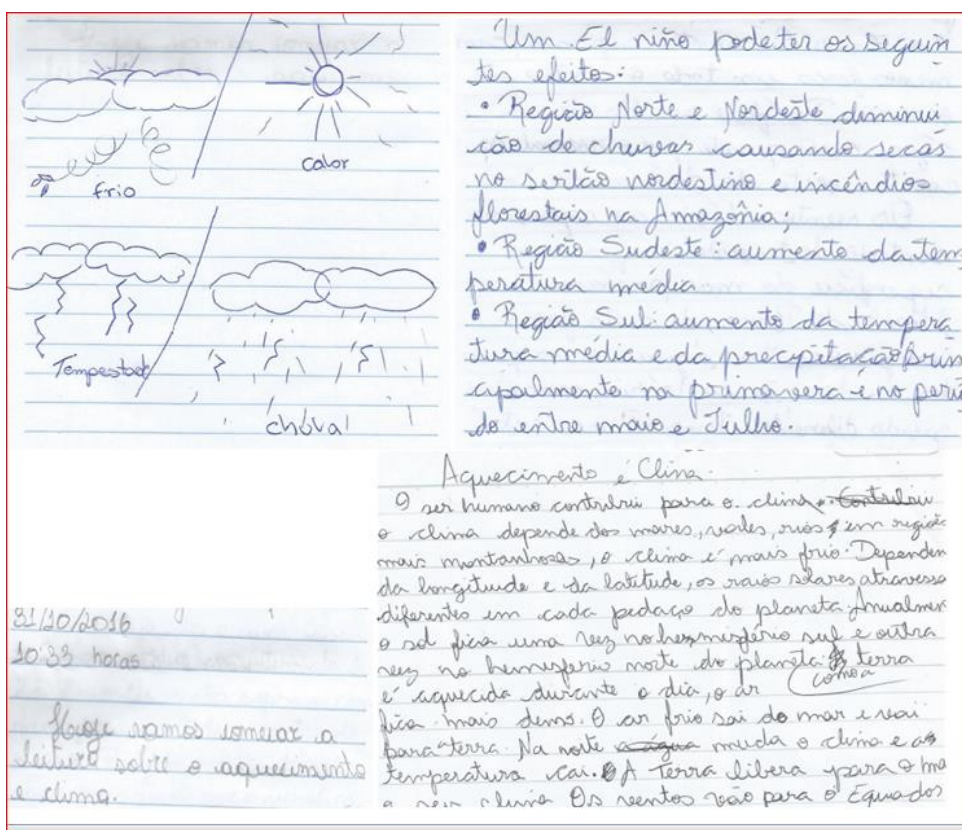
Sol, tempestades, raios, chuva podem ser tomados como conhecimentos prévios, presentes na estrutura dos estudantes desse grupo e associados ao clima.

No segundo encontro anotaram as razões da escolha do tema: *Para entender a chuva e porque ocorre tanta chuva em Porto Alegre; Saber por que o calor no verão é fora do normal; Entender de onde vêm as nuvens.* Percebe-se que são motivações contextuais. No encontro seguinte eles anotaram “*hoje vamos começar a leitura sobre aquecimento e clima*”. Seguem-se várias páginas de resumos e interpretações feitas de leituras sobre o fenômeno “*el niño*” e seus efeitos no clima nas diferentes regiões do país.

Na apresentação final explicaram que o fenômeno “*el niño*” tem repercussões diretas no Brasil: “*pode causar diminuição das chuvas no norte e nordeste e causar secas e incêndios, pode aumentar a temperatura aqui no sul e muitas chuvas...*”. Capturamos o seguinte argumento nas falas da apresentação final do grupo:

(...) se colocarmos um objeto perto do outro, e este está com 30 graus e outro está com 10 graus, e se os dois estiverem em um mesmo ambiente perto, um do outro, esses vão se equilibrar, para ter talvez uma mesma temperatura. Essa troca de calor pode acontecer pelo ar (...)

Figura 1. Extratos do Caderno de Bordo do Grupo G1 – Escola D (Turma C31).



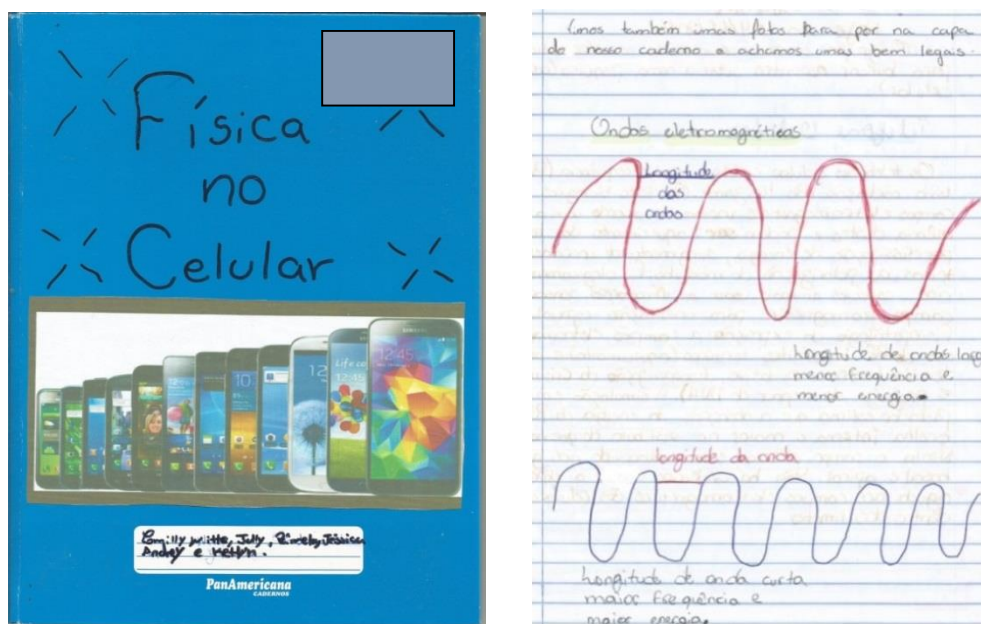
Fonte: cadernos de bordo do grupo G1 da escola D

Percebe-se que na apresentação abordaram o conceito de equilíbrio térmico e associaram-no como sendo o principal causador da formação do clima em uma região. De maneira geral observamos que após o estudo do fenômeno “*el niño*” o grupo pareceu compreender a formação dos ventos: energia do Sol aquece o solo, o ar nas proximidades do solo também é aquecido e sobe, e ar frio de outras regiões vem ocupar seu lugar. Ocorre, assim, um movimento de massas

de ar que origina os ventos. Ventos fortes, raios e chuvas intensas estão associadas ao fenômeno “*el niño*” e, possivelmente, isto explicasse, para eles, a grande quantidade de chuvas que ocorrem em Porto Alegre, em alguns períodos do ano. Esta era uma pergunta inicial do grupo. Foi possível perceber também que novos conceitos foram agregados à estrutura cognitiva desses estudantes. Por exemplo, equilíbrio térmico, que aparece no extrato da fala mostrado acima, fazendo supor que eles reorganizaram seus conhecimentos através dos microprojetos. À medida que foram compreendendo que o ar frio que chega (para ocupar o lugar do ar quente que sobe) vai sendo aquecido até atingir o equilíbrio térmico com o solo, este conceito parece ter adquirido significado. Assim, pode-se dizer que conceitos como equilíbrio térmico, “calor” associado à transmissão de energia do Sol foram sendo assimilados e ressignificados ao longo do processo de leitura, trocas e discussões e foram verbalizados nas apresentações, sendo que estes não estavam entre os conceitos prévios. Desta forma, foi possível ter indícios de alguma reorganização dos conceitos e proposições iniciais e de um enriquecimento da estrutura cognitiva, bem como da aquisição de novos significados, o que foi tomado como bastante positivo.

A Figura 2 mostra capa temática e alguns fragmentos escritos pelo grupo que escolheu compreender a Física no Celular (escola H).

Figura 2: Mostra capa e extratos da produção textual do caderno de bordo do grupo da Física no celular (escola H, Grupo G1).



Fonte: cadernos de bordo do Grupo G1 da escola H.

Do caderno de bordo deste Grupo, transcrevemos o seguinte registro:

Hoje o grupo se reuniu para determinar o tema que nós iremos pesquisar, sobre vários temas do celular. Nós escolhemos esse tema porque nós temos muita curiosidade em saber sobre as ondas do celular, sobre a tecnologia, queremos saber também sobre a Física de uma ligação a outra... iremos elaborar uma evolução histórica do telefone (...) nós do grupo que estamos trabalhando sobre a física no celular e as ondas

magnéticas estamos montando o nosso quadro para a apresentação que será hoje, nós estamos desenhando diferentes tipos de ondas (grifos nossos).

Os estudantes deste grupo anotaram alguns conceitos científicos que iriam estudar para tentar compreender o funcionamento dos aparelhos celulares (e.g., *ondas eletromagnéticas; frequência de uma onda; comprimento de onda; transmissão de energia; reflexão, refração, interferência*). A leitura atenta das transcrições e a interação com o docente pareceu demonstrar além do interesse, certo entendimento sobre o significado do *Espectro Eletromagnético*; isto ficou reforçado no momento das apresentações (seção 7.3.6 da Tese, Dantas, 2017). O estudo das *ondas eletromagnéticas* é fundamental como conceito básico que permeia o entendimento de diversos dispositivos tecnológicos e fenômenos do cotidiano dos estudantes (e.g., radiação solar; raios infravermelhos; raios ultravioletas; micro-ondas; ondas de rádio; raios X, etc.).

Na sequência, mostramos algumas imagens (Figuras 3 e 4) capturadas em momentos de preparação dos estudantes para as apresentações finais.

Figura 3: (a) Grupos da Física do Clima (escola D); (b) e da Física do Futebol (escola H), construindo suas apresentações nas minilousas.

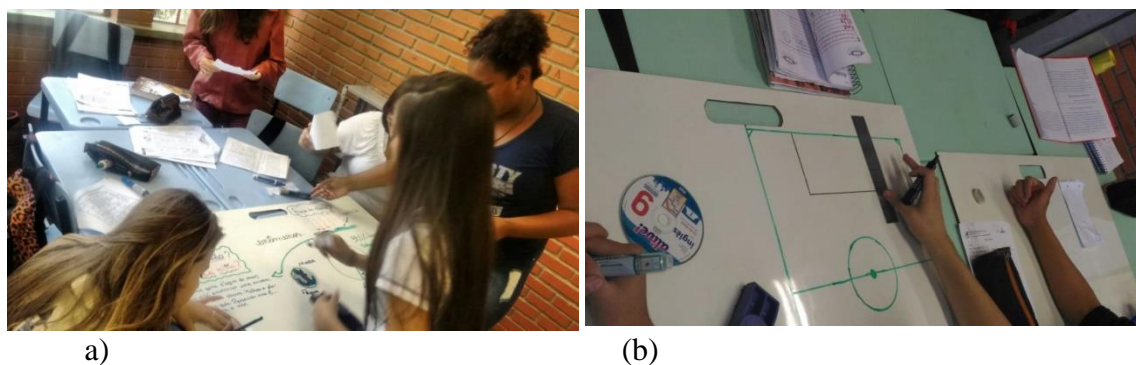


Figura 4: Mostra um panorama dos vários grupos da turma da professora H trabalhando na construção das apresentações dos seus microprojetos.



As imagens representativas pretendem mostrar as circunstâncias de funcionamento de uma aula de Ciências no Ensino Fundamental sob a abordagem ensino por microprojetos. Essa proposta alternativa de trabalho exige naturalmente uma reorganização da sala de aula. Os estudantes da professora H, por exemplo, estavam todos empenhados na realização da atividade

de apresentação final de seus resultados. Eles dividiam tarefas específicas, envolviam-se na construção de um trabalho que era de sua autoria e resultava de um processo coletivo. Esta imagem é particularmente representativa porque mostra um cenário em que todos aparecem trabalhando organizadamente.

O grupo que trabalhou com a Física da Lua (escola D) desenhou na minilousa uma representação esquemática para explicar como ocorrem as fases da Lua (Figura 5). Destacamos uma fala capturada na apresentação final: *a Lua cheia é a fase mais bela e acontece quando o Sol ilumina toda a Lua, na parte virada para Terra. A Lua nova, o lado visto na Terra, tem pouca luz (...). A fase minguante é quando a Lua vai perdendo luz do Sol e na Lua crescente a parte iluminada forma uma letra cê (...).* Ainda que não tenham tido rigor de linguagem sua explicação esta adequada, assim como as representações nos desenhos.

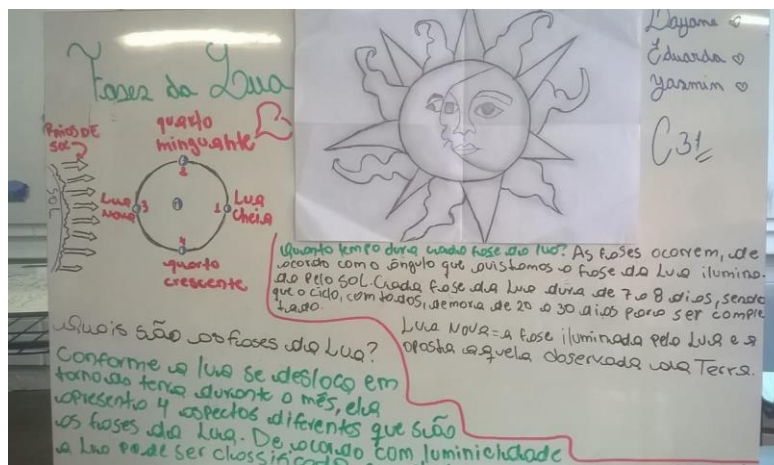
Figura 5: Apresentação na minilousa do grupo da Física da Lua (escola D, Grupo G6).



Os estudantes que trabalharam a Física do Futebol (escola H) solicitaram mais de uma minilousa. Apresentaram para a turma alguns entendimentos importantes da Física envolvida no movimento da bola, como neste registro: (...) *não podemos dizer que a bola no jogo vem com muito peso porque o peso não muda, temos que pensar na energia (...).* Parecem ter compreendido que no lançamento de uma bola é preciso atentar para a “conservação da energia” constituindo-se, em nossa interpretação, em um processo inicial de formação de alguns saberes da física que eles consideraram importantes para aquele tema, pois era um esporte apreciado por todos no grupo.

Na Figura 6 mostramos a construção na minilousa que norteou a apresentação da temática Fases da Lua (escola G). Eles compartilharam com a turma desenhos e a escrita de partes do texto que resultou de sua pesquisa. Parte da explicação, disseram: (...) *quando a Lua vai se deslocando em torno da Terra durante um mês, ela apresenta quatro aspectos que a gente chama de “fases da Lua” e que dependem da luminosidade que ela recebe do Sol (...).*

Figura 6: Apresentação do grupo que pesquisou sobre Fases da Lua da turma da professora G, Grupo G6.



Unanimemente os estudantes enfrentaram o desafio da apresentação final dos microprojetos, socializando seus resultados sobre o que foi possível entender. Esforçaram-se para dividir com a turma suas interpretações das leituras e discussões feitas sobre o tema. De uma forma geral, apresentaram aspectos da Física que consideraram importantes, porém de forma não aprofundada. Contudo, fizeram-no de maneira clara, concisa, mostrando que foi uma oportunidade de iniciação a esta disciplina e que os colocou em contato com alguns conceitos fundamentais, por exemplo: inércia, aceleração, peso, gravidade, massa, movimento acelerado, resistência, movimento constante, equilíbrio, densidade, trocas de calor, indução eletromagnética, espectro eletromagnético, ondas eletromagnéticas, atrações elétricas e magnéticas, conservação de movimento, energia e sua conservação, raios cósmicos, etc. Como dito na introdução e no referencial teórico, é possível que tenha havido a formação de subsunçores iniciais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS (OU CONCLUSÕES)

É importante dizer que todas as escolas em que realizamos as intervenções propositivas (propositiva porque carrega a noção dos microprojetos como sendo uma alternativa, uma proposta viável para introduzir conceitos de Física no Ensino Fundamental, dado o contexto inicialmente explicado) localizavam-se em regiões de alta vulnerabilidade social da capital gaúcha; que os estudantes, em geral, eram considerados indisciplinados e problemáticos, imersos em inúmeras carências sociais, econômicas, afetivas, motivacionais e com baixa autoestima. Contudo, a proposta de ensino por microprojetos conseguiu colocá-los no protagonismo de seu aprendizado. Foi possível ver turmas inteiras trabalhando colaborativamente (buscamos mostrar isto através de algumas imagens), pesquisando, dividindo tarefas, discutindo, anotando produções textuais nos cadernos de bordo e preparando as apresentações finais com dedicação e comprometimento.

É importante pontuar, contudo, como já dito, que as apresentações finais foram simples, isto é, não abordaram com profundidade os conceitos e princípios físicos associados aos temas escolhidos, mas nem por isto foram consideradas pouco importantes, pois esses conceitos

representavam curiosidades e interesses dos próprios estudantes e impulsionaram a busca e a interação do novo conhecimento com aqueles já existentes, que foram adquirindo novos significados de maneira que o “ensino por microprojetos” pode ter funcionado como um organizador prévio na formação de conceitos iniciais de Física. Além de ter promovido interações e a formação de conceitos físicos introdutórios (as verbalizações dos grupos nas apresentações finais mostraram isto), os microprojetos permitiram que esses estudantes tivessem a oportunidade de ter um primeiro contato com a Física e, segundo suas falas na avaliação das intervenções, com isso puderam construir uma visão positiva a respeito da disciplina de Física o que, possivelmente, terá impacto no “letramento científico” e em suas futuras práticas e aprendizados escolares e sociais. Ter conceitos científicos, ou subsunçores, iniciais pode fazer a diferença no estudo da Física que se seguirá no Ensino Médio para esses estudantes, mas o mais importante, acreditamos, está na aquisição de predisposição ao estudo e à interação não literal e não arbitrária, que a dinâmica pôde favorecer, e que é uma condição indispensável para que ocorra uma aprendizagem significativa da Física.

Este breve contato com as escolas permitiu perceber e refletir que é muito importante que exista uma maior interação entre os saberes acadêmicos e os saberes escolares. O desenvolvimento da pesquisa como um todo (dado que aqui somente relatamos um fragmento), no interior dos espaços escolares mostrou que há uma necessidade de formação continuada, evidenciada pelos profissionais, principalmente em relação ao ensino do Componente Curricular Física. Este apoio, longe de ser um receituário, deveria buscar “ouvir melhor a escola”, os profissionais, as necessidades, dificuldades e incertezas que permeiam o cotidiano escolar. A proposta, de outro lado, mobilizou os estudantes, que demonstraram engajamento nas tarefas de leituras, pesquisas, construção dos cadernos de bordo, produções escritas, preparação e apresentações finais. Em boa medida, este envolvimento resultou do fato de serem permitido escolher os temas de seus interesses e da valorização de suas produções.

Algumas limitações precisariam ser consideradas em futuras implementações da proposta foram: a questão do tempo que foi curto, a fragmentação dos horários da disciplina de Ciências dispersando os estudantes; a pouca oportunidade de exploração das tecnologias da informação e comunicação; a rigidez da grade curricular que em geral é resistente à penetração de formas alternativas de ensino, a grande interrupção para o cumprimento do horário para a realização de provões, etc.

De qualquer modo, percebemos que o processo de ensino por microprojetos transformou a sala de aula, colocou os alunos em posição ativa de busca e construção do seu conhecimento, engajou mesmo aqueles que em aulas tradicionais eram rotulados como indisciplinados; especialmente, colocou os estudantes do último ano do Ensino Fundamental em contato com a Física através de uma experiência introdutória, mas positiva. O curto período de vivência no espaço escolar, imerso em sua complexidade, foi insuficiente para refletir com mais clareza sobre como avaliar a profundidade e rigorosidade do aprendizado por meio da proposta de ensino por microprojetos. Mesmo assim, acreditamos que este relato possa incentivar outros docentes do Ensino Fundamental espalhados pelo País a investirem na estratégia, modificando-a e moldando-a de acordo com seus contextos particulares, na esperança de que seus estudantes tenham também um contato positivo com a Física e se beneficiem da formação de conceitos físicos iniciais ou, dito de outra forma, de subsunçores iniciais.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARP, J. **Uma proposta de trabalho orientada por projetos de pesquisa para introduzir temas de Física no 9º ano do ensino fundamental**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2016.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, vol. 22, n. 68, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782017226809>>.

DANTAS, C. R. S. **Avaliação no ensino de ciências no nível fundamental: investigando orientações oficiais e práticas docentes, fazendo “escuta” e intervenções em escolas**. 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre. 2017.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**, 5ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

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 - RBPEC**, v. 17, n. 2, p 551–577, 2017.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de Física. In CARVALHO, A. M. P et. al. (Orgs.). **Ensino de Física**. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 1-27.