

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

**ENSINO DE FÍSICA NO 9º ANO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA  
COM PROJETOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DE SITUAÇÕES-  
PROBLEMA**

**TERRIMAR IGNÁCIO PASQUALETTO**



Porto Alegre

**2011**

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

**ENSINO DE FÍSICA NO 9º ANO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA  
COM PROJETOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DE SITUAÇÕES-  
PROBLEMA\***

**TERRIMAR IGNÁCIO PASQUALETTO**

Dissertação realizada sob a orientação da Profa. Dra. Rejane Maria Ribeiro Teixeira e co-orientação do Prof. Dr. Marco Antonio Moreira e apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial aos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre  
2011

---

\*Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Dedico esse trabalho aos meus pais que nunca pouparam esforços para me oferecer tudo o que de melhor um filho pode receber.

## AGRADECIMENTOS

a Deus, pela vida e por oportunizar a realização desse trabalho;

à professora Rejane Maria Ribeiro Teixeira, pelo carinho e dedicação demonstrados durante a orientação deste trabalho. Pelos incentivos, cobranças e sugestões, pois foram eles que constantemente indicaram o rumo a ser seguido e permitiram a conclusão deste trabalho.

ao professor Marco Antonio Moreira, por plantar a semente de uma ideia que culminou na origem desse trabalho e pelas contribuições feitas ao longo do *desenvolvimento dessa proposta*;

à comissão de seleção, na figura dos professores Ruth de Souza Schneider (in memoriam), Eliane Angela Veit e Fernando Lang da Silveira, por respeitarem meus princípios religiosos no ato da seleção ao mestrado profissional para o ano de 2007;

aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS, por partilharem seus conhecimentos;

aos colegas da turma MPEF/2007, pelo companheirismo, discussões, momentos de estudo e de confraternização;

à administração e aos colegas do Colégio Adventista Marechal Rondon, pelo incentivo, apoio e participação na aplicação desta proposta;

à administração e aos colegas do Instituto Federal Catarinense *Campus Videira*, pela colaboração nos momentos em que precisei me ausentar;

aos meus pais por não medirem esforços para me proporcionar uma educação de qualidade e, junto com minha irmã, por me oferecerem um ambiente de compreensão, acolhimento e segurança;

a minha esposa Ana Flávia, pelo exemplo de dedicação e pelo constante incentivo;

aos meus familiares, pelo constante apoio, em especial ao tio Luiz Antônio, pela inabalável confiança e empolgação demonstradas para comigo e para com esta dissertação;

## **RESUMO**

A presente dissertação apresenta o relato da implementação de uma proposta metodológica para alunos do 9º ano do ensino fundamental, aos quais foram oferecidas atividades centradas em situações-problema. Tais atividades foram planejadas para pequenos grupos envolvendo a análise do funcionamento de equipamentos, o estudo da radiação infravermelha, o uso de vetores, o equilíbrio de corpos, além do estudo da energia solar. Essas atividades foram desenvolvidas em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental no Colégio Adventista Marechal Rondon em Porto Alegre, durante os anos letivos de 2009 e 2010. Para o planejamento e a implementação das atividades, foram consideradas as ideias de interação social de Vygotsky, da aprendizagem significativa de Ausubel e dos campos conceituais de Vergnaud. Os resultados obtidos na aplicação de tais atividades mostraram um aumento tanto do interesse dos alunos no estudo da Física, quanto de sua autonomia e segurança em analisar problemas novos, bem como o desenvolvimento das capacidades individuais ligadas à Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Situação-problema, Ensino Fundamental.

## **ABSTRACT**

This dissertation describes the implementation of a methodological proposal designed to ninth graders to whom problem-situation centered activities were offered. These activities were planned for small groups involving the analysis of how instruments work, the study of infrared radiation, the use of vectors, the equilibrium of bodies, and the study of solar energy. The implementation of the proposal was carried out with four groups of ninth graders of the Marechal Rondon Adventist School, in Porto Alegre, during the 2009 and 2010 school years. The theoretical framework used to design the activities was based on Vygotsky's social interaction, Ausubel's meaningful learning, and Vergnaud's conceptual fields. The findings of the application of the instructional activities suggest an increase in student's interest in study of physics, their autonomy and firmness in problem solving, as well as the development of individual skills related to physics.

**Keywords:** Physics education; Problem-situation; Elementary school.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 2 - ESTUDOS RELACIONADOS.....	11
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 A aprendizagem significativa de David Ausubel.....	15
3.2 Lev S. Vygotsky e a importância da interação social.....	17
3.3 Teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud.....	19
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DA PROPOSTA E DE SUA APLICAÇÃO.....	21
4.1 Contexto da aplicação da proposta e descrição das turmas de 9º ano.....	21
4.2 Descrição da proposta.....	22
CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA.....	27
5.1 Relato das atividades desenvolvidas no ano letivo de 2008 – pré-aplicação.....	27
5.2 Relato das atividades desenvolvidas no ano letivo de 2009.....	33
CAPÍTULO 6 - Resultados da Avaliação do Projeto.....	49
6.1 Resultados do questionário de opinião: alunos de 9º ano.....	50
6.2 Resultados do questionário de opinião: alunos de 1º ano do Ensino Médio....	55
CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	65
APÊNDICE B - TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR.....	67

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Em uma reflexão sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental, PCNEF, (BRASIL, 1998a), percebe-se um incentivo ao ensino de ciências através de uma abordagem multi e interdisciplinar. Trata-se de uma proposta onde as diferentes ciências se mesclam completando-se mutuamente, de forma a desenvolver as competências e habilidades dos alunos.

O aprendizado é proposto de forma a propiciar aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão do mundo que lhes dê condições de continuamente colher e processar informações, desenvolver sua comunicação, avaliar situações, tomar decisões, ter atuação positiva e crítica em seu meio social.

Para isso, o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno. (BRASIL, 1998a, p. 62)

No entanto, percebe-se que esses pressupostos nem sempre são colocados em prática. O mais comum é o ensino de Biologia entre o 6º e o 8º ano (ou, 5ª e 7ª série) e a iniciação do ensino de Física e de Química no 9º ano (ou, 8ª série) do Ensino Fundamental. Os temas relacionados à Física e à Química, pertinentes ao Ensino Fundamental, normalmente são abordados de maneira superficial e descontextualizadas.

A partir desta realidade, surgem algumas preocupações e questionamentos: Qual a visão de ciência que o aluno está formando? Estão os conteúdos, diretamente ligados à Física e à Química, recebendo o tratamento adequado nos ciclos finais do Ensino Fundamental? Os temas ligados a essas disciplinas não estão sendo alvo de um “empurra-empurra” entre os professores de ciências e os de outras áreas cujos conteúdos, eventualmente, se confundem ou se superpõem?

As respostas a estas perguntas dependem muito da realidade de cada escola. No entanto, é possível respondê-las, ainda que indiretamente, através do conhecimento e da atitude dos alunos que chegam ao Ensino Médio. Esses alunos, em sua grande maioria, não apresentam as competências e habilidades previstas pelos PCNEF. Outro ponto relevante é a falta de motivação para o estudo das disciplinas ligadas às Ciências.

Ostermann e Moreira, em seu livro “A Física na formação de professores do ensino fundamental”, constatam que as crianças perdem gradativamente a motivação de aprender ciências ao longo do primeiro e do segundo ciclo do Ensino Fundamental. Isso também pode



ser verificado nos seus ciclos finais. Esses autores atribuem esse fenômeno, em parte, à incapacidade das escolas de proporcionar um ensino estimulante. Propõem, ainda, que esta incapacidade estaria vinculada a professores com uma formação científica inadequada.

Embora a formação científica dos professores dos ciclos finais do Ensino Fundamental seja, em sua maior parte, mais qualificada, a experiência nos mostra que o processo de desmotivação para aprender ciências não é revertido. Os alunos que ingressam no Ensino Médio mantêm, de forma geral, uma postura apática e desinteressada com as disciplinas de ciências. Isso se deve a diversos fatores dentre os quais se destacam a metodologia utilizada pelos professores, os temas abordados e, não raro, o seu despreparo para tratar temas relacionados à Física e à Química no Ensino Fundamental.

Muitas vezes, o currículo escolhido para a disciplina de Ciências do 9º ano exige um nível de abstração e habilidade, com formalismo matemático, além da capacidade cognitiva do estudante nesta faixa etária. Moretzsohn, Nobre e Dieb (2003), em trabalho apresentado no XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, confirmam essa ideia dizendo que:

Ao aluno que vai cursar Física, pela primeira vez na oitava série, é apresentado um extenso conteúdo em que é exigido um certo formalismo matemático. É aí, então, que as dificuldades começam a aparecer, levando a maioria dos alunos a considerar a Física como uma disciplina insuportável, quando na verdade, em muitos casos, o problema não está na Física em si, mas na ferramenta necessária para a sua melhor compreensão, no caso a Matemática, principalmente. (MORETZSOHN; NOBRE; DIEB, 2003)

Atendo-se ao ensino de Física no 9º ano, percebem-se fundamentalmente duas correntes metodológicas. Uma, onde se trabalha a Cinemática em toda a sua extensão, procurando aprofundá-la matematicamente e outra que busca apresentar um panorama geral sobre o que se estuda em Física no Ensino Médio. Em ambas, percebe-se uma abordagem descontextualizada, não vivencial e demasiadamente formal. Essa prática gera alunos sem gosto e paixão pela Física. Alunos que enxergam a ciência como um conjunto de fórmulas descobertas a partir de experiências e que apenas um pequeno grupo de “malucos” entende. Esse preconceito associado ao desinteresse e ao mau desenvolvimento de competências e habilidades dificulta e impede, muitas vezes, o adequado desenvolvimento cognitivo do aluno no Ensino Médio.

A proposta aqui relatada busca atender a necessidade de mudar essa postura, gerando nos aprendizes o gosto pelas Ciências e pelas suas aplicações práticas. O trabalho desenvolvido visa contextualizar a Física através de uma série de atividades práticas para o 9º ano do Ensino Fundamental. Através dessas atividades, pretende-se fazer com que os estudantes entrem em contato vivencial com as ciências, sua importância e suas responsabilidades.

Não se crê, no entanto, que todos os problemas citados anteriormente possam ser resolvidos apenas criando-se uma proposta metodológica para o 9º ano (8ª série). A solução do problema passa por uma reestruturação completa do Ensino de Ciências no Ensino Fundamental. Apesar disso, é possível um resgate, ainda que parcial, do gosto pela Ciência, associado ao desenvolvimento das competências e habilidades, com a elaboração e aplicação de propostas para a melhoria do ensino de Física nesta série.

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica para o ensino de Física no 9º ano (8ª série) do Ensino Fundamental, descrita em sua totalidade nesta dissertação, desde seu processo de criação até os resultados de sua execução em sala de aula. Dá origem, também, a um texto de apoio ao professor desta disciplina contendo, de maneira objetiva, estratégias e atividades para o ensino de Física através de uma abordagem que contempla situações do cotidiano do aluno. O objetivo é fornecer um conjunto de textos e atividades que permitam ao professor motivar seus alunos a desenvolver o gosto pela Ciência concomitantemente com as competências e habilidades fundamentais ao estudo da Física, nesse nível de ensino.

Os capítulos são organizados de forma que no Capítulo 2 são apresentados estudos relacionados em uma revisão sucinta da literatura a respeito de diferentes abordagens usadas no estudo de Física no 9º ano do ensino fundamental, bem como outras propostas usadas em diferentes níveis do ensino fundamental e médio. No Capítulo 3, é apresentado o referencial teórico que norteou este trabalho.

O Capítulo 4 se refere à metodologia utilizada e ao contexto da aplicação da proposta. O Capítulo 5 apresenta uma descrição da implantação da proposta aula a aula. A análise dos resultados apresentados no questionário de opinião, bem como a apresentação desse questionário é feita no Capítulo 6. As considerações finais são apresentadas no Capítulo 7.

O Apêndice A contém o questionário de opinião aplicado aos alunos ao término da implementação da proposta. Um questionário semelhante foi aplicado a outro grupo de alunos ao final da 1ª série do Ensino Médio, sendo que somente parte desse grupo participou da aplicação da proposta quando alunos do 9º ano.

O material instrucional, produto deste trabalho de mestrado, acrescido de orientações para a sua utilização em sala de aula, é apresentado no Apêndice B e será submetido à publicação na série *Textos de Apoio ao Professor de Física*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Série publicada pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra\\_ta.php](http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra_ta.php)>. Acesso em: 20 out. 2011.



## CAPÍTULO 2

### ESTUDOS RELACIONADOS

Neste capítulo é realizada uma breve discussão de estudos relacionados ao tema deste trabalho existentes na literatura. Pretende-se com isso apresentar outras propostas e estudos que busquem melhorias no ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

Como citado na introdução, um ensino adequado de ciências no nível fundamental é uma meta ainda a ser atingida. Os PCNEF's preconizam que o ensino de Ciências deve proporcionar ao aluno a capacidade de aplicar em seu cotidiano os conhecimentos desenvolvidos na sala de aula. É necessária a formação de cidadãos críticos e autônomos em suas decisões e opiniões.

Mais do que em qualquer época do passado, seja para o consumo, seja para o trabalho, cresce a necessidade de conhecimento a fim de interpretar e avaliar informações, até mesmo para poder participar e julgar decisões políticas ou divulgações científicas na mídia. A falta de informação científico-tecnológica pode comprometer a própria cidadania, deixada à mercê do mercado e da publicidade. (Brasil, 1998b, p. 22)

A busca de uma metodologia que alcance os objetivos recomendados pelos PCNEF's tem sido alvo de pesquisas de diversos autores. É apresentada, a seguir, uma revisão sucinta da literatura relacionada ao tema deste projeto.

Nos trabalhos de dissertações desenvolvidas junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da UFRGS, encontram-se alguns exemplos de propostas de introdução da Física no Ensino Fundamental.

Mees (2004), em sua dissertação de mestrado, propôs um currículo para o 9º ano (8ª série) fundamentado no ensino de astronomia. O autor utilizou a metodologia de trabalhos em grupo e abordou diferentes temas ligados ao estudo do universo. Com um enfoque na astronomia, trouxe ao conhecimento dos alunos temas como luz, calor e movimentos. Conseguiu, com esse trabalho, perceber a motivação dos alunos em estudar Física, o que é um fato raro hoje em dia.

Schroeder (2004) vai ainda mais longe. Ele criou um currículo para os primeiros ciclos do ensino fundamental. Oportunizou o ensino de Física a crianças de sete a dez anos através de atividades *mão-na-massa*. Sob uma perspectiva das teorias de Piaget, Vygotsky e Vergnaud, buscou respeitar os estágios de desenvolvimento das crianças, bem como propiciar a interação social e a introdução dos alunos em novos campos conceituais.

Andrade (2005), partindo para uma proposta interdisciplinar abordando o tema “Luz e Cores”, através de um enfoque conceitual, desenvolveu atividades no 9º ano (8ª série) do Ensino

Fundamental, buscando integração com outras áreas. Temas como fotografia e arte se fizeram presentes gerando uma integração curricular como aconselhado pelos PCNEF's.

Calloni (2010) também desenvolveu atividades para o 9º ano (8ª série). Introduziu conteúdos de Física a partir da filmagem e análise dos vídeos usando o programa *Tracker*. Propôs aos alunos a filmagem e análise de situações cotidianas como atividades esportivas e de lazer e, posteriormente, discutiu a Física dos movimentos a partir dessas filmagens.

Além desses, destaca-se o projeto *TryEngineering* (TryEngineering, 2008)<sup>2</sup>, no qual foi baseado em parte o desenvolvimento das atividades didáticas aplicadas no trabalho desta dissertação. Essa proposta busca incentivar a escolha de carreiras na área das engenharias, através de pequenos projetos e outras informações pertinentes. Trata-se de um recurso para estudantes (na faixa etária de 8 a 18 anos), seus pais e seus professores. Versa sobre as diferentes áreas de engenharia, buscando mostrar as possibilidades que oferecem, bem como as diferentes disciplinas envolvidas nessas carreiras.

Nesse projeto é proposto um conjunto de atividades cuja utilização no ambiente escolar é incentivada, podendo ser acessadas livremente na página eletrônica do projeto. São atividades práticas, que simulam situações do cotidiano de engenheiros, permitindo ao aluno vivenciar essas experiências. Várias destas experiências envolvem conceitos de Física. Esses pequenos projetos incentivam o trabalho em grupo e o estudo de conceitos a partir de sua necessidade em cada atividade.

Também foram analisadas publicações que tratam do ensino de Ciências no Nível Fundamental em periódicos como a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). Os trabalhos relacionados apresentam o resultado de pesquisas na área, além de sugerirem atividades, metodologias e analisarem a formação de professores.

Reis e Garcia (2006) realizaram uma pesquisa junto a alunos do Ensino Fundamental tratando a exploração espacial como tema gerador. Utilizaram atividades *mão-na-massa*, propiciando uma interação pessoal do aluno com o tema abordado. O resultado dessa pesquisa permitiu caracterizar a proposta como uma experiência rica em significados, facilitando o entendimento de conceitos da área de ciências.

Rosa, Perez e Drum (2007) divulgam uma investigação identificando a presença de temas de Física no 1º e 2º ciclos do Ensino Fundamental. Ao entrevistar 34 professores dos

---

<sup>2</sup> Projeto *TryEngineering*, criado pelo *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)* organização profissional, fundada nos EUA, dedicada ao avanço da tecnologia em benefício da humanidade. Conforme citado no *site* do projeto é incentivado o uso livre de um conjunto de 115 planos de aula de engenharia, computação e tecnologia. Atualmente, esses planos de aula estão também disponíveis em um formato amigável para *smartphones*.

ciclos estudados, mapearam o ensino de ciências identificando os conteúdos de Física presentes tanto nos programas curriculares, como na formação desses professores. Identificaram, principalmente, a presença de temas ligados à Biologia e a ausência de atividades experimentais, além de o ensino praticado estar baseado em conceitos e em metodologias já presentes nos cursos de formação dos docentes pesquisados.

A seguir, no Capítulo 3, serão apresentados os referenciais teóricos que nortearam o desenvolvimento e a aplicação da proposta metodológica aqui relatada.



## CAPÍTULO 3

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fim de desenvolver uma proposta que contemple as dificuldades citadas na introdução desta dissertação, buscou-se luz nos textos de autores que discutem teorias de aprendizagem. A proposta aqui descrita fundamentou-se nos conhecimentos e nas teorias de três autores: David Ausubel (1968), Lev Vygotsky (1991) e Gérard Vergnaud (1983, 1990, 1993). Cada uma delas contribuiu de maneira significativa em todas as etapas deste trabalho. As suas teorias serviram de base para o desenvolvimento, a elaboração das atividades bem como para a forma como foram implementadas em sala de aula.

Embora as teorias desses autores tenham fundamental importância na proposta aqui apresentada, é importante salientar que nenhum deles é usado como única fonte de inspiração. Usaram-se elementos da teoria de cada um, coerentes entre si, mas sem a intenção de seguir fielmente um ou outro autor em todas as suas considerações. Desta forma, destaca-se o uso das teorias de aprendizagem significativa de David Ausubel, da interação e mediação social de Lev Vygotsky e dos campos conceituais de Gérard Vergnaud. A seguir são apresentadas, sucintamente, as teorias citadas e a influência de cada uma na proposta didática discutida nesta dissertação.

#### 3.1 A aprendizagem significativa de David Ausubel

Ausubel demonstra seu interesse e preocupação com a aprendizagem ao nomear o conceito principal de sua teoria - aprendizagem significativa. Ele dá especial atenção ao modo como ela “ocorre na sala de aula e no dia-a-dia da grande maioria das escolas” (Moreira, 1999, p. 152). Ausubel afirma que se fosse possível reduzir a psicologia educacional a um princípio, este seria: “o fator mais importante a contribuir para o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe.” (Ausubel, 1968, p. vi).

Segundo ele, o processo de aprendizagem significativa se dá quando o aluno consegue conectar, de modo interativo, os novos conhecimentos aos já existentes em sua estrutura cognitiva. Para isso, é necessário que existam “âncoras” para o novo material. Esses conceitos pré-existentes, aos quais o novo conhecimento se liga, são chamados *subsunçores*. Ou seja, é necessária uma conexão substantiva e não arbitrária entre os *subsunçores* e o que está sendo objeto da aprendizagem (Ausubel, 1968, p. 37).

Em contraste com a aprendizagem significativa, está a aprendizagem mecânica. Esta é o aprendizado sem uma interação com os conceitos pré-existentes, formando assim um



conhecimento arbitrário. Embora, segundo Ausubel, a aprendizagem significativa deva ser preferida em relação à mecânica, existem momentos onde este processo é bastante útil. Ao pensar que o indivíduo não nasce com os *subsunçores* formados e que eles são necessários ao processo de aprendizagem significativa, vê-se a aprendizagem mecânica como uma alternativa para a formação inicial dos primeiros conceitos sobre um determinado assunto. Efetivamente, esse processo é verificado na alfabetização infantil, apesar de que, ao chegar à escola, o aluno já apresenta um número expressivo de *subsunçores*.

Outra ideia importante de Ausubel propõe o uso de organizadores prévios no ensino. Esses organizadores prévios são materiais introdutórios, mais gerais e abstratos que aquele que vai ser apresentado, e darão ao estudante uma visão do todo. Esses materiais têm a função de pontes cognitivas entre o que se sabe e o que se pretende saber (Ausubel, 1968, p. 148).

Ao falar em aprendizagem significativa, relaciona-se uma série de processos e condições necessárias para sua ocorrência. Mas além do que já foi citado, existem outras condições relevantes. Como a aprendizagem precisa ser não-arbitrária e não-literal, é necessário que o material a ser aprendido possua essas características, ou como Ausubel chama, seja potencialmente significativo. Além disso, é fundamental a pré-disposição do aprendiz para relacionar de maneira significativa o novo material a sua estrutura cognitiva, bem como a existência de *subsunçores* em tal estrutura.

Ausubel diz que, ao conectar um novo conceito a um *subsunçor*, não se tem apenas uma ligação entre eles, mas ambos sofrem alterações, chamando esse processo de assimilação. Logo após a aprendizagem significativa, os dois – novo conhecimento e *subsunçor* – permanecem dissociáveis e começa, então, um segundo estágio chamado de assimilação obliteradora. Esse processo nada mais é que uma sedimentação da associação entre novas informações e suas ideias-âncora, até que elas não mais existam individualmente. (Moreira, 1999, p. 158)

A aprendizagem proposta por Ausubel pode ser dividida em três grupos: representacional, de conceitos e proposicional. A primeira é uma conexão símbolo-referente onde um passa a significar o mesmo que o outro. Já o segundo grupo é a representação de conceitos por símbolos específicos que trazem consigo um grau de generalidade. E por fim, a aprendizagem proposicional, a qual tem por objetivo “aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição” (Moreira, 1999, p. 157).

Vista por outro ângulo, pode-se classificar a aprendizagem em três outros grupos, a subordinada, superordenada e combinatória. Diz-se que ela é subordinada quando no processo se verifica um grau de subordinação existente do novo conhecimento em relação à estrutura

cognitiva. A superordenada é a incorporação de um conceito mais amplo que acaba assimilando outros já existentes no indivíduo. Quando não existe subordinação ou superordenação e o novo conhecimento interage de maneira bem geral com os *subsunçores*, chamamos a aprendizagem de combinatória. É importante salientar que essas três classificações são plenamente relacionáveis com as do parágrafo anterior.

As classificações citadas (subordinada, superordenada e combinatória) são relacionadas a dois processos importantes que ocorrem durante a aprendizagem. Ao se repetir o processo de alteração do *subsunçor* através da subordinação, ocorre o que Ausubel chamou de *diferenciação progressiva*, ou seja, apresenta-se o conjunto da obra e gradativamente diferenciam-se os detalhes. Mas também é possível o agrupamento de conhecimentos já existentes pela verificação de inter-relações, o que ocorre na aprendizagem superordenada e na combinatória. A esse processo, Ausubel dá o nome de *reconciliação integrativa*. Esses processos são relacionados e, normalmente, coexistem durante a aprendizagem significativa.

De acordo com essa teoria, uma preocupação com o conhecimento que o aluno já apresenta se fará presente ao longo do projeto aqui relatado, de tal forma que as atividades desenvolvidas procuram maximizar a aprendizagem. Foram promovidas discussões que tem a função de verificar quais são os conhecimentos prévios dos alunos sobre cada um dos temas. Além disso, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa estão presentes ao longo do processo permitindo e contribuindo para uma aprendizagem significativa.

### **3.2 Lev S. Vygotsky e a importância da interação social**

Vygotsky baseou sua teoria em alguns pilares fundamentais, entre os quais alguns se destacam pela sua importância, dada pelo próprio Vygotsky. A “ideia de que os processos mentais superiores têm origem nas interações sociais e a ideia de que esses processos só podem ser entendidos se entendermos os instrumentos e signos que os mediam” (Driscoll, 1995, p. 225 *apud* Moreira, 1999, p. 109-110).

A importância do contexto social na formação dos processos mentais superiores vai bem além da ideia de influência. Vygotsky defende que a interação social não é só uma variável relevante, pois, para ele, o desenvolvimento cognitivo é a transformação de interações sociais em funções mentais (Driscoll, 1995, p. 229 *apud* Moreira, 1999, p.110). É necessário entender que a interação social vem antes do desenvolvimento cognitivo, afinal, é através dela que ele ocorre.

Existe um processo para que a interação social se converta em desenvolvimento cognitivo. Vygotsky chama esse processo de mediação. A mediação utiliza instrumentos e

signos para ocorrer. O instrumento é tudo aquilo que permite ou facilita fazer algo, enquanto que signo é tudo o que tem um significado relacionado à outra coisa. Esses instrumentos e signos são construções das sociedades dos quais o indivíduo se apropria ao longo de sua vida. É através desta *internalização* (apropriação) que se dá o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, i.e., o uso continuado dos instrumentos e signos amplia de maneira ilimitada suas capacidades. Essas ideias nos permitem entender que toda função aparece duas vezes no desenvolvimento da criança – inicialmente em nível social e, posteriormente, em nível individual (Vygotsky, 1991).

É possível verificar a ideia de interação social permeando toda a obra de Vygotsky, isso acaba por diferenciá-lo de outros autores, como Ausubel e Piaget, que focalizam o indivíduo. Para Vygotsky a “... unidade de análise não é nem o indivíduo nem o contexto, mas a interação entre eles” (Moreira, 1999, p. 112). O conceito de interação pode ser descrito como uma relação ativa de no mínimo dois indivíduos trocando informações de forma recíproca e bidirecional.

Quando se fala em troca de informações, estamos falando em gestos, palavras, enfim, signos. É preciso notar que signos se referem àquilo que é construído e compartilhado socialmente. Se pensarmos no que significa a palavra cadeira, veremos que, num primeiro momento, não se verifica relação lógica entre a palavra e o que ela significa, no entanto, socialmente está bem estabelecido o que significa o termo cadeira. Esse “acordo social” recebe o nome de significado na teoria de Vygotsky e não tem valor universal, já que em outra língua nem apresenta significado. O intercâmbio de significados é a atividade principal da interação social.

Entre todos os signos, uma relevância especial é dada à linguagem, isso porque ela permite o afastamento do aprendiz de um contexto concreto. É possível verificar, ao longo do desenvolvimento da criança, uma convergência entre as atividades práticas e a fala. Essas atividades se desenvolvem de forma independente, mas acabam convergindo posteriormente. O fato de as crianças falarem enquanto executam uma tarefa não é uma mera descrição das ações do indivíduo, mas uma ferramenta utilizada para a execução da tarefa, assim como o uso dos sentidos. Garton (1992, p. 92-93 *apud* Moreira, 1999, p. 115) descreve a importância da fala dizendo que “a internalização da fala leva à independência em relação à realidade concreta e permite o pensamento abstrato flexível, independente do contexto externo.”

Em termos de aprendizagem, podemos destacar outro conceito muito importante da teoria de Vygotsky – a *Zona de Desenvolvimento Proximal* (ZDP). “Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de

problemas sob a orientação de um adulto ou colaboração com companheiros mais capazes,” Vygotsky (1991, p. 97).

Nessa região, estão aquelas funções mentais ainda não sedimentadas, embora se apresentem em processo de maturação. Segundo Vygotsky, essa é a região que deve ser explorada de forma a sedimentar ou amadurecer as capacidades em desenvolvimento e desta forma aprender.

Neste projeto, a ideia da interação social será de vital relevância, já que as atividades serão desenvolvidas em grupos de alunos e será encorajada a colaboração entre os diversos grupos. Para que exista aprendizagem, será necessário o compartilhamento de signos entre os alunos e seus colegas, bem como entre professor e alunos. Este compartilhamento será mediado pelo professor e usará, basicamente, a interação entre os grupos.

### **3.3 Teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud**

A obra de Gérard Vergnaud tem claras e profundas raízes nas ideias de Piaget, afinal, ele foi seu discípulo. A teoria de Vergnaud não trata especificamente da aprendizagem, no entanto, tem consequências aplicáveis à sala de aula. Suas ideias também consideram os pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel, mas se propõem em ir além.

Vergnaud (1983, p.127) considera a existência de conjuntos de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas que necessariamente mantenham uma interligação estreita entre si.

A esses grupos, aparentemente dicotômicos, ele dá o nome de *campos conceituais*, isso por exigirem os mesmos conceitos no seu tratamento. Esses campos conceituais não são necessariamente matérias do currículo escolar ou áreas de atuação profissional, pelo contrário, dentro de uma dessas áreas é possível encontrar diversos campos conceituais. A grande chave para se considerar um campo conceitual é o uso de conceitos semelhantes para situações distintas.

Ainda dentro desta ideia de semelhanças, encontra-se o *conceito de esquema*. Vergnaud (1993, p. 2) denomina esquema à “...organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações”. Esse conceito chave da teoria de Vergnaud trata do modo como se enfrenta as situações impostas no dia-a-dia. Segundo ele, o ser humano cria conjuntos invariantes de ações que funcionam bem para determinadas situações e os usa sempre que situações semelhantes se apresentam. Quando os esquemas existentes falham frente a uma situação, criam-se novos esquemas ou os existentes são alterados. O desenvolvimento cognitivo se dá através do aumento do número de esquemas ou de sua qualificação. A associação entre

esquema e situação é extremamente forte na teoria de Vergnaud, i.e., ele vê esses dois conceitos como componentes de um conceito mais abrangente e indissociável, o *esquema-situação*.

Na mesma teoria, a dos campos conceituais, um ponto de destaque é a ideia de *conceito*. Esse é composto, ou definido, por três conjuntos: o de situações, o de invariantes operatórios e o de representações simbólicas. O conjunto de situações é o “que dá sentido ao conceito” (Moreira, 2004, p. 10), enquanto o de invariantes operatórios é o grupo de *conceitos-em-ação* e *teoremas-em-ação*, usados pelo indivíduo e as representações simbólicas é o grupo composto por tudo aquilo que indica ou representa os invariantes.

Como citado anteriormente, Vergnaud não nega a teoria da aprendizagem significativa, pelo contrário, reafirma tal teoria. Ele concorda com as considerações de Ausubel no que se refere aos conceitos prévios como fator extremamente relevante. Concorda também, com as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa entre outros.

Ao tratar de como se dá o domínio de um campo conceitual, Vergnaud usa as ideias de Vygotsky, dando especial relevância à linguagem e à interação social. Embora não negue a influência de outros autores, ele aborda as “teorias mães” como incompletas e busca na teoria dos “campos conceituais” uma descrição bastante completa do modo como se dá o desenvolvimento cognitivo.

Este projeto incorporará a ideia de Vergnaud, de que é através de situações e de problemas a serem resolvidos que um conceito adquire sentido (Vergnaud, 1990, p. 135). Buscar-se-á colocar o estudante frente a situações que lhe permitam formar o conceito proposto através de uma vivência pessoal. Ou seja, a situação exige o uso de conceitos que se tornam parte da atividade, o que permite ao aluno atribuir valor e sentido ao tema e aos conceitos trabalhados.

O resultado do estudo e a aplicação dos princípios deste capítulo são apresentados no próximo capítulo, onde se discute o contexto e a metodologia da aplicação da proposta. Apresenta-se de forma mais detalhada a influência de cada autor e o modo de trabalho.

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGIA DA PROPOSTA E DE SUA APLICAÇÃO

#### 4.1 Contexto da aplicação da proposta e descrição das turmas de 9º ano

A proposta aqui descrita foi aplicada no Colégio Adventista Marechal Rondon. Trata-se de uma escola particular da rede Adventista de Ensino e situa-se na zona norte de Porto Alegre, RS.

As turmas onde a proposta foi aplicada eram compostas, em média, por 40 alunos, a maioria deles com idades entre 13 e 15 anos. A escola atende alunos de diferentes níveis socioeconômicos, bem como de diferentes bairros de Porto Alegre e Região Metropolitana. Em todas as oportunidades, a proposta foi aplicada a todas as turmas de 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio.

A escola oferece boa estrutura física, dispondo de salas de aula climatizadas com recursos multimídia<sup>3</sup> e espaço compatível com o número de alunos. No entanto, o laboratório de Ciências não comporta uma turma completa e é precário em equipamentos. Novos laboratórios estão sendo projetados para o ano de 2011, dentre os quais, um para as disciplinas de Física e Matemática. Além disso, a escola dispõe de biblioteca e complexo esportivo.



**Figura 4.1:** Foto da entrada principal do Colégio Adventista Marechal Rondon em Porto Alegre, RS.

---

<sup>3</sup> O recurso multimídia varia de sala para sala, sendo disponibilizado desde DVD e TV, até computador e data-show.



(a)



(b)

**Figura 4.2:** O auditório é mostrado em (a) e em (b), a sala onde foi desenvolvida a pré-aplicação da proposta (em 2008).



(a)



(b)

**Figura 4.3:** Em (a) são mostrados alunos trabalhando no laboratório de Ciências e em (b), a sala onde a proposta foi aplicada nos anos letivos de 2009 e 2010.

## 4.2 Descrição da proposta

Como já descrito nos Capítulos 1 e 2, há carência de novas propostas para o ensino de Física no 9º ano do Ensino Fundamental. Certo dessa necessidade, buscou-se desenvolver uma proposta didática aliada a uma fundamentação teórica necessária para a criação de uma metodologia que proporcionasse um ensino contextualizado, dinâmico e atraente. Para tal, uniram-se então os pressupostos teóricos de Ausubel, Vergnaud e Vygotsky.

A proposta aqui apresentada trata de uma metodologia e não de um conjunto de atividades, embora estas sejam descritas a fim de exemplificar a referida proposta. As atividades desenvolvidas sempre apresentam uma situação real e contextualizada na realidade do aluno. Busca-se, desta forma, dar um sentido aos conceitos abordados, afinal *um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações* (Vergnaud, 1994, p. 46 *apud* Moreira, 2004, p. 18). Os alunos são confrontados com situações-problema com o intuito de desafiar e provocar a sua curiosidade. Aproveitando as características dos alunos desta faixa etária, no

que se refere à necessidade de constante comunicação, escolheu-se uma abordagem que favorece a interação entre eles. Para isso, usaram-se as ideias de Vygotsky relacionadas à interação social e ao uso de instrumentos e signos. O trabalho em grupo é utilizado para incentivar o intercâmbio de signos entre os alunos, bem como entre professor e alunos. Para obter esse resultado, as atividades são desenvolvidas em grupos de até 4 alunos e promovem constantemente a comunicação e troca de informações em todos os momentos da aula. O número de alunos por grupo pode variar conforme a realidade de cada turma, acredita-se, no entanto, que cada grupo não deva exceder 5 alunos para que todos os estudantes participem ativamente da tarefa. Além disso, as ideias de Ausubel foram utilizadas com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem significativa. Criaram-se guias de atividades que se acredita serem potencialmente significativos, os quais levam em conta os conceitos prévios dos alunos. Além disso, procurou-se incorporar os elementos básicos para essa aprendizagem, isto é, material instrucional relacionado à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal e *subsunçores* disponíveis nesta estrutura. (Moreira, 1999, p. 156)

Cada atividade é orientada por um guia que busca nortear o aluno sobre as tarefas a serem executadas sem, no entanto, induzi-lo a uma dada resposta ou conclusão. Na verdade, esses guias permitem ao aluno chegar às suas próprias conclusões, sejam elas cientificamente corretas ou não. O guia da atividade permite também que o estudante proponha suas hipóteses e discuta com os colegas do grupo sobre suas ideias. É o que Borges (2002) denomina de atividade investigativa de nível 2. Isto é, o estudante recebe um problema e é responsável pelos procedimentos e pela interpretação de seus resultados. Em alguns casos, dá-se ao aluno algumas sugestões sobre procedimentos que podem auxiliá-lo na resolução do problema. A função deste auxílio é evitar a angústia que poderia acometer o aluno caso ele não tivesse uma orientação básica. Até porque grande parte desses alunos não está familiarizada com esse tipo de atividade, o que causa em muitos uma desorientação de como proceder.

Para alcançar o objetivo de possibilitar uma aprendizagem significativa, os guias começam com uma leitura referente ao assunto a ser estudado. Para isso, foram escolhidos textos retirados de jornais e de páginas da *Web*, que direta ou indiretamente abordam e contextualizam o assunto da atividade. Esse texto é sempre a primeira tarefa do guia e tem o papel de organizador prévio, proporcionando ao aluno uma contextualização inicial e uma forma de buscar em sua estrutura cognitiva um *subsunçor* para o novo conhecimento. Os estudantes são incentivados a fazer essa leitura em grupo, o que permite, ainda, uma primeira interação através da discussão de termos que lhes são desconhecidos. Eles devem também assinalar os termos que são desconhecidos de todo o grupo, a fim de levarem para uma discussão



posterior na turma. Após essa leitura inicial, o professor eventualmente fazia uma discussão com o grande grupo e dessa forma resolvia as dúvidas que persistiram após a leitura em grupos.

Depois dessa primeira tarefa, era proposta a situação-problema através do guia de atividades e com orientações do professor. Esta normalmente se apresentava na forma de um desafio que, para a sua resolução, exigia do grupo uma série de tarefas. Essas tarefas proporcionavam ao grupo o conhecimento necessário para a criação de uma solução para o desafio. As tarefas do guia foram apresentadas ao aluno na forma de orientações e questionamentos. Esses questionamentos fomentavam a discussão dentro do grupo, uma vez que os alunos deviam convergir para uma resposta comum, embora cada um dos alunos usasse suas próprias palavras para descrevê-las em seu guia individual. A todo o momento, os grupos tinham a liberdade de acrescentar questionamentos ou propor novas tarefas que lhe parecessem interessantes ou úteis para a resolução da situação-problema.

Ao final das tarefas propostas no guia, os alunos tinham a oportunidade de montar a solução que planejaram para a respectiva situação-problema e desta forma verificar suas ideias. Nesse momento, eles deviam avaliar suas escolhas e registrar seus resultados. Havendo insucesso, eles tinham a oportunidade de elencar e corrigir as falhas. Esses momentos de reflexão podiam se dar na escola ou fora dela. Nos casos aqui descritos, primou-se pelo acompanhamento do professor nos momentos de reflexão por dois motivos. Um deles se refere à orientação correta e o incentivo ao raciocínio livre dos estudantes, isso é, orientá-los sem, no entanto, dizer o que deviam fazer. Além disso, o fato de acompanhar esse momento dos grupos foi de grande importância para a avaliação da proposta metodológica. Apesar da sugestão de acompanhamento do professor, este pode adaptar esse momento de acordo com a sua realidade escolar.

Ao término de todas essas etapas, promoveu-se uma discussão da atividade no grande grupo, quando cada um dos grupos apresentou suas ideias, dificuldades, acertos, erros bem como o seu resultado final. Esse momento foi mediado pelo professor que organizou a discussão, orientou os alunos com dificuldades de expressão e registrou dúvidas e questionamentos a serem discutidos posteriormente. Esse momento é ímpar dentro da atividade uma vez que os estudantes trocam informações sobre seus trabalhos, realidades e conhecimento. Como citado por Vygotsky: *Não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar, é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores.* (Driscoll, 1995, p. 229 *apud* Moreira, 2004, p. 18)

Na sequência de cada atividade, que ocorria usualmente na aula posterior, o professor desenvolvia uma exposição dialogada sobre o tema da atividade. O planejamento de que essa

exposição ocorra na aula seguinte se explica pelo fato de que os comentários, as dúvidas e as ideias dos alunos sirvam como base para a elaboração da aula. Ou seja, o professor usa os seus registros das discussões como base para a aula a ser apresentada. Com isso, a fala do professor vai ao encontro das necessidades e dúvidas dos alunos, daí sua relevância. Essa aula deve abordar o conteúdo formal a partir da vivência dos alunos naquela atividade, bem como nas dúvidas e questionamentos apresentados por eles até então. É importante ainda o professor estar preparado para uma série de novos questionamentos e ter a habilidade de dirigir uma discussão aberta, fazendo com que a aula se torne um grande fórum de discussões.

### 4.3 Material instrucional

Para esse trabalho, foram desenvolvidas quatro atividades versando sobre diferentes temas. Para cada uma delas foi criado um guia de atividades que dava aos alunos liberdade para opinarem, questionarem e acrescentarem elementos que eles julgassem pertinentes. Essas atividades baseavam-se na interação dos estudantes com calculadoras solares, controles remotos de televisores, *mouses* de computador e móveis por eles construídos. Para a construção desses guias foram utilizados textos, publicados em jornais ou *sites*, que tratam do assunto de cada atividade, bem como atividades traduzidas e/ou adaptadas de planos de aulas disponibilizados pelo projeto *TryEngineering* (*TryEngineering*, 2008) como detalhado no Apêndice B deste trabalho. Um dos objetivos desse projeto é estimular o uso livre para fins didáticos do conjunto de planos de aula disponibilizados no seu *site*.

A atividade com a calculadora solar abordou o tema energia em geral, dando ênfase a sua conservação e ao estudo da energia solar, bem como de elementos de um circuito elétrico simples. Essa abordagem se deu a partir da desmontagem de uma calculadora solar, do estudo de seu funcionamento e da montagem de um dispositivo que usa a energia solar como fonte de energia. A situação-problema proposta tratou da criação de um dispositivo que utiliza a energia solar.

Já a atividade que usou o controle remoto de um televisor fez uma introdução ao estudo de ondas, dando ênfase ao estudo das ondas eletromagnéticas e sua interação com a matéria e, em especial, o infravermelho. Nessa atividade, os alunos foram desafiados a criar um sistema para comandar uma TV usando o seu controle remoto, tendo um anteparo interposto entre os dois dispositivos ou até mesmo estando a TV em uma sala e o controle, em outra.

Ao explorar o funcionamento do *mouse* de computador, pensava-se estudar as relações entre os movimentos circular e linear. No entanto, verificou-se que o tema escolhido trazia consigo a necessidade de um formalismo e pré-requisitos matemáticos que não estavam bem

estabelecidos na estrutura cognitiva desses alunos. Além disso, percebeu-se um grande potencial para o estudo de vetores, especialmente da soma desses. Então, a atividade foi remodelada a fim de tratar de vetores e da composição de movimentos. A situação-problema, no entanto, permaneceu a mesma, entender e descrever o funcionamento de um *mouse* mecânico.

Por último, um móbile criado por cada um dos grupos de alunos foi usado para discutir conceitos físicos como força, torque e equilíbrio. A situação-problema explorada neste caso trata da montagem e do equilíbrio de um móbile a partir de materiais fornecidos pelo professor.

Os guias de cada atividade se encontram no Apêndice B deste trabalho, que descreve o material instrucional utilizado. No próximo capítulo, serão relatados aspectos relacionados com a implementação da proposta didática.

## CAPÍTULO 5

### IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA

Este capítulo relata as atividades desenvolvidas durante a implementação da proposta metodológica.

#### 5.1 Relato das atividades desenvolvidas no ano letivo de 2008 – pré-aplicação

A aplicação preliminar da proposta metodológica será descrita a seguir. Essa aplicação foi implementada em duas turmas regulares do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio Adventista Marechal Rondon (CAMAR), de Porto Alegre, RS. Uma dessas turmas estudava no período matutino e a outra, no vespertino e contavam, respectivamente, com 38 e 32 alunos.

Esses alunos tinham entre 13 e 14 anos e apresentavam características inerentes a sua faixa etária: agitação, fácil comunicação, valorização de oportunidades de se comunicarem, gosto por desafios e domínio de ferramentas virtuais. Esses estudantes eram, em sua maioria, de famílias de classe média.

##### 5.1.1 Atividade sobre o infravermelho

###### 5.1.1.1 Aula 1 (18/09/2008)

No primeiro dia, houve uma apresentação informal aos alunos, descrevendo a proposta, os seus objetivos, a dinâmica das tarefas, permitindo os seus questionamentos e sugestões. Os alunos fizeram comentários e sugestões quanto à proposta, comparando-a a outras atividades já desenvolvidas na disciplina no mesmo ano.

Após essa conversa inicial, os alunos dividiram-se, por afinidade, em grupos de até quatro componentes. Cada grupo recebeu um guia que orientava a atividade e, logo em seguida, iniciaram a leitura de um texto que discorria sobre a radiação infravermelha e suas aplicações. Durante a leitura, os estudantes destacaram com uma caneta os termos do texto desconhecidos pelo grupo. O fato de alguns dos termos do texto serem do conhecimento de alguns alunos e desconhecidos para outros, estimulou a interação e permitiu uma primeira troca de *signos* entre eles.

Em seguida, passaram a explorar o restante da atividade, que lhes propunha questões sobre o resultado de alguns testes ligados à transmissão do infravermelho. Eles responderam as questões fazendo uma previsão sobre a possível transmissão do sinal do controle remoto através de uma série de materiais interpostos entre esse e a TV. Em seguida, realizaram os testes

propostos e confrontaram os resultados por eles previstos e aqueles obtidos a partir dos testes. Prevendo a possível tentativa dos alunos de realização dos testes antes de fazer as previsões, o professor entregou os materiais a serem utilizados nos testes após completarem suas previsões.

Ao começarem os testes surgiram algumas dificuldades. Cada grupo dispunha de um controle remoto com o qual deveriam acionar uma TV interpondo entre eles um dado material. Como os alunos tentaram comandar a televisão ao mesmo tempo, era impossível definir qual grupo estava realmente comandando o aparelho. Na tentativa de resolver a situação, foi estabelecido um canal da TV para cada grupo e, com isso, eles identificaram o seu comando. Associado a isso, o professor coordenou a atividade criando um rodízio, onde cada grupo fazia o teste em um momento diferente. Após a realização do teste de um material, o grupo preparava o material a ser usado a seguir, enquanto os demais grupos realizavam seu teste.

Apesar de uma agitação muito grande ter se instaurado na sala de aula, pôde-se perceber resultados bem interessantes. A análise dos guias mostrou que o trabalho dos estudantes foi satisfatório, o que se evidenciou na discussão efetuada com a turma ao final da atividade. Esses resultados serão descritos, mais tarde, no parágrafo que relata a discussão em grupo.

#### 5.1.1.2 Aula 2 (25/09/2008)

No segundo dia de trabalho, os alunos foram desafiados a criar uma forma de comandar a TV com o controle remoto, estando este em outro ambiente. Para isso, deviam usar os resultados dos testes da atividade da aula anterior registrados no guia. Esse projeto criado por eles foi apresentado através de um desenho esquemático e de uma lista de materiais a serem utilizados.

Ao criarem o projeto, os alunos demonstraram uma dificuldade muito grande na descrição de suas ideias. Os estudantes conseguiam pensar em como atingir o objetivo proposto, mas no momento de transcrever as ideias, recaíam em estruturas mal redigidas e muito genéricas. Apresentaram dificuldades, inclusive, em listar os materiais necessários para a execução do projeto, criando listas incompletas. Acredita-se que esse comportamento esteja relacionado à ansiedade em atingir o objetivo, falta de experiência em atividades deste tipo e, principalmente, desconhecimento da importância desta etapa. Para que o objetivo dessa etapa fosse alcançado, o professor sugeriu mudanças ou detalhamentos considerados necessários e ressaltou a importância de um planejamento cuidadoso.

### 5.1.1.3 Aula 3 (02/10/2008)

No terceiro dia de atividades, os alunos trouxeram o material listado na aula anterior e fizeram testes do seu próprio projeto, registrando dificuldades e propondo soluções para cada uma delas. Novamente foi necessária a intervenção do professor no sentido de organizar os testes, o que gerou certa insatisfação dos grupos que precisavam aguardar o momento de realizar o seu teste. Essa situação pode ser evitada se for disponibilizado um número maior de televisores aos alunos.

Durante os testes dos projetos, como já era esperado, os estudantes tiveram diversas dificuldades. Embora orientados a pensar nos problemas e a propor soluções, eles insistiram no método de tentativa e erro, o que levou alguns grupos a depender do acaso para o seu sucesso. O professor, dividido entre orientar os testes e controlar a ansiedade da turma, questionava os alunos sobre o problema, apontando indiretamente o caminho a ser seguido. Os principais problemas ocorreram quando utilizaram materiais para redirecionar o feixe infravermelho para a TV e estavam relacionados às leis da reflexão da radiação, como o ângulo correto de posicionamento de espelhos e o uso de superfícies irregulares ao invés de espelhos. Essas dificuldades foram usadas, posteriormente, para apresentar a importância do estabelecimento de leis físicas, que possibilitem a previsão e descrição de fenômenos.

Como última tarefa dessa aula, os estudantes apresentaram seus resultados oralmente à turma. Neste momento, o professor fez pequenas intervenções buscando levar os alunos a apresentarem conclusões relevantes ao tema.

Durante a exposição, os grupos deveriam responder a algumas questões, fazer uma descrição rápida do seu projeto e apresentar as dificuldades encontradas, as soluções testadas e o resultado final alcançado. Ao responder às questões, eles deviam dizer o que mais surpreendeu o grupo durante os testes e se eles escolheriam usar um controle remoto baseado no infravermelho para comandar a TV, caso o sistema estivesse imerso em água.

Ao comentar o uso do controle remoto embaixo da água, os grupos se preocuparam com o contato entre a água e os componentes eletrônicos do controle remoto e da TV. Para focar a preocupação na transmissão do infravermelho, o professor orientou os alunos a suporem que os aparelhos fossem impermeáveis destacando, no entanto, a validade do raciocínio dos alunos. Com isso, os grupos concentraram seus argumentos no resultado dos testes feitos durante a atividade com recipientes contendo água interpostos entre o controle e a TV.

Alguns grupos simplesmente responderam que poderiam comandar a TV com o controle remoto na experiência embaixo da água, pois no teste com o copo com água tinham obtido

êxito. No entanto, outros foram mais longe argumentando a necessidade de se obter determinadas condições para que o controle remoto acionasse a TV embaixo da água. Um dos grupos lembrou aos colegas que a água pura tinha permitido a passagem do infravermelho, mas não quando lhe foi adicionado corante. Portanto, o controle remoto seria usado no caso de água límpida, mas não em água barrenta.

Apesar da pertinência das conclusões e dos comentários dos alunos, a parte mais interessante das apresentações foi a descrição dos projetos e dos resultados obtidos. Embora alguns grupos não tenham conseguido encerrar a montagem e os testes de seu projeto, apresentaram mesmo assim suas ideias.

No projeto mais comum, os estudantes utilizaram alguns espelhos previamente orientados, fazendo com que o feixe infravermelho do controle remoto fosse refletido, e por fim, alcançasse o sensor da TV. Esse modelo teve variações que utilizavam desde CDs até folha de papel alumínio. Outra proposta muito interessante foi a construção de um duto de PVC forrado internamente com papel alumínio, que conduzia o sinal de infravermelho do ponto de acionamento do controle remoto até o sensor da TV, ou seja, pensaram em uma fibra óptica rudimentar, apesar de desconhecerem o princípio de seu funcionamento.

Os resultados das apresentações orais se mostraram bem interessantes e positivos. Diversos questionamentos e, principalmente, situações que permitem a introdução de temas de Física, indicaram o potencial didático da metodologia utilizada neste projeto. Os resultados obtidos com turmas de 9º ano sugerem a possibilidade de sua utilização no Ensino Médio.

#### 5.1.1.4 Aula 4 (09/10/2008)

O quarto dia foi destinado à finalização das apresentações pendentes bem como para que os alunos que terminaram o projeto em casa fizessem o seu relato. Após as apresentações, o professor tratou dos temas trabalhados em uma aula expositiva dialogada. Apresentou o espectro eletromagnético bem como a classificação dos materiais quanto à transmissão de radiação usando as situações vivenciadas pelos alunos como ponto de partida. Nessa aula, de forma interativa e contextualizada, foram apresentados ainda os conceitos de reflexão, refração e absorção da radiação. É importante salientar que essas discussões se deram com intensa participação dos alunos, que contribuíram com suas experiências pessoais e dúvidas. Os questionamentos dos alunos serviram para a inserção de um tema adjacente ao conteúdo dessa atividade. Durante as discussões foram citados exemplos relacionados ao “ver um objeto” e então alguns alunos questionaram sobre o funcionamento do olho humano, tema esse que passou a ser abordado com a turma.

A participação ativa e os questionamentos realizados pelos alunos foram satisfatórios e importantes na medida em que demonstraram o seu envolvimento. Essa participação e o interesse demonstrados aumentam a possibilidade de uma aprendizagem significativa, uma vez que o aluno está predisposto a aprender. Além disso, já nessa atividade, pôde-se perceber os primeiros resultados de se trabalhar novos conceitos a partir de uma situação vivenciada pelo aluno no seu dia a dia.

Durante essa atividade pôde-se perceber algumas dificuldades e “vícios” por parte dos alunos. Algumas perguntas dos grupos demonstravam falta de atenção durante a leitura e uma preocupação exagerada em só escrever respostas corretas – entenda-se como corretas aquelas que o professor recompensaria com nota. Esses problemas foram combatidos com paciência e esclarecimentos por parte do professor. Sempre que um questionamento era feito, buscava-se mostrar ao aluno onde eles poderiam encontrar as respostas no próprio texto e comentava-se sobre a importância de uma leitura atenta. A todo o instante, os alunos eram instigados a formular suas próprias opiniões e discuti-las no grupo, chegando a um consenso. Além disso, o professor buscou criar um clima de segurança entre os alunos, dando-lhes liberdade para colocar suas conclusões, às quais não era vinculada nenhuma nota.

### 5.1.2 Atividade sobre a energia solar

#### 5.1.2.1 Aula 1 (16/10/2008)

A primeira tarefa do dia foi dividir os alunos nos grupos. Após a divisão, foram apresentadas as tarefas do dia aos estudantes. Ao seguir o guia de atividades proposto, eles deviam desmontar uma calculadora solar, respondendo a alguns questionamentos e, por fim, propor melhorias para a calculadora.

Após esses breves momentos, os estudantes iniciaram a leitura do texto de introdução onde marcaram as palavras e termos que geraram dúvidas ao grupo. Essa etapa permitiu a interação entre os membros do grupo, fazendo com que algumas dúvidas fossem dirimidas enquanto outras foram anotadas para consulta ao professor. Nesta parte da atividade, alguns estudantes preferiram a leitura silenciosa, fazendo com que o professor explicasse novamente a importância da leitura e discussão em grupo.

Notou-se uma euforia muito grande em receber o material para a atividade prática. Alguns alunos, inclusive, negligenciaram a leitura do texto, o que exigiu uma atitude mais enérgica por parte do professor.



Ao terminarem a leitura e a marcação do texto, os grupos receberam o material - calculadora solar e chave para os parafusos. O professor passou a circular entre os grupos esclarecendo dúvidas referentes à interpretação do texto, bem como na desmontagem da calculadora. Os estudantes apresentavam diferentes níveis de interesse frente à atividade. Alguns se detinham em atividades paralelas que eram imediatamente combatidas pelo professor, enquanto outros mergulhavam no roteiro buscando realizar as tarefas e criar outras possibilidades de estudo. Essas diferenças no interesse eram esperadas, já que se busca mudar uma postura culturalmente estabelecida de reprodução do conhecimento sem análise, crítica ou posicionamento pessoal.

Na sequência da atividade, os grupos deviam responder a uma pergunta que os questionava sobre o que aconteceria se os botões numéricos da calculadora fossem trocados de lugar. Entretanto, isso não seria possível com a calculadora que foi utilizada na prática, pois todos os botões faziam parte de uma mesma peça. Percebendo isso, um dos grupos pediu autorização para recortar a lâmina de borracha que prendia os botões a fim de trocá-los de lugar, o que depois de feito foi usado como brincadeira com os demais grupos. Um a um eles pediam para que os colegas digitassem uma sequência de algarismos com os botões trocados. Cada erro do colega era uma diversão e então era a vez do próximo. Esse movimento despertou a atenção dos colegas que não tinham participado da brincadeira. Depois de uma rápida visita aos outros grupos, eles foram orientados a retornar as suas classes e continuar a atividade.

Neste dia, devido a atividades da escola, a aula foi reduzida para apenas um período, o que impediu que os alunos terminassem as atividades. O material e os roteiros foram recolhidos para que fossem retomados na próxima aula.

#### 5.1.2.2 Aula 2 (23/10/2008)

Ao receberem o material e os roteiros, os estudantes continuaram o trabalho iniciado na aula anterior. Diversas dúvidas de interpretação das questões surgiram nessa aula, a maioria delas consequência de dificuldades de leitura e interpretação de texto.

Os alunos consideraram a atividade fácil apesar das dificuldades de interpretação, mas se mostraram pouco empenhados em propor melhorias para a calculadora. A maioria das ideias girou em torno de inserção de uma bateria que armazenasse a energia solar, possibilitando o uso da calculadora na ausência de luz. Aqueles que terminaram primeiro foram desafiados a desenhar um esquema de ligação para uma bateria auxiliar, já que essa foi a proposta de melhoria mais abrangente. Esta etapa também foi cumprida sem aparente interesse. Neste dia,

a participação do professor se limitou a controlar o ruído dos grupos e ajudar os estudantes com questionamentos a respeito do tema e do roteiro.

### 5.1.2.3 Aula 3 (30/10/2008)

A aula começou com os alunos sentados formando um grande círculo, como feito em todas as apresentações. Após isso, cada grupo apresentou suas principais observações assim como as melhorias sugeridas para a calculadora.

A seguir, o professor tratou do tema “Energias Alternativas” em uma conversa informal, onde cada aluno contribuiu com o seu conhecimento. Alguns falaram sobre reportagens em que leram sobre carros movidos com combustíveis alternativos, citou-se também o parque eólico de Osório, entre outros. O professor comentou sobre a existência de inúmeras fontes alternativas de energia, dentre as quais a solar seria a mais conhecida. A partir de então, se iniciou uma discussão sobre como o painel solar era ligado à calculadora. O professor orientou os estudantes em uma comparação entre o circuito de uma lanterna de pilhas e a calculadora solar. Essa conversa foi acompanhada com atenção pela maioria dos alunos, que intervinham sempre que não entendiam alguma coisa. Aos poucos, foram associados outros exemplos aos apresentados, como uma lâmpada comandada pelo interruptor e circuitos elétricos mais complexos, sempre guiados pelos questionamentos dos alunos.

Devido à complexidade do tema e o tempo disponível para a aplicação das demais atividades, não foi abordado o funcionamento dos painéis solares, tema que fazia parte da proposta dessa atividade.

## **5.2 Relato das atividades desenvolvidas no ano letivo de 2009**

### 5.2.1 Atividade sobre a energia solar

#### 5.2.1.1 Aula 1 (10/09/2009)

Nesta primeira aula, a proposta de trabalho foi apresentada aos alunos através de uma conversa informal. O objetivo dessa abordagem foi a de minimizar o impacto da inserção de uma metodologia diferenciada daquelas às quais eles estavam acostumados, pois quando se entra em contato com algo novo, na maioria das vezes, a sensação é de insegurança e de receio. Discutiu-se como seriam as atividades e o que se esperava do trabalho dos alunos neste período. Foi também explicado aos alunos que, nesta primeira atividade, o texto de apoio, o guia da atividade e os materiais a serem utilizados seriam disponibilizados aos poucos para que eles conhecessem e entendessem o passo a passo das atividades.

A partir de então, os alunos se organizaram em grupos de quatro componentes, conforme sua escolha, considerando a afinidade entre eles. Em seguida, foi distribuída para leitura uma matéria publicada em um jornal<sup>4</sup> sobre o assunto, com a função de um organizador prévio, o que segundo Ausubel, é uma ferramenta importante no processo de ensino aprendizagem. Alguns ajustes na divisão dos grupos foram necessários, tendo em vista o número de grupos e o material disponível.

Na sequência, os alunos, em cada um dos grupos, iniciaram a leitura do texto. Cabe salientar que cada estudante dispunha de uma cópia do texto, mas conforme orientação do professor, cada aluno realizou a leitura em voz alta dentro do seu grupo. Durante a leitura, os alunos marcaram, no texto, expressões ou conceitos desconhecidos. Nesta etapa, ocorreu uma primeira interação entre os alunos e entre alunos e professor.

Após o término da leitura, cada aluno recebeu o seu guia da atividade. Junto com o guia, cada grupo recebeu uma calculadora, que utiliza exclusivamente energia solar, e as ferramentas necessárias para a execução da tarefa. A excitação dos alunos em desmontar a calculadora era evidente. Apesar disso, eles respeitaram a sequência de tarefas proposta no guia para execução das atividades e realizaram os testes experimentais preliminares para, só então, iniciarem a desmontagem da calculadora.

Uma boa parcela dos grupos terminou todas as atividades do guia nessa aula. Porém, alguns grupos completaram as atividades propostas em horário extraclasse. O fato de terminarem o trabalho em casa não trouxe prejuízos à atividade, pois o que faltou para esses grupos foi finalizar o seu planejamento do projeto a respeito de energia solar e, para tal, não necessitavam de ferramentas ou materiais especiais.

No decorrer da atividade, pôde ser constatada a dificuldade apresentada pela maioria dos alunos na interpretação de textos. Isso ficou evidente quando, por diversas vezes, os alunos questionavam o professor sobre o próximo passo a ser seguido e a resposta era por eles mesmos obtida, quando incentivados a ler o guia e explicar ao professor o seu entendimento. Outra constatação interessante diz respeito à insegurança que os alunos demonstraram em expor sua própria opinião.

Os guias propostos não chegam a ser o que se denomina um roteiro aberto, ou o que Borges (2002) classifica como atividade investigativa de nível 3, mas não se assemelham a uma “receita de bolo” onde tudo na atividade é definido pelo professor. Pode-se, então, classificá-los como guias semiabertos. Eles propiciam ao estudante oportunidades de expor sua própria

---

<sup>4</sup> JAIME, G. Motoca bronzada. **Zero Hora**, Porto Alegre, 27 fev. 2006. Globaltech, 3.

opinião e sua visão dos temas abordados. No entanto, isso pareceu não natural aos alunos, eles demonstraram insegurança até mesmo nas respostas mais simples.

Como exemplo, um grupo se dirigiu ao professor questionando sobre a existência ou não de uma bateria na calculadora, questão esta que fazia parte da atividade. Apesar de terem desmontado toda a calculadora e não terem encontrado nada parecido com o que procuravam, não se sentiram à vontade para responder que não havia nenhum tipo de bateria no dispositivo. Desde o início da atividade eles receberam a orientação de que deveriam ficar totalmente à vontade quanto a suas respostas e o fato de serem cientificamente aceitas não seria o fator determinante da avaliação. No entanto, pareciam procurar a resposta que o professor “desejava” independente de sua própria constatação.

Por outro lado, percebeu-se uma constante agitação dos alunos na sala de aula. Em um primeiro momento, julgou-se necessário exigir que fosse feito menos ruído. Mas ao se prestar mais atenção, percebeu-se que o ruído, outrora indesejado, fazia parte da dinâmica da atividade. As diversas opiniões e discussões acerca do tema geraram esse movimento dentro da sala de aula o que, com um pouco de orientação, acabou tornando-se proveitoso.

#### 5.2.1.2 Aula 2 – (17/09/2009)

Como na aula anterior, eles deveriam ter criado um projeto para ligar um circuito elétrico à energia solar, a aula começou com a apresentação desses projetos. Cada grupo, colocando-se à frente da turma, explicou aos colegas suas intenções. Os grupos, de forma geral, apresentaram ideias interessantes. Algumas das propostas se apresentavam como soluções ambientais, outras como econômicas, mas todas tinham um fundo de inovação. Ao longo das apresentações, o professor e os demais alunos faziam seus questionamentos, sendo que alguns colegas arriscaram sugestões de melhoria nos projetos. Nessas apresentações e nos questionamentos aos grupos, ficou clara a necessidade de um dispositivo capaz de armazenar a energia obtida a partir do Sol. Um dos grupos se deu conta desta necessidade e, após pesquisa, propôs o uso de capacitores como fonte de armazenamento de energia.

Após as apresentações, os alunos receberam orientações sobre a postura dentro do laboratório onde iriam trabalhar. Foram apresentados aos alunos os novos instrumentos que iriam utilizar, bem como seu correto manuseio e manutenção. Como o laboratório é compartilhado com as disciplinas de Química e Biologia, eles também receberam instruções de segurança relacionadas ao material dessas disciplinas. Para a execução dos projetos foi disponibilizado a cada grupo um *kit* contendo ferro de solda, suporte para o ferro de solda, alicates, chaves de fenda e solda de estanho.

A turma do período matutino recebeu as instruções em sala de aula e isso esgotou o tempo de aula, enquanto a turma do período vespertino teve a oportunidade de ir ao laboratório e se familiarizar com os instrumentos.

#### 5.2.1.3 Aula 3 - (24/09/2009)

Nesse dia, os alunos trouxeram o material para execução dos projetos, utilizaram os painéis solares e foram todos para o laboratório de ciências da escola. Esse espaço era o único da escola que dispunha de tomadas suficientes para a execução desses projetos. O espaço do laboratório era pequeno e exigiu adaptações por parte dos alunos e do professor. Neste local, os alunos receberam os *kits* para o trabalho e iniciaram as atividades.

O fato de ser a primeira aula prática, de o espaço ser pequeno e de alguns percalços com os equipamentos fez com que essa aula não alcançasse todos os objetivos inicialmente propostos. Embora os ferros de solda fossem todos novos, alguns apresentaram problemas, atrasando a execução dos projetos. Posteriormente, constatou-se que o problema era causado por mau contato entre a tomada e o dispositivo, problema esse que não se apresentava no teste da tomada com o voltímetro. Além disso, a turma tinha cerca de 40 alunos divididos em 10 grupos. Essa realidade exigiu muito trabalho do professor e paciência dos alunos. Apesar disso, foram obtidos bons resultados. Em primeiro lugar, eles perceberam que para executar os seus projetos precisariam de uma placa solar mais potente, e a partir dessa verificação, sugeriram a associação de placas para alcançarem os objetivos propostos. Tiveram também a oportunidade de testar seus projetos e corrigir ou mudar suas propostas.

#### 5.2.1.4 Aula 4 - (01/10/2009)

Tendo em vista que o conserto das tomadas do laboratório – necessário para a continuidade dos projetos – não havia sido efetuado, decidiu-se discutir os conceitos envolvidos antes mesmo de se encerrarem os projetos. Aproveitou-se que alguns grupos já haviam obtido êxito em seus intentos e esses resultados e suas dificuldades foram utilizados para apresentar os conceitos desta aula.

A aula foi iniciada com uma discussão informal de questões ligadas à energia, sem, no entanto, buscar uma definição teórica de energia. A discussão foi orientada no sentido de apresentar as diferentes formas de energia e a ideia de sua conservação. Começou-se discutindo a energia no circuito da calculadora, refazendo os processos de transformação de energia desde o Sol até o circuito elétrico. Após essa discussão, buscou-se saber junto aos alunos outras fontes

conhecidas de energia elétrica. Nessa discussão, foram citadas as energias eólica, termoelétrica, hidroelétrica e nuclear. Apesar de saberem da existência desses tipos de energia, o conhecimento dos alunos sobre esses assuntos eram superficiais ou quase inexistentes. Uma abordagem participativa sobre as diferentes formas de obtenção de energia elétrica foi realizada, mostrando os processos de transformação de energia.

Aproveitando os projetos desenvolvidos pelos alunos, discutiu-se os componentes necessários para o funcionamento dos circuitos e a função de cada componente. Com isso, os alunos perceberam claramente os componentes básicos de um circuito elétrico simples. Também o conceito de corrente elétrica foi abordado: o fato de que corrente elétrica não se gasta nem se cria, assim como o fato de que está associada ao movimento de elétrons do material e não de elétrons acumulados na fonte. Para abordar o tema Elétrons, o assunto de modelos atômicos foi ampliado, uma vez que já havia sido iniciado na disciplina de Química. Por interesse dos alunos, examinou-se ainda os conceitos de corrente contínua e alternada e foi iniciada a discussão sobre o sentido convencional da corrente elétrica.

A seguir apresentam-se algumas imagens referentes à atividade sobre a energia solar.



**Figura 5.1:** Em (a) é mostrado um aluno explorando o funcionamento da calculadora solar e em (b), um grupo de estudantes trabalhando no guia de atividades.

## 5.2.2 Atividade sobre o infravermelho

### 5.2.2.1- Aula 1 - (08/10/2009)

Para essa atividade foi necessário um planejamento prévio maior do que o das atividades anteriores. Para que houvesse uma dinâmica adequada durante a aula, foram separados cinco televisores e seus respectivos controles remotos. Esses aparelhos foram dispostos no palco do

auditório do colégio, local no qual se desenvolveu a atividade. Esse local foi escolhido tendo em vista o maior espaço e a possibilidade de tornar a aula mais dinâmica.

A aula começou com a explicação sobre como ocorreria a atividade. A experiência dos alunos com a primeira atividade foi usada como base de comparação, o que tornou simples o processo. Após essa breve explanação e comentários sobre o uso dos materiais, a turma encaminhou-se ao auditório, onde foram divididos os grupos, novamente por afinidade, e a atividade foi iniciada. Os grupos distribuíram-se pelo auditório e iniciaram a leitura, também em grupos, do texto “Como funciona o controle remoto”<sup>5</sup>. Nesta atividade, era exigido dos estudantes o preenchimento de uma tabela de previsões quanto à transmissão do sinal do controle remoto através de diferentes materiais. Após o preenchimento dessa tabela, os alunos receberam o material para os testes e verificaram suas previsões.

A etapa de testes foi o momento mais envolvente dessa aula. Pôde-se perceber a preocupação dos alunos com os detalhes dos processos. Seguidamente, dirigiam-se ao professor questionando sobre a forma adequada de realizarem seus experimentos. Cabe salientar que, em todos os momentos, houve orientações sobre os princípios dos testes, mas cada grupo tinha liberdade para manter sua forma de teste. Um exemplo claro disso foi o teste de transmissão do infravermelho através de uma fita isolante. Alguns grupos bloquearam o emissor do controle remoto com a fita, enquanto outros escolheram bloquear o receptor da TV. Essa autonomia do grupo foi mantida e inclusive incentivada, o que gerou uma riqueza de resultados muito grande. Ainda durante os testes, verificou-se que todos os membros do grupo faziam questão de participar de alguma forma, o que os levou, naturalmente, a dividir as tarefas. Cabe ressaltar ainda, que o uso dos televisores, bem como a ordem dos testes, foi totalmente determinado pelos grupos, sem maiores problemas ou discussões.

#### 5.2.2.2 Aula 2 - (22/10/2009)

Nessa aula, os alunos deveriam trazer os materiais elencados em seus projetos. Devido à semana de ausência dos alunos em virtude da viagem de formatura, alguns grupos não trouxeram seus materiais, impossibilitando assim os seus testes. Como outros alunos haviam trazido seus materiais, achou-se injusto mantê-los em sala de aula, até porque isso prejudicaria suas expectativas. Para não frustrar os preparados e não deixar os despreparados sem nenhuma atividade, a turma foi então dividida em dois grupos. Os que tinham o material foram ao

---

<sup>5</sup> Como funciona o controle remoto. **Zero Hora**, Porto Alegre, 30 jan. 2006. Globaltech.

auditório onde os televisores estavam preparados e os demais ficaram em sala de aula para discutir e apresentar os seus projetos ao professor.

O atendimento aos grupos em espaços diferentes foi feito pelo professor e por monitores da escola. O que se percebeu em sala de aula foi que, com exceção de um grupo, os outros dois ainda não haviam montado o seu projeto. Ao conversar com esses grupos, eles informaram que o esquecimento se devia aos preparativos com a viagem e à falta de atenção às orientações finais da aula anterior. Eles então foram incentivados a criar o projeto durante a aula com o apoio do professor e tiveram seu esquecimento anotado no sistema de registros da escola. Essa falta de responsabilidade gerou uma reflexão na busca da causa de tal desinteresse. Outros professores e alguns alunos foram consultados e percebeu-se que esse comportamento era recorrente entre os alunos dos dois grupos que não trouxeram o material.

Na busca de alterar esse quadro, esses alunos tiveram um acompanhamento mais próximo por parte do professor nas atividades seguintes, não só com cobranças, mas com incentivo e colaboração. Embora essa atitude não tenha resolvido todo o problema, perceberam-se mudanças em parte dos grupos no que se refere ao envolvimento e à responsabilidade com as tarefas.

Como citado acima, enquanto uma parte da turma permaneceu na sala de aula, os que trouxeram o material foram ao auditório realizar seus testes. Houve alguns problemas para acessar o auditório e usar as TVs, pois as tomadas tinham o disjuntor desligado. Assim, os grupos tiveram pouco tempo para realizarem seus testes. Isso posto, foi necessário buscar uma alternativa e, então, foi proposta a realização dos testes como tarefa de casa, com a ressalva de que esses testes deveriam ser realizados com todos os membros do grupo presentes. Os testes poderiam ser realizados na casa de um dos membros do grupo ou até mesmo no auditório da escola, desde que fosse previamente agendado.

Durante a semana, alguns grupos compareceram à escola a fim de realizarem seus testes, sob supervisão do professor. Entre esses testes um chamou muito a atenção. Um grupo esperava usar CDs para refletir o infravermelho, enquanto desviava esses raios dos obstáculos. Ao perceber que não estavam obtendo o resultado esperado, pediram a ajuda do professor. Esse por sua vez, incentivou o grupo a substituir o controle remoto por um laser, o que fez com que os estudantes percebessem a difração da luz do laser. Após um breve comentário, os alunos entenderam que o mesmo ocorria com o infravermelho, e estava interferindo no funcionamento do comando da TV. Esses resultados, problemas e soluções foram apresentados aos colegas na aula seguinte.



### 5.2.2.3- Aula 3 - (29/10/2009)

Nessa aula, os estudantes apresentaram aos colegas seus projetos, assim como os problemas e soluções encontrados durante os testes. Para executar tal tarefa, as classes foram dispostas em forma de “U”. Diversas ideias foram apresentadas pelos alunos das duas turmas, a mais comum foi o uso de espelhos, provavelmente pela associação com o reflexo da faixa visível da luz. Em seus comentários, bem como em testes feitos por eles em aula, pôde-se perceber a ideia que tinham de que o raio refletido emerge perpendicularmente ao espelho independentemente do ângulo de incidência. No entanto, ao executar os testes, os alunos puderam perceber que o fenômeno não ocorria exatamente assim. Ao verificarem a sua ideia de apontar o espelho para o receptor da TV falhar, grande parte dos grupos optou por usar a luz visível como guia. Na verdade, eles colocavam o olho no local onde estaria o controle remoto e ajustavam o espelho até que o receptor da TV pudesse ser visualizado. Só então tinham certeza que o comando do controle chegaria ao televisor.

Durante a apresentação dos grupos, o professor aproveitou essas dificuldades para discutir alguns assuntos relacionados. Em tom informal, o professor questionou sobre a direção do raio infravermelho ao refletir no espelho. Usando um espelho, um laser e o próprio quadro branco da sala, as ideias dos alunos sobre como se comportavam os raios incidentes e refletidos foram testadas, até que se chegou ao consenso sobre a igualdade entre os ângulos de incidência e reflexão. Para formalizar a descrição do fenômeno, foi preciso que o professor introduzisse formalmente o conceito de reta normal ao espelho, conceito este que surgiu informalmente nos comentários dos estudantes. Ao refletir sobre esses momentos de interação, pôde-se perceber claramente a troca de *instrumentos* e *signos* entre os alunos e entre professor e alunos. Na verdade, essa troca ocorreu em todos os momentos da atividade, no entanto, a discussão com todos os grupos deixou evidente o processo.

Os princípios da óptica geométrica foi outro tema abordado durante as apresentações. Usando a forma com que os alunos ajustaram os espelhos, através da visão, pôde-se apresentar o princípio da reversibilidade dos raios e a partir desse, os outros dois princípios foram apresentados. Cabe salientar que nessas discussões sempre se objetivou a apresentação de situações que dessem sentido ao conceito, de acordo com a teoria de Vergnaud.

Também nessa aula, outras ideias se mostraram criativas e interessantes. Um exemplo foi o grupo que percebeu nos testes iniciais que o papel alumínio refletia o infravermelho e então decidiu revestir o interior de um tubo de papelão com o papel alumínio, formando um duto reflexivo para o infravermelho. Usando esses tubos conectados entre si, formou-se um

caminho que levava o sinal até o televisor. Como essa ideia lembrou o funcionamento da fibra óptica, o professor discutiu este assunto sem, no entanto, entrar em detalhes sobre a reflexão interna total.

#### 5.2.2.4- Aula 4 – 29/10/2009

Essa aula foi usada em parte para encerrar algumas apresentações pendentes e para uma discussão formal dos temas abordados. Inicialmente, os grupos que ainda não haviam apresentado seus resultados o fizeram. Em seguida, o professor fez uma exposição sobre temas relacionados. Foram discutidos temas como o espectro eletromagnético, interações da luz com a matéria, tendo sido definidos os fenômenos de reflexão, refração e absorção. Também se estudou a classificação dos materiais quanto à transmissão da radiação.

Foram apresentados exemplos de materiais transparentes, translúcidos e opacos e se discutiu o fato de que o mesmo material pode apresentar classificações diferentes frente às diversas faixas de frequência da radiação eletromagnética. Para exemplificar esse fato, aproveitou-se a vivência dos alunos com radiografias. Inicialmente, os estudantes foram questionados sobre como era realizada a proteção radiológica do operador de Raios-X. Na sequência, fazendo-se uma comparação com a proteção que a cortina da sala de aula promove em relação à luz solar, discutiu-se a substituição dos blocos de chumbo por cortinas como a da sala de aula para proteção do operador de Raios-X. Com essa comparação, os alunos demonstraram entender a influência da radiação incidente na classificação dos materiais quanto à sua transmissão. Com essa discussão, surgiram entre os alunos diversos questionamentos relacionados à proteção radiológica, quando, incentivados pelo professor, discutiram os prós e contras de uma usina nuclear, assim como sua proteção contra vazamentos radioativos.

A seguir apresentam-se algumas imagens referentes à atividade sobre o infravermelho.



**Figura 5.2:** Em (a) vê-se alunos testando seus projetos durante a pré-aplicação da proposta, e em (b) alunos realizando os testes de transmissão do infravermelho durante a aplicação da proposta no ano de 2009.

### 5.2.3 Atividade com um mouse

#### 5.2.3.1 - Aula 1 – 05/11/2009

Essa atividade tratava da desmontagem de um mouse e uma análise sobre o seu funcionamento. Como de costume, a aula começou com uma conversa com os estudantes sobre o que eles fariam na aula. Após breves comentários, pediu-se para que a turma se dividisse em grupos de até cinco alunos. Isso feito, cada aluno recebeu as folhas do guia contendo as tarefas e o texto introdutório<sup>6</sup>. Terminada a leitura do texto introdutório, conforme orientação docente, os alunos receberam os kits de ferramenta e um mouse para a exploração.

Orientados pelo professor e pelo guia, eles desmontaram um mouse antigo e exploraram o seu funcionamento. O guia exigia que fizessem uma análise cuidadosa do dispositivo através de testes sugeridos e de testes que o próprio grupo criava. Esta fase foi a que mais motivou os alunos. O simples fato de estarem trabalhando com ferramentas e tendo a oportunidade de explorar um dispositivo fez com que se envolvessem.

Outro fator que contribuiu positivamente foi a interação com os colegas. Cada um queria mostrar para o outro o que sabia e explicar o que o colega tinha dúvida, caracterizando a interação entre os estudantes. Eles identificaram facilmente as principais peças, mas tiveram dificuldades quando precisaram estudar o funcionamento de cada parte.

O sistema de infravermelho foi a parte com maior dificuldade, não pela complexidade do sistema ou de seu funcionamento, mas pela superficialidade com que os alunos tratavam a questão. Ao explicar sobre como o computador reconhecia a distância percorrida pelo mouse, eles se limitavam a responder “*através do infravermelho*” sem explorar o funcionamento do sistema.

O guia dessa atividade levou os alunos a estudarem o sistema mais profundamente, mas além do guia o docente também atuou. Foi preciso que o professor conversasse com os alunos questionando algumas respostas, para que os alunos pudessem perceber que suas respostas não davam conta do questionamento que havia sido feito. Essa interação do professor sempre ocorreu buscando fazer com que os alunos lessem o que escreviam e refletissem em suas respostas. Afinal “*o ensino se consoma quando aluno e professor compartilham significados.*”(MOREIRA, 1999, p.120). Dentro do tempo disponível não foi possível completar toda a atividade proposta, necessitando assim de continuidade na aula seguinte.

---

<sup>6</sup> Como funciona o mouse. **Zero Hora**, Porto Alegre, 20 dez. 2004. Eureka.

### 5.2.3.2- Aula 2 – 12/11/2009

Essa aula deu continuidade à aula anterior, tendo em vista que os alunos não haviam chegado ao término do guia da atividade. Isso se deve, entre outros, ao envolvimento dos alunos na desmontagem do mouse. Para aproveitar melhor o tempo da aula, foi apresentado aos alunos um objetivo a ser cumprido, i.e., todos os grupos deveriam chegar pelo menos até uma determinada parte do roteiro. É importante ressaltar que esse objetivo foi previsto oportunizando tempo mais que suficiente para discussões, dúvidas e etc., pois o que se buscava era a investigação e não o mero preenchimento do guia por parte dos estudantes.

Logo no início da aula, os alunos chegaram a uma parte do guia que propunha uma série de experimentos com a bolinha do mouse e medidas de tempo que buscava relacionar o movimento linear como o movimento circular. Esses experimentos geraram muitas dúvidas e problemas de interpretação, execução e até mesmo conceituação. Ao criar o guia, viu-se uma relação clara entre os testes e os conceitos que se buscava trabalhar, no entanto, essa relação não ficou clara aos alunos.

De forma geral, os grupos desenvolveram os experimentos sem uma clara compreensão do que e porque estavam realizando tais tarefas. Ao perceber esse problema, o docente passou a atuar mais diretamente com os grupos, oferecendo uma orientação complementar ao guia e incentivando os alunos a terminarem a atividade, o que só aconteceu no início da aula seguinte. Isso porque com as dificuldades que os alunos apresentavam, propor que os grupos se reunissem em horário extraclasse para terminar a atividade não seria proveitoso e poderia gerar um sentimento de desânimo. O material e os guias foram recolhidos ao final da aula e ouviram-se os alunos sobre as dificuldades encontradas.

Posteriormente, o guia foi analisado considerando os comentários dos alunos, os teóricos usados neste trabalho, bem como a experiência dos autores e percebeu-se que na busca de fazer um paralelo entre os temas, faltou o estudo de alguns pré-requisitos e até mesmo de uma situação melhor estabelecida para dar sentido aos conceitos que seriam estudados. Esse problema foi corrigido mudando os conteúdos de Física abordados pelo guia e fazendo alterações significativas neste. Apesar disso, esse novo guia não foi usado com os alunos em questão. Ao contrário disso, fizemos uma abordagem especial descrita na aula seguinte.

### 5.2.3.3- Aula 3 – 19/11/2009

Neste dia, foi propiciado aos grupos um período de tempo para que eles terminassem as atividades do guia ainda não realizadas, o que tomou grande parte da aula, e então o professor

dirigiu uma apresentação dialogada buscando apresentar as relações entre o movimento do mouse e os temas de Física envolvidos na atividade. Utilizou-se também um jogo de batalha naval confeccionado pelos grupos como tarefa do guia de atividades.

Inicialmente, o guia focava na relação translação *versus* rotação, assim como na composição de movimentos. Percebeu-se na aula anterior que o primeiro tema não teria um resultado satisfatório, pois os alunos não dispunham de pré-requisitos necessários. Considerando isso, o professor fez alguns comentários tratando da relação translação *versus* rotação numa abordagem qualitativa e usou a existência dessa relação como comparativo ao estudo da composição dos movimentos. A abordagem desse tema foi toda desenvolvida empregando o jogo de batalha naval, o mouse e o plano cartesiano, já conhecido dos alunos.

A compreensão da composição dos movimentos e sua relação com o funcionamento do mouse pôde ser percebida. Aproveitando isso, o plano cartesiano foi apresentado como uma opção para descrever movimentos bidimensionais, e na sequência, estudou-se alguns desses movimentos, enfatizando o lançamento horizontal. O professor dirigiu um experimento sobre o lançamento horizontal, questionando os alunos sobre o resultado. Ao final, discutiu a independência existente entre a translação horizontal e o movimento de queda do objeto em questão. Cabe o comentário de que o experimento facilitou muito a compreensão do tema abordado e causou grande interesse nos alunos, promovendo inclusive disputas de ideias entre os estudantes.

#### 5.2.3.4- Aula 4 – 26/11/2009

A análise do guia da atividade descrita no item anterior levou a visualização de uma alternativa ao tema inicialmente planejado para essa atividade. O estudo da composição de movimentos e o uso do jogo de batalha naval abriram caminho para a introdução ao estudo dos vetores. Percebeu-se que essa atividade apresentava grande potencial para inserir esse tema que normalmente traz dificuldades aos estudantes.

Considerando isso e a necessidade de aprofundar alguns conceitos da cinemática, iniciou-se a aula com a proposta de um jogo à semelhança do xadrez, onde os alunos eram as peças e o piso da sala o tabuleiro. Nesse jogo, os alunos podiam um de cada vez percorrer três casas no sentido que preferissem. Usando esse jogo e suas regras, passou-se a explorar as diferenças entre deslocamento e caminho percorrido. Essa diferenciação foi orientada pelo professor a fim de mostrar a necessidade de orientação de algumas grandezas físicas, e conseqüentemente, a necessidade do vetor. Usando alguns deslocamentos efetuados durante a

atividade, exploramos a ideia de módulo, direção e sentido. Ampliou-se então a discussão para outras grandezas como velocidade e aceleração, que também foram conceituadas nesta aula.

De forma geral, a participação dos alunos foi comedida e caracterizada por dúvidas e comparações com outras situações na busca de ampliar os conceitos. O tempo usado no jogo tomou boa parte da aula, o que deve ser melhor administrado numa próxima oportunidade.

#### 5.2.4- Atividade com um móbile

##### 5.2.4.1- Aula 1 – 03/12/2009

Nesta atividade, os alunos deviam montar um móbile a partir de linha e varetas de madeira, equilibrá-lo e estudar as condições para tal equilíbrio. Em particular, essa atividade contava com a intervenção do professor durante o desenvolvimento do guia de atividades, ao contrário das demais, quando isso era feito apenas no final.

A aula começou com uma conversa informal sobre a atividade e uma rápida discussão sobre brinquedos de equilíbrio, como o passarinho equilibrista, entre outros. Isso porque, naquele momento, não se dispunha de acesso à internet para leitura do texto proposto no guia. Essa discussão cumpriu o papel de organizador prévio, tendo em vista que buscou-se elementos de ancoragem do novo conhecimento, esses já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Na sequência, os alunos foram conduzidos ao laboratório de ciências, onde estavam preparados suportes para a montagem dos móveis, um móbile montado para servir de modelo, além dos demais materiais da atividade. A primeira tarefa foi distribuir os materiais para os grupos. Como nas demais atividades, essa distribuição foi feita pelo docente a um representante de cada grupo que se dirigia até o local indicado pelo professor. Em seguida, foi explanado um breve comentário sobre a montagem do móbile a fim de maximizar o uso do tempo nesta atividade. A partir de então, os alunos passaram a montar os seus próprios móveis, para isso contaram com varetas já cortadas no tamanho padrão.

Os grupos, em geral, dividiram tarefas entre seus componentes mostrando organização e bom relacionamento. Enquanto alguns se preocupavam com a amarração das varetas, outros criavam os envelopes e preparavam as moedas que serviram como “pesos” para o móbile. As moedas foram pedidas na aula anterior e deveriam ser de mesmo valor e modelo, o que foi prontamente atendido pelos grupos. Alguns grupos inclusive criaram envelopes para as moedas com motivos, como coração. Nestes casos, foram orientados a fazer todos os envelopes iguais para diminuir a interferência da diferença de peso entre os elementos do móbile.

O envolvimento dos alunos foi gratificante, salvo alguns alunos que apresentaram comportamento inadequado durante todo o ano, os estudantes se envolveram e sentiram-se felizes com o resultado da aula. Houve, até mesmo, algumas brincadeiras com relação a montagem mais rápida do móbile. Todos os grupos conseguiram terminar a montagem do seu móbile, sendo que alguns poucos necessitaram da ajuda do professor para equilibrá-lo.

Neste dia, terminaram as aulas regulares para o nono ano, sendo os próximos encontros aulas para revisões e recuperações. Tendo em vista a metodologia usada até então, consultou-se a supervisão pedagógica de onde se obteve autorização e apoio para usar a atividade do móbile como tarefa de recuperação.

#### 5.2.4.2- Aula 2 – 10/12/2009

Como se tratava de um período de recuperações, não estavam todos os alunos presentes, na verdade, poucos deles no turno da manhã e um grupo bem maior no turno da tarde. Foi interessante notar que no período vespertino estavam presentes inclusive alunos que não estavam de recuperação.

Nesse dia, os suportes usados na primeira aula desta atividade não estavam disponíveis, pois eram fruto de empréstimo da UFRGS<sup>7</sup>. Utilizaram-se, então, cabos de vassouras e as próprias classes da sala para improvisar os suportes para o móbile. Para isso, juntaram-se duas classes e uma terceira foi colocada sobre elas, nesta terceira classe foi preso o cabo de vassoura que ficava com a sua maior parte suspensa no ar, permitindo que o móbile ficasse suspenso. Usaram-se também os móveis que haviam sido montados na aula anterior.

A aula começou com a retomada do guia por parte dos alunos. Eles preencheram a primeira parte que dizia respeito às opiniões do grupo sobre as possíveis condições de equilíbrio do móbile. A partir dessas opiniões, o professor dirigiu uma discussão sobre essas condições de equilíbrio apresentando a concepção científica do assunto. Nesse momento, o docente também apresentou as equações matemáticas oriundas das condições de equilíbrio apresentadas aos alunos. Neste ponto, surgiram parte dos problemas detectados nesta atividade. Os alunos apresentaram dificuldades na compreensão da montagem das equações e na sua resolução também. Ficou claro ao docente a dificuldade que os alunos têm de relacionarem o conhecimento matemático com a sua aplicação. Após alguns questionamentos e dúvidas, os alunos continuaram a atividade do guia estudando cada um dos 3 níveis do móbile, sendo que um dos níveis já havia sido estudado enquanto o docente fazia sua apresentação.

---

<sup>7</sup> Laboratórios de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Apesar de apresentarem algumas dificuldades, como esperado, os alunos surpreenderam no que se refere ao envolvimento e à participação nesta atividade. A mudança na abordagem desta atividade fez com que alguns alunos que em outras atividades não haviam demonstrado muito interesse o fizessem nesta aula. Outra constatação interessante foi o quanto essa atividade mobilizou os alunos na busca de soluções. Cabe destacar que as dificuldades não desapareceram e os alunos continuaram apresentando as dificuldades que são comuns na aprendizagem de um tema novo. Mas também é importante notar que a variedade na abordagem permitiu que diferentes alunos se destacassem. Isso ressalta a importância de se criar atividades que explorem as diferentes potencialidades.

Na continuidade da atividade, os alunos foram desafiados a aumentar o peso dos envelopes colocando duas moedas ou mais em cada envelope e refazer o processo inicial de equilíbrio do móbile, medida das posições de equilíbrio e etc. Infelizmente, não foi possível que os alunos terminassem totalmente a tarefa por faltar tempo, no entanto, os estudantes relataram algumas constatações interessantes. A primeira delas foi a percepção de que as posições para o equilíbrio mudaram e mudaram para mais próximo do previsto.

Apesar do pouco tempo para aplicação dessa atividade, ela apresentou resultados interessantes que serão levados em conta em novas aplicações.

Esses resultados e os resultados gerais da proposta serão discutidos de forma mais completa no próximo capítulo. Nele se discutirá a forma escolhida para avaliar a eficácia da metodologia, os resultados obtidos nesta avaliação bem como as impressões dos autores sobre a aplicação da proposta.

A seguir apresentam-se algumas imagens referentes à atividade sobre o infravermelho.



**Figura 5.3:** Em (a) e (b) são mostrados alunos durante a construção e equilíbrio de um móbile.





## CAPÍTULO 6

### RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO PROJETO

Antes de se iniciar uma análise sobre a avaliação deste projeto, é importante ressaltar os seus objetivos. Como discutido no Capítulo 1, não é raro existirem dificuldades no Ensino de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental, especialmente no que se refere ao primeiro contato formal do aluno com a Física. Esta proposta didática planeja contribuir com uma abordagem contextualizada e motivadora na introdução de conteúdos de Física nesse nível de ensino.

Para alcançar esse objetivo, foram elencados alguns fatores que se acredita terem influência direta sobre o resultado deste tipo de abordagem. Entre esses, a necessidade de mostrar a aplicabilidade dos conteúdos discutidos em sala de aula, tornando-os relevantes para o aluno; a importância de tornar o ensino interessante e agradável ao mesmo; a necessária quebra de um preconceito sofrido pela disciplina de Física, que muitas vezes é considerada uma disciplina difícil, cujo entendimento é restrito a um pequeno grupo de pessoas.

Uma análise do alcance da abordagem dessa proposta didática e a avaliação da sua aceitação pelos alunos ocorreu através dos resultados de um questionário de opinião. Esse questionário era composto de 12 afirmações com as quais os alunos poderiam concordar (C), não opinar (NO) ou ainda discordar (D). Desta forma, pôde-se inferir a opinião dos alunos quanto à proposta. Além disso, os alunos foram incentivados a escrever suas opiniões sobre o projeto no verso da folha. Acredita-se que um questionário com essas características é o instrumento mais adequado para averiguar o impacto da proposta, considerando os seus objetivos.

Esse questionário foi aplicado no ano letivo de 2010 a dois grupos de alunos: os que estavam cursando o 9º ano do Ensino Fundamental e aqueles do 1º ano do Ensino Médio. O grupo de alunos do Ensino Médio, que respondeu ao questionário, em sua grande maioria, participou da aplicação da proposta no ano de 2009, então alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. É importante salientar que as respostas dos alunos, que não haviam participado do projeto em 2009, foram analisadas em separado dos demais. Destaca-se ainda que os questionários aplicados aos dois grupos de alunos – do 9º ano e do 1º ano, apresentam pequenas diferenças, dadas as peculiaridades dos dois grupos.

Primeiro são apresentadas afirmações gerais a fim de investigar o interesse do aluno pelo estudo no seu aspecto mais amplo (1. *Gosto de estudar*). A seguir, as afirmações versam sobre a área de Ciências e, mais especificamente, sobre Física, entremeadas sempre por aspectos ligados ao projeto.

A afirmação 3 - *Já ouvi falar que Física é uma matéria difícil*, visa inferir o preconceito enfrentado pela disciplina e que a define como difícil e sem graça. A seguir, abordou-se uma das possíveis razões para as dificuldades dos alunos na disciplina de Ciências, conteúdos de Matemática (4. *Tenho dificuldades com matemática.*). Apesar de simples, essa verificação permite entender, pelo menos de maneira superficial, a relação do aluno com conteúdos de Matemática e verificar se esta influencia a sua opinião sobre a disciplina de Ciências. Chega-se, então, a um questionamento direto sobre a Física, visando entender a ideia do aluno sobre a disciplina após a aplicação da presente proposta (5. *Não acho que a Física é muito complicada*).

Ainda com o mesmo objetivo, a afirmação 6 (*A Física que se estuda no colégio não tem nada a ver com o mundo real*) pretende mensurar a relação que o aluno fez entre a Física discutida em sala de aula e o mundo real. Acredita-se que a opinião dos alunos apresentada nesta afirmação permite uma avaliação direta da sua percepção sobre a aplicabilidade do que foi discutido em sala de aula. Não se pretende dizer, no entanto, que por discordar da afirmação 6 o aluno tenha pleno conhecimento da importância, das aplicações ou mesmo que tenha abandonado seus pré-conceitos referentes à Física, mas crê-se que esse seja um passo nessa direção.




Já as afirmações 7 (*Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as “coisas” que uso.*) e 8 (*Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia.*) visam averiguar o interesse do aluno em relação a assuntos relacionados com tecnologias que fazem parte do seu cotidiano, tema principal das atividades desta proposta.

Na afirmação 9 (*Durante as aulas, eu prefiro trabalhar sozinho do que em grupo.*), busca-se verificar como o aluno encara o trabalho colaborativo em grupo. As afirmações seguintes se referem à proposta didática como um todo e tentam obter uma avaliação do aluno sobre a abordagem realizada neste projeto.

## **6.1 Resultados do questionário de opinião: alunos de 9º ano**

Na Tabela 6.1 são apresentados os resultados percentuais do questionário de opinião tendo como respondentes 105 alunos que cursaram o 9º ano em 2010 e, a seguir, a transcrição de alguns dos comentários dos alunos.

**Tabela 6.1:** Resultados do questionário aplicado aos alunos que cursaram o 9º ano em 2010, contendo a frequência de respostas para cada item em valores percentuais.

		 C	 NO	 D
1	Gosto de estudar	30,5	21,0	48,6
2	Não gosto de estudar Ciências	31,4	5,7	62,9
3	Já ouvi falar que Física é uma matéria difícil	85,7	4,8	9,5
4	Tenho dificuldades com matemática	52,4	6,7	41,0
5	Não acho que a Física é muito complicada	44,8	14,3	41,0
6	A Física que se estuda no colégio não tem nada a ver com o mundo real	3,8	13,3	82,9
7	Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as “coisas” que uso	79,0	6,7	14,3
8	Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia	16,2	9,5	74,3
9	Durante as aulas, eu prefiro trabalhar sozinho do que em grupo	21,9	6,7	71,4
10	Não gostei de estudar Física este ano	22,9	16,2	61,0
11	Aprendi bastante sobre Física este ano	72,4	18,1	9,5
12	Acho que a forma como estudamos Física este ano vai me ajudar na disciplina de Física do Ensino Médio	73,3	15,2	11,4

Percebe-se nos resultados que os alunos aprovaram um dos fundamentos da metodologia, uma vez que 71,4% prefere trabalhar em grupo à individualmente (Afirmção 9). Esse resultado resgata os pressupostos da teoria sócio-interacionista de Vygotsky sobre a importância da interação social no ambiente de sala de aula mostrando-se como uma alternativa eficiente e motivadora.

Quanto a esse fato é conveniente fazer algumas observações no que se refere à prática docente. A realização de aulas com os alunos trabalhando em grupos gera um ambiente diferente do ambiente de aulas tradicionais. O ruído decorrente dessa prática é superior àquele de quando o professor apresenta o conteúdo e os alunos, eventualmente, fazem perguntas. É preciso que o professor se adapte a essa realidade sem, no entanto, perder o controle da turma. Para que as aulas decorressem sem maiores problemas, discutiu-se francamente a situação com os estudantes e, com a participação deles, foram estabelecidas regras para o bom andamento das atividades o que trouxe bons resultados.

Ainda analisando os fundamentos deste trabalho, percebe-se que a ideia de que a Física sofre uma espécie de preconceito se confirma. Afinal, 85,7 % dos alunos disse já ter ouvido falar que Física é uma disciplina difícil. Os resultados mostram que, apesar de todo o trabalho desenvolvido, 41% dos participantes do projeto ainda considera a disciplina difícil (Afirmção

5). Isso pode ser resultado de alguns fatores como a diferença na forma de trabalho adotada em comparação ao método tradicional ao qual os alunos já estavam adaptados. A metodologia proposta aqui exige que o aluno se envolva plenamente, criando respostas originais. Ao longo das aplicações nos três anos letivos foi possível perceber essa dificuldade, a qual foi inclusive relatada por alguns deles.

O resultado das Afirmações 7 (*Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as “coisas” que uso.*) e 8 (*Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia.*) também avaliza os fundamentos deste trabalho, uma vez que as atividades discutem, em sua maioria, assuntos ligados à tecnologia presente no cotidiano do aluno. Os resultados mostram que estudar Ciências valendo-se de dispositivos que envolvam tecnologias usadas pelos alunos tem um grande potencial na promoção da aprendizagem. O resultado da Afirmação 6 de que a grande maioria dos estudantes julgou que a Física estudada na escola tem relação com o mundo em que eles vivem corrobora a conclusão apresentada acima. Esse resultado não pode ser atribuído apenas a essa proposta de ensino uma vez que aqueles que não participaram da proposta, quando alunos de 9º ano, apresentam resultado semelhante. Apesar disso, pode ser associada a iniciativas semelhantes à desta proposta, pois os estudantes que não participaram da proposta relataram que seus professores usavam de comparações e aplicações no ensino de Ciências no 9º ano. Isso mostra que os estudantes esperam que essa relação lhes seja apresentada de forma clara e que essa prática traz resultados na forma como o aluno vê a disciplina. Afinal a aplicabilidade do conhecimento é fator fundamental para que o estudante julgue importante determinado conteúdo.

Outro resultado interessante foi perceber que 62,9 % dos alunos entrevistados diz gostar de estudar Ciências. O simples fato de não rejeitarem a disciplina é um resultado interessante, afinal, não estão “fechados” para o tema, o que favorece o trabalho de educação científica, que pode tornar esses alunos cidadãos mais conscientes, participativos e cientificamente ativos na sociedade. É conveniente ainda citar o fato de que 48,6% de todos os respondentes diz não gostar de estudar, o que mostra que a aversão não está necessariamente ligada à disciplina em questão.

No que se refere à avaliação direta da proposta apresentada neste trabalho, as respostas às Afirmações 10, 11 e 12 apresentam uma avaliação positiva. O montante de 61% dos respondentes afirma ter gostado de estudar Física durante o ano (Afirmação 10). No mesmo rumo, 72,4% diz ter aprendido bastante com as atividades (Afirmação 11) e ainda 73,3% julga que os conhecimentos adquiridos irão auxiliá-los no Ensino Médio (Afirmação 12). Salienta-se aqui o fato de que apesar da afirmação se referir ao ano inteiro, os alunos foram instruídos pelo

professor a dar suas respostas tendo em vista o período de aplicação do projeto. Além dos resultados apresentados nos questionários, os comentários dos alunos escritos no verso do questionário confirmam a sua avaliação positiva.

Abaixo, são inseridas as transcrições dos comentários dos alunos das turmas 81, 82 e 83 do 9º ano do período letivo de 2010. Foi mantida a grafia apresentada nos comentários.

*Eu gostei das atividades do controle remoto e do mouse achei bastante interativo. Achei que a física seria muita conta e coisas do tipo mas vi que não é bem assim, tem contas mas não é só isso. (Aluno 1).*

*... mas com as atividades práticas e em grupos, principalmente (não gosto de fazer trabalhos sozinha) a física ficou bem mais fácil. Gostei deste ano, espero que seja melhor ano que vem. (Aluno 2).*

*... 1º eu sempre quis abrir um mouse e 2º Que lá em casa eu não posso. (Aluno 5).*

*Eu esperava que física fosse mais difícil mas com essas atividades desenvolvidas ficou mais fácil de entender a matéria e hoje vejo a disciplina muito mais simples que eu esperava. (Aluno 16)*

*... Não espera(va) nada de mais, ou melhor achei que ia ser uma droga que só iríamos ficar enfiados na sala de aula... Hoje vejo a física de um modo mais amplo, antes achava que era um monstro. (Aluno 21)*

*No começo do ano eu tinha medo, por ter escutado de pessoas da família, que a matéria de física era difícil. Mas, não concordo muito...(agora não) Eu imaginava que física eram diversas regras que teríamos que decorar... E coisas do tipo. (Aluno 24)*

*Física é mais legal do que eu pensava. (Aluno 29).*

*Sempre ouvi dizer que física era uma matéria difícil, mas por enquanto vi que não é bem assim. (Aluno 31)*

*Eu achei muito interessante estudar certas coisas na Física, como as atividades em grupo do mouse e do infravermelho(controle remoto) porque tenho curiosidade de saber como funciona tal tecnologia. Não esperava nada de estranho pois já sabia mais ou menos como seria através de familiares. (Aluno 34).*

*... Quando eu sei a matéria eu prefiro estudar sozinho do que em grupo, caso contrário, quando eu não sei muito bem eu até prefiro porque daí da para tirar duvidas com os colegas. (Aluno 35).*

*Adorei as atividades em grupo (Aluno 36).*

*Eu gosto de física, acho importante pra vida, porque o que estudamos em física são coisas do dia-a-dia. As atividades feitas em aula são legais, pois a maioria delas são em grupo e podemos discutir o assunto entre nós mesmos, ouvimos a opinião dos nossos colegas e eles nos ouvem, mesmo estando errados. Enfim, física não é o “bixo” como dizem por aí. É legal.* (Aluno 37).

*Gostei muito pois vimos coisas que eu nunca tinha parado para pensar...* (Aluno 39).

*Eu não gosto do conteúdo de Física acho a matéria chata não é muito interessante, mas acho que a maneira que foi dado o conteúdo foi boa mas o conteúdo em si não me atrai...* (Aluno 41).

*... As atividades do infravermelho, do mouse foi muito bom, pois aprendi a trabalhar em equipe.* (Aluno 45).

*Gostei das atividades...,pois era nós que fazíamos e assim, gravo melhor o conteúdo.* (Aluno 48)

*Gostei, acho que as atividades práticas me deram mais vontade de aprender física, do que só a teoria, que sinceramente eu acho chata. Prefiro aprender na prática! É mais legal e aprendo mais, e gosto mais. E as atividades práticas que tivemos foram muito legais, e aprendi bastante.*(Aluno 49).

*No início eu não entendia muito bem as atividades que fazíamos em física, mas agora já faz mais sentido. Eu achava que física era só contas matemáticas e me deixou bastante confusa as atividades dadas em aula. Mas como eu disse antes, agora já faz mais sentido.* (Aluno 51).

*... física sempre foi a matéria que eu tinha curiosidade em várias coisas porque minha irmã falava que era legal que ela gostava, ela me dizia o que ela estava aprendendo, desde ai eu fiquei curiosa em saber pra que servia a física...*(Aluno 53)

*No começo desse ano na Escola (outra escola onde a aluna estudava) a “prof” de lá não explicava a matéria passou apenas um monte de contas complicadas no quadro e queria que a gente fizesse. Então...eu vim estudar aqui e aqui adorei estudar física.* (Aluno 59)

*A Física, este ano, superou minhas expectativas, foi muito melhor do que espera(va). Espero que ano que vem, fique melhor ainda.* (Aluno 63).

*... muitos amigos mais velhos e até adultos diziam para mim que a física era chato e não era usada diariamente. Hoje estudando física, acho que a física está presente em tudo o que fazemos...* (Aluno 65)

*As atividades foram muito interessantes, mas acho que desnecessárias, acho que poderíamos estudar coisas mais interessantes não tão voltadas a tecnologia....* (Aluno 74)

*As atividades realizadas em grupos foram boas pois foram dinâmicas, fizemos coisas diferentes que eu em particular não esperava mesmo em física... E como muitos falam não é aquela coisa horrenda. (Aluno 80).*

*É muito interessante entender coisas como reflexão e refração, que nunca me chamaram a atenção, me deixou bem intrigada a forma com a qual o infravermelho reflete em superfícies, objetos, que nunca imaginei possível... (Aluno 91).*




*Eu sempre imaginei física como uma coisa bem chata, mas este ano vi que não é bem assim, é muito legal. (Aluno 92).*

*Achei bom estudar física esse ano, muitas pessoas me falavam que era coisa de outro mundo e tal, pelo menos na 8ª série não achei isso... (Aluno 96)*

## 6.2 Resultados do questionário de opinião: alunos de 1º ano do Ensino Médio




A seguir, apresentam-se as Tabelas 6.2 e 6.3 que mostram os resultados do questionário aplicado aos alunos do 1º Ano do Ensino Médio no final do período letivo de 2010. Esse grupo de alunos foi dividido em dois, aqueles que, em 2009, participaram da proposta quando cursaram o 9º ano (denominado Grupo P) e aqueles que estudaram da forma tradicional em outras escolas (denominado Grupo NP).

**Tabela 6.2:** Resultados do questionário aplicado aos alunos de 1º Ano do Ensino Médio, que participaram da proposta em 2009, contendo a frequência de respostas para cada item em valores percentuais. O número de respondentes do Grupo P foi de 54 alunos.

				
		C	NO	D
1	Gosto de estudar	48,1	14,8	37,0
2	Não gosto de estudar Física	46,3	11,1	42,6
3	Não acho que a Física é muito complicada	55,6	5,6	38,9
4	Tenho dificuldades com matemática	38,9	1,9	59,3
5	A Física que se estuda no colégio não tem nada a ver com o mundo real	5,6	7,4	87,0
6	Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as “coisas” que uso	72,2	9,3	18,5
7	Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia	14,8	9,3	75,9
8	Durante as aulas, eu prefiro trabalhar sozinho do que em grupo	29,6	3,7	66,7
9	Não gostei de estudar Física como estudamos no ano passado, na 8ª série (ou 9º ano)	9,3	13,0	77,8
10	Acho que aprendi bastante sobre Física na 8ª série (ou 9º ano)	59,3	11,1	29,6
11	Tenho dificuldade em aprender Física da maneira tradicional	40,7	11,1	48,1
12	Acho que a forma como estudamos Física no ano passado me ajudou na disciplina de Física do Ensino Médio	38,9	18,5	42,6



**Tabela 6.3:** Resultados do questionário aplicado aos alunos de 1º ano do Ensino Médio, que não participaram da proposta em 2009, contendo a frequência de respostas para cada item em valores percentuais. O número de respondentes do Grupo NP foi de 38 alunos.

				
		C	NO	D
1	Gosto de estudar	52,6	10,5	36,8
2	Não gosto de estudar Física	36,8	5,3	57,9
3	Não acho que a Física é muito complicada	47,4	0,0	52,6
4	Tenho dificuldades com matemática	57,9	10,5	31,6
5	A Física que se estuda no colégio não tem nada a ver com o mundo real	2,6	7,9	89,5
6	Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as “coisas” que uso	55,3	7,9	36,8
7	Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia	13,2	2,6	84,2
8	Durante as aulas, eu prefiro trabalhar sozinho do que em grupo	39,5	13,2	47,4
9	Não gostei de estudar Física como estudamos no ano passado, na 8ª série (ou 9º ano)	36,8	23,7	39,5
10	Acho que aprendi bastante sobre Física na 8ª série (ou 9º ano)	31,6	13,2	55,3
11	Tenho dificuldade em aprender Física da maneira tradicional	52,6	2,6	44,7
12	Acho que a forma como estudamos Física no ano passado me ajudou na disciplina de Física do Ensino Médio	21,1	23,7	55,3

Não é o objetivo primário desse trabalho a comparação estatística dos resultados dos dois grupos de alunos, participantes (P) e não participantes (NP) do projeto durante o 9º ano, e apresentados nas Tabelas 6.2 e 6.3, respectivamente. No entanto, os números apresentados sugerem diferenças dos dois grupos com respeito à metodologia de inserção de conteúdos de Física no 9º ano, de um lado a forma como foi aplicada neste projeto e de outro a forma tradicional de ensino.

Os resultados à primeira afirmação são equivalentes para os dois grupos, mostrando que o gosto pelos estudos é semelhante. No entanto, quando se compara as respostas da Afirmação 2 o resultado surpreende. Embora o que se esperava fosse que os alunos participantes tivessem maior gosto pela disciplina de Física, ocorre o contrário. Isso pode indicar em um primeiro olhar, o insucesso da proposta. Mas, se esse fosse o caso, dever-se-ia encontrar diferenças consideráveis apontando na mesma direção nas respostas às Afirmativas 9, 10 e 11, o que não ocorreu. Pode-se então explorar outras possibilidades como o fato do opinário não inferir se o aluno está baseando sua resposta no estudo de Física do 9º ano do Ensino Fundamental ou no do 1º ano do Ensino Médio. Isto é, o estudante do Grupo P pode estar respondendo que não gosta de estudar Física, porque a forma tradicional como a Física lhe foi apresentada no 1º ano não lhe agrada.

Como citado acima, um resultado visivelmente positivo é apresentado pelas respostas da Afirmação 3. Dos alunos do Grupo P, 55,6% concorda que a Física não é uma disciplina muito complicada. Já entre os respondentes do Grupo NP, 47,4% tem essa mesma opinião. Embora se esperasse uma diferença mais expressiva entre os resultados dos dois grupos de alunos, houve uma considerável diferença neste resultado. Além de relatarem achar a Física complicada, os alunos do Grupo NP relatam ter dificuldades com a Matemática o que poderia inclusive explicar o resultado apresentado por este grupo. Se assim for, como considerar positiva a aplicação da metodologia proposta nesta dissertação? Os resultados obtidos nas Afirmações 9 e 10 para os dois grupos apontam como positiva a inserção da metodologia proposta neste trabalho para o 9º ano. Quando se afirma *Não gostei de estudar Física como estudamos no ano passado, na 8ª série (9º ano)* (Afirmação 9), 77,8% dos respondentes do Grupo P discorda, enquanto apenas 39,5% do Grupo NP apresenta a mesma resposta. O resultado da comparação das respostas acima parece indicar que a proposta apresentada aqui pode ter gerado maior gosto em estudar Física do que o método tradicional. Além disso, reforça a ideia exibida na discussão dos resultados apresentados pelos dois grupos para a Afirmação 2.

A Afirmação 10 trata da opinião dos alunos no que se refere à aprendizagem de Física ensinada no 9º ano. Nessa afirmação, 59,3% dos alunos do Grupo P julga ter aprendido bastante sobre Física no 9º ano do Ensino Fundamental, enquanto entre os respondentes do Grupo NP o percentual para a mesma resposta é de 31,6%. Esse resultado aponta para o sucesso da metodologia. Salienta-se, no entanto, que para uma afirmação definitiva sobre a aprendizagem seriam necessários estudos complementares explorando esse tema.

Outro resultado aparentemente contraditório é o da Afirmação 12, onde 38,9% dos alunos do Grupo P julga que os conhecimentos estudados no 9º ano os ajudaram na disciplina de Física do 1º ano do Ensino Médio. Isto é, mais da metade dos alunos desse grupo acredita que o que estudaram durante a aplicação da proposta no 9º ano não os auxiliou na disciplina de Física do 1º ano do Ensino Médio. No entanto, esse resultado se torna considerável quando comparado ao Grupo NP, onde só 21,1% responde da mesma forma. Apesar de uma diferença considerável entre os dois grupos, para nenhum deles essa resposta representa a maioria. Esse fato exige reflexão para buscar mudanças que possam melhorar este resultado. Entretanto, é preciso considerar também que os conteúdos discutidos no 9º ano não têm, necessariamente, a função de servir como pré-requisitos ou mesmo preparação para o Ensino Médio e em sua grande maioria nem discutem os mesmos temas. Além disso, julga-se que os alunos em suas respostas levem em conta os conteúdos comuns as duas séries, não considerando outro fator

fundamental que são as competências e habilidades desenvolvidas. Para verificar esses fatores adicionais, seria necessário um aprofundamento ao qual esse projeto não se destina.

No Capítulo 7, serão apresentadas as considerações finais sobre este trabalho, onde se discutirá um pouco mais sobre os resultados e as impressões dos autores.

## CAPÍTULO 7

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos resultados discutida no capítulo anterior, é possível inferir sobre a abrangência do uso da proposta metodológica apresentada nesta dissertação. Acredita-se que os resultados obtidos são satisfatórios, uma vez que alcançaram os objetivos inicialmente propostos.

Inicialmente, esta proposta didática se destinou a fazer com que o primeiro contato formal do aluno com a disciplina de Física fosse um momento prazeroso e divertido. Desta forma, visou-se apresentar temas relevantes às suas vivências pessoais discutindo assuntos que envolvessem o cotidiano do aluno. As discussões foram sempre orientadas com a intenção de que o estudante percebesse que ao seu redor existe um mundo e que é esse mundo que a Física estuda. Ao analisar os resultados, é possível perceber que os alunos, quase em sua totalidade, consideraram que os temas discutidos na Física têm relação direta com o mundo em que eles vivem. Os resultados dessa proposta didática mostraram que o professor deve sempre estabelecer relações entre os conteúdos ensinados e o mundo real. É necessário, também, que o professor dedique tempo no planejamento de sua aula a fim de alcançar este objetivo. Só assim será proporcionada uma alfabetização científica de qualidade.

Certamente, a aplicabilidade do conhecimento não é o único fator responsável pelo sucesso de uma proposta metodológica. Julga-se necessário que ela também seja agradável para aqueles que dela participam. Trabalhar com prazer é quase diversão e estudar com prazer é dar um passo a mais na direção de um bom resultado. Por isso, desde o início deste trabalho, houve a preocupação com a escolha das situações-problema. Elas foram escolhidas de maneira a instigar a curiosidade do aluno e desafiá-lo a pensar. Além disso, procurou-se empregar as ideias como as da interação social de Vygotsky, com o intuito de maximizar a possibilidade de aprendizagem e ao mesmo tempo tornar a aula mais participativa e interativa. Essa interatividade deu à proposta uma roupagem jovial, já que é esse o mundo em que os adolescentes vivem.

Ao avaliar toda a proposta didática, desde o seu desenvolvimento até a sua implementação em sala de aula, pôde-se perceber mais claramente a colaboração das teorias que orientaram este trabalho. A ideia de G. Vergnaud de que são as situações que dão sentido ao conceito se mostrou fundamental durante o processo. Isso não só fomentou o interesse dos estudantes, como também teve papel fundamental no entendimento dos conceitos. O conjunto de situações vivenciadas pelos alunos, apesar de pequeno, foi suficiente para dar sentido ao que

os estudantes discutiam. Essas mesmas situações desafiaram os *esquemas* existentes na estrutura cognitiva dos alunos, permitindo-lhes qualificar esses *esquemas* ou mesmo substituí-los. Esse enfrentamento, entre os *esquemas* de assimilação dos alunos e as novas situações propostas, pôde ser verificado em várias etapas das atividades.

As ideias de D. Ausubel também se mostraram importantes no desenvolvimento das atividades. O uso de textos como organizador prévio ajudou a orientar os alunos no começo das atividades. Percebeu-se que a ansiedade e a desorientação, que é normal no início de uma atividade, não foram tão acentuadas, pois os organizadores prévios permitiram aos alunos encontrar em sua estrutura cognitiva elementos ligados ao tema. Isso também permitiu aos alunos trazerem à tona conhecimentos e vivências relacionados ao assunto das atividades. Essa realidade permitiu aos estudantes o acesso a *subsunçores*, dando-lhes a oportunidade de criar uma conexão entre o conhecido e o novo conceito. Outros conceitos de Ausubel estiveram presentes no desenvolvimento da atividade e colaboraram com o entendimento do processo de aprendizagem, assim como com os encaminhamentos dados ao projeto ao longo de sua aplicação.

Destacam-se também os resultados obtidos através do uso das ideias de Vygotsky. A ideia de desenvolvimento cognitivo a partir da interação social não só se mostrou eficiente como também atual. Os resultados mostram que a maior parte dos alunos aprova a forma como as atividades foram desenvolvidas, i.e., a partir de momentos de interação. Além disso, essas interações se mostraram eficazes ao longo do desenvolvimento do projeto. A preferência por esse tipo de abordagem pode ser confirmada, entre outros fatos, pelos resultados dos questionários onde os alunos dizem preferir trabalhar em grupo.

Ainda é preciso citar a confirmação de um rótulo social que a disciplina de Física recebe. Ela é definida como difícil e para poucos, distanciando dessa forma aqueles que dela poderiam muito usufruir, os estudantes. Acredita-se que, além de confirmar a existência desse rótulo, o presente trabalho contribuiu para a mudança dessas ideias entre os participantes.

Apesar dos bons resultados já citados, não se acredita que essa seja a solução definitiva para os problemas da educação científica, nem mesmo para o 9º ano do Ensino Fundamental. A contribuição desta proposta está em incentivar outros professores a tentar diversificar, mudar sua forma de ensinar. Esta abordagem metodológica se propõe a fornecer aos docentes uma alternativa para um ensino diferenciado e inovador. Um ensino que busque se tornar um prazer e não um fardo. Mas é preciso salientar que mesmo tendo obtido êxito em seus objetivos, essa proposta deverá ser constantemente avaliada, adaptada e até mesmo modificada a fim de continuar galgando sua meta.

Espera-se que esse trabalho sirva de estímulo para outros professores. Que ele se apresente como alternativa no ensino de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental. Espera-se, ainda, que ele possa contribuir para o ensino de Física na disciplina de Ciências desta série, permitindo que mesmo professores de outras áreas se sintam capazes e confortáveis para discutir assuntos relacionados à Física.

Outra expectativa que se tem é que sejam criadas outras atividades fundamentadas nesta proposta, fazendo com que o volume de atividades à disposição do professor seja cada vez maior.

Por fim, considera-se satisfatória a experiência vivenciada durante a aplicação deste projeto e se deseja que ela seja útil a professores e alunos que vierem a ter contato com ela.



## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. T. J. de. *Luz e cores: uma proposta interdisciplinar no ensino fundamental*. 2005. 103f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*: – introdução. Brasília. 1998 (a). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*: – ciências naturais. Brasília. 1998 (b). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- CALLONI, G. J. *A física dos movimentos analisada a partir de vídeos do cotidiano do aluno: uma proposta para a oitava série*. 2010. 76f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- MEES, A. A. *Astronomia: motivação para o ensino de física na 8ª série*. 2004. 132f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: EPU, 1999.
- \_\_\_\_\_. *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004.
- MORETZSOHN, R. S. T.; NOBRE, E. F.; DIEB, V. Introdução ao ensino da física: uma abordagem fenomenológica ou matemática? In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. *Atas*. Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 904-909. Disponível em: <<http://www.sbf1.if.usp.br/eventos/snef/xv/atas/index1.htm>>. Acesso: 20 out. 2011.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *A física na formação de professores do ensino fundamental*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.
- REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D. Educação espacial no ensino fundamental: uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 361-371, jul./set. 2006.
- ROSA, C. W. da; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 357-368, dez. 2007.



SCHROEDER, C. *Um currículo de física para as primeiras séries do ensino fundamental*. 2004. 162f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TRYENGINEERING. Disponível em: < <http://www.tryengineering.org/home.php>>. Acesso em: 20 out. 2011.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: LESH, R.; LANDAU, M.(Eds.). *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: Academic Press, 1983. p. 127-174.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble, v. 10, n. 2.3, p. 133–170, août 1990.




VERGNAUD, G. *Teoria dos campos conceituais*. In: NASSER, L. Ed.). . In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., Rio de Janeiro. *Anais.* , Rio de Janeiro; 1993. p. 1-26.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes. 1991.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

### Questionário de Opinião (9º Ano)




Gostaríamos de conhecer a sua opinião sobre as atividades que desenvolvemos na disciplina de Física esse ano. Para isso pedimos que você responda honestamente o questionário abaixo marcando 😊 se você concorda com a afirmação feita, 😐 se prefere não opinar sobre o item ou ☹️ se discorda da afirmação. Além disso, gostaríamos de ler sobre suas impressões pessoais e para isso você terá todo o verso desta folha.

		 Concordo	 Não Opino	 Discordo
1	Gosto de estudar			
2	Não gosto de estudar Ciências			
3	Já ouvi falar que Física é uma matéria difícil			
4	Tenho dificuldades com matemática			
5	Não acho que a Física é muito complicada			
6	A Física que se estuda no colégio não tem nada a ver com o mundo real			
7	Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as "coisas" que uso			
8	Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia			
9	Durante as aulas, eu prefiro trabalhar sozinho do que em grupo			
10	Não gostei de estudar Física este ano			
11	Aprendi bastante sobre Física este ano			
12	Acho que a forma como estudamos Física este ano vai me ajudar na disciplina de Física do Ensino Médio			

**IMPORTANTE:** O verso desta folha é para que você escreva suas impressões sobre as atividades desenvolvidas na disciplina de Física este ano. Escreva sobre o que achou das atividades. Compare as atividades com o que você esperava estudar em Física. Descreva como você vê a disciplina hoje e compare com o que você esperava. Enfim, use o verso da folha para expressar sua opinião sincera.

### Questionário de Opinião (1º Ano)

Gostaríamos de conhecer a sua opinião sobre as atividades que desenvolvemos na disciplina de Física esse ano. Para isso pedimos que você responda honestamente o questionário abaixo marcando 😊 se você concorda com a afirmação feita, 😐 se prefere não opinar sobre o item ou ☹️ se discorda da afirmação. Além disso, gostaríamos de ler sobre suas impressões pessoais e para isso você terá todo o verso desta folha.

		 Concordo	 Não Opino	 Discordo
1	Gosto de estudar			
2	Não gosto de estudar Física			
3	Não acho que a Física é muito complicada			
4	Tenho dificuldades com matemática			
5	A Física que se estuda no colégio não tem nada a ver com o mundo real			
6	Eu tenho curiosidade de entender como funcionam as "coisas" que uso			
7	Não me interessa por assuntos ligados à tecnologia			
8	Durante as aulas, eu prefiro trabalhar sozinho do que em grupo			
9	Não gostei de estudar Física como estudamos no ano passado, na 8ª série			
10	Acho que aprendi bastante sobre Física na 8ª série			
11	Tenho dificuldade em aprender Física da maneira tradicional			
12	Acho que a forma como estudamos Física no ano passado me ajudou na disciplina de Física do Ensino Médio			

**IMPORTANTE:** O verso desta folha é para que você escreva suas impressões sobre as atividades desenvolvidas na disciplina de Física no ano passado. Escreva sobre o que achou das atividades. Compare as atividades com o que você esperava estudar em Física. Descreva como você vê a disciplina hoje e compare com o que você estudou no ano passado. Enfim, use o verso da folha para expressar sua opinião sincera sobre a Física na 8ª série.

## APÊNDICE B - TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR<sup>1</sup>

### Apresentação

Você como professor<sup>2</sup> certamente já enfrentou a desmotivação dos seus alunos. Já deve ter ouvido aquela famosa frase: “Para que vou usar isto?” Essa realidade não é exclusividade sua. Diversos professores passam pela mesma experiência, especialmente os de Ciências. A verdade é que a sociedade mudou, os alunos mudaram e até mesmo os professores mudaram, mas a forma de ensinar não acompanhou todas essas transformações. O que será apresentado neste texto é uma iniciativa que procura oportunizar ao aluno uma forma diferente de responder perguntas.

A metodologia elaborada busca proporcionar ao estudante uma aprendizagem significativa ao mesmo tempo em que respeita as suas principais características e preferências. Parte-se das ideias de David Ausubel para promover as condições para uma aprendizagem significativa, usam-se os conceitos de Lev Vygotsky, com o intuito de promover a interação entre os sujeitos envolvidos no processo ensino-aprendizagem e, por fim, são consideradas as ideias de Gérard Vergnaud, procurando dar sentido aos conceitos estudados. Procura-se ainda explorar dispositivos bem conhecidos dos alunos como fonte para o estudo de diversos temas de Física.

Os dispositivos explorados neste texto têm a intenção de exemplificar a metodologia desenvolvida, uma vez que ela poderá ser utilizada para o estudo de diversas outras situações. Os exemplos apresentados foram selecionados a partir de uma consulta à literatura que indicou o projeto TryEngineering (TryEngineering, 2008)<sup>3</sup>, criado pelo *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)*, como uma iniciativa com características que vão ao encontro da metodologia desejada. Esse projeto tem como objetivo o contato dos estudantes com a realidade do trabalho de engenheiros, o que por vezes diverge do objetivo da metodologia desenvolvida e apresentada neste texto de apoio. Nesse sentido, a metodologia é discutida através de atividades propostas pelo referido projeto e adaptadas para direcionar o seu foco para o ensino da Física na Escola Básica. Com esse intuito, cada atividade apresentada neste texto de apoio inicia com um texto que discute o assunto a ser trabalhado em uma linguagem acessível ao aluno, que tenha sido publicado em um jornal diário ou disponível em *site* de divulgação científica.

A seguir, apresentam-se a metodologia de trabalho, os guias de atividade com discussões orientadas aos professores, além dos resultados obtidos na aplicação da proposta a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular de Porto Alegre, RS. São discutidas ainda as principais percepções dos autores sobre o uso desta metodologia e a realidade da sala de aula no Ensino Fundamental. Este material originou-se a partir da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física<sup>4</sup> de Terrimar I. Pasqualetto, realizada sob orientação dos professores Rejane Maria Ribeiro Teixeira e Marco Antonio Moreira<sup>5</sup>.

Porto Alegre, dezembro de 2011.

---

<sup>1</sup> A ser submetido para publicação na série “Textos de Apoio ao Professor de Física”, Instituto de Física, UFRGS.

<sup>2</sup> Neste texto, o termo professor será usado como uma referência a professores e professoras, sem nenhuma relação a gênero.

<sup>3</sup> Projeto *TryEngineering*, criado pelo *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)* organização profissional, fundada nos *EUA*, dedicada ao avanço da tecnologia em benefício da humanidade.

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS.

<sup>5</sup> (terrimar@gmail.com, rejane@if.ufrgs.br, moreira@if.ufrgs.br).

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>69</b>
1.1 Objetivo.....	69
1.2 Descrição da metodologia.....	69
<b>2. APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES E DOS GUIAS DE ATIVIDADES.....</b>	<b>73</b>
2.1 Atividade sobre o infravermelho.....	73
2.2 Atividade com uma calculadora solar.....	77
2.3 Atividade com um mouse.....	80
2.4 Atividade com um móbile.....	82
<b>3. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>86</b>
3.1 Atividade sobre o infravermelho.....	86
3.2 Atividade com uma calculadora solar.....	87
3.3 Atividade com um mouse.....	89
3.4 Atividade com um móbile.....	90
3.5 Comentários finais.....	91
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>93</b>
Anexo A – Como funciona o controle remoto.....	93
Anexo B – Motoca bronzeada.....	94
Anexo C – Como funciona o mouse.....	95
Anexo D – Passatempos de equilíbrio.....	96
Anexo E – Autorizações para uso de textos de outros autores.....	98

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Objetivo

Como citado na apresentação deste texto, os alunos mudaram, a tecnologia evoluiu, os professores são outros, mas a forma de ensinar não acompanhou tais transformações. Isso tem feito com que os nossos alunos percam gradualmente o interesse pelo estudo formal, especialmente no ramo das Ciências. Considerando essa realidade, percebe-se a necessidade de mudanças na forma de ensinar, sob risco de nossos alunos considerarem as disciplinas de Ciências como algo enfadonho, inútil e desvinculado da realidade.

Nesse sentido, buscou-se criar uma forma diferenciada para ensinar ciências. Escolheu-se o 9º ano (8ª série) do Ensino Fundamental por se tratar, na maioria dos casos, do primeiro contato formal do aluno com a Física, disciplina escolhida para a aplicação da metodologia proposta. A Física é vista frequentemente como uma disciplina difícil, carregada de matemática e “chata” - o que corrobora o investimento em propostas didáticas deste tipo.

Na busca de incentivar a mudança na forma de ensinar, apresenta-se uma metodologia, na qual o aluno tem papel ativo e fundamental na sua aprendizagem. Para tal, ele tem espaço para errar, refletir, argumentar e interagir com os colegas e com o professor. Além disso, o aluno interage com os conteúdos a partir de situações reais e vivenciadas cotidianamente por ele e seus familiares. Isto porque as atividades propostas têm como ponto de partida objetos fáceis de serem encontrados e de uso frequente. A partir de uma pesquisa na literatura, optou-se por basear parte das atividades aqui apresentadas em ações práticas empreendidas no projeto *TryEngineering* (TryEngineering, 2008). Esses pequenos projetos procuram incentivar o trabalho em grupo e o estudo de conceitos a partir de sua necessidade no desenvolvimento de cada atividade.

Com isso, busca-se mostrar ao aluno uma Ciência vinculada à realidade e parte do seu cotidiano, fazendo com que ele valorize e se interesse por tal disciplina. Cabe salientar ainda que com essa proposta didática não se tem a presunção de resolver todos os problemas do ensino de Ciências. Ela é um incentivo para que a mudança comece na sua sala de aula, tendo como função apoiar o professor que pretende fazer algo diferente e muitas vezes não sabe por onde começar.

A seguir, encontra-se a descrição da metodologia, apresentando seus pontos fundamentais e os passos a serem considerados.

### 1.2 Descrição da metodologia

A metodologia aqui proposta considera as ideias de três teóricos, D. Ausubel (1968), G. Vergnaud (1983, 1990 e 1993) e L. Vygotsky (1991). A partir das ideias desses autores, estabeleceram-se três preceitos fundamentais para o desenvolvimento desta metodologia: a necessidade de interação entre os envolvidos na aprendizagem, a ligação entre o novo conteúdo e algo que o aluno já conhece e o envolvimento dos alunos em situações-problema, que deem sentido aos conceitos discutidos. Esses princípios formam o tripé, no qual esta proposta de ensino se apoia, e devem reger as atividades desenvolvidas dentro desta metodologia.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa depende da existência de um material *potencialmente significativo*, o qual implica que tenha significado lógico, que o aprendiz tenha os

*subsunçores* adequados disponíveis em sua estrutura cognitiva e que este manifeste disposição para relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a esses *subsunçores*.

Vergnaud, em sua “Teoria dos Campos Conceituais”, defende a ideia de que as situações é que dão sentido aos conceitos. Isto é, as situações é que são responsáveis pelo sentido atribuído ao conceito. Sendo assim, buscou-se neste trabalho colocar o estudante frente a situações que lhe permitam formar o conceito proposto através de uma vivência pessoal. Ou seja, a situação exige o uso de conceitos que se tornam parte da atividade, o que permite ao aluno atribuir valor e sentido ao tema e aos conceitos trabalhados.

Para Vygotsky, a internalização, ou reconstrução interna de conhecimentos, depende da interação social onde ocorre o compartilhamento de significados. Para a efetiva aprendizagem, é fundamental, também, que a interação ocorra dentro da zona de desenvolvimento proximal. Portanto, o papel do professor como mediador, se apresenta como fundamental nesta proposta, tendo em vista que ele já internalizou instrumentos e signos que o aluno deverá internalizar. Não se trata, no entanto, de simplesmente expor conteúdos aos estudantes e sim promover uma interação que proporcione a troca de significados entre os envolvidos no processo. Nesse sentido, esta proposta usa o trabalho em grupos para promover a interação entre os estudantes, e incentiva a troca de significados entre os grupos. Mantém ainda o professor no papel de mediador central orientando as discussões, a fim de que os significados captados pelos estudantes sejam aqueles compartilhados no contexto da área de conhecimento em questão.

Uma vez apresentados os pilares da metodologia, descrevem-se, a seguir, as etapas com que as atividades foram elaboradas e trabalhadas em sala de aula. A primeira parte de cada atividade é sempre o que Ausubel chama de organizador prévio, isso é, um elemento que organize as ideias dos estudantes na busca de conexões para o novo assunto a ser estudado. Ausubel denomina *subsunçor* o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aluno com o qual será feita a conexão. Nesta proposta, optou-se por trabalhar, fundamentalmente, com textos de jornais fazendo o papel de organizador prévio. No entanto, podem ser usadas outras opções. Na atividade do móbil, por exemplo, usa-se um texto de um sítio da internet, mas poderiam ser usadas outras alternativas, como um vídeo, a demonstração de um experimento ou mesmo uma aula introdutória com abordagem conceitual. Essa escolha depende, entre outros fatores, do assunto a ser discutido, dos materiais disponíveis e das características da turma de alunos. Essa primeira etapa deve servir de introdução à atividade e por isso não deve tomar muito tempo.

A seguir, propõe-se a situação-problema da atividade. Trata-se do ponto central da atividade, ou seja, o desafio no qual os alunos trabalharão. Essa situação-problema deve ser real e acessível aos alunos, ter relação direta com a sua vivência e envolver recursos que permitam que eles executem o projeto. Neste Texto de Apoio ao Professor de Física apresentam-se quatro dessas situações-problema, uma para cada atividade. A primeira é o acionamento de um televisor, via controle remoto, estando o aparelho e o controle remoto separados fisicamente por um anteparo opaco ao sinal emitido pelo dispositivo. A segunda é a desmontagem de uma calculadora solar e a descrição de seu funcionamento. Seguindo esse mesmo princípio, de conhecer o funcionamento, a terceira situação-problema é a desmontagem de um *mouse* mecânico de computador. E por último, propõe-se a construção de um móbil a partir de materiais simples.

Cada atividade é desenvolvida a partir de uma situação-problema. Elas são sempre realizadas em grupos de no máximo 5 alunos, sendo 3 ou 4 um número ideal. Eles devem discutir suas ideias e chegar a um consenso no grupo, sendo incentivados a escrever com suas próprias palavras essas opiniões. O objetivo desta determinação é induzir a discussão de ideias dentro dos grupos.

Com o objetivo de orientar os alunos no desenvolvimento das atividades, foi construído um guia de atividades para cada situação-problema. Esse guia tem a função básica de nortear as ações dos estudantes. No entanto, em nenhum momento ele deve cercear o direito do aluno de propor testes ou sugerir novas ideias. Os estudantes devem ter total liberdade para discutir suas impressões, criar explicações e realizar testes não propostos pelo guia, ainda que seus comentários não sejam os cientificamente aceitos. Neste caso, o professor deverá orientá-los através de questionamentos, levando-os a refletir e verificar inconsistências no seu pensamento ou mesmo permitir que eles avancem, para posteriormente confrontar suas ideias com as dos outros grupos, etapa que é apresentada a seguir.

A última etapa da atividade ocorre após o trabalho dos estudantes, isso é, quando eles já discutiram no seu grupo, criaram uma solução para a situação-problema e já a testaram. Após esse processo, o professor promove um momento, quando cada grupo apresenta seus resultados aos colegas, possibilitando a discussão das soluções entre os grupos. Cada grupo, então, defende suas ideias e ouve os questionamentos e sugestões dos colegas dos demais grupos. É um momento muito rico para a promoção da aprendizagem, pois ocorre a interação entre diferentes possibilidades e interpretações do desafio. É comum surgirem discussões acirradas acerca de qual teria sido a melhor solução e, muitas vezes, ocorre a troca de ideias de diferentes grupos, levando a uma solução mais interessante.

Ao final das atividades e debates entre os grupos, o professor deve iniciar a discussão dos temas de interesse. Nesse momento, o docente deve ter sensibilidade e preparação para discutir os temas que forem surgindo a partir das dúvidas dos alunos. Ele deve escolher alguns temas que nortearão a sua aula e, a partir das respostas dos alunos, discutir os temas em questão. Como citado anteriormente, é muito importante que o professor esteja pronto a discutir temas periféricos àquele que inicialmente se propôs. Isso porque se espera que os alunos exponham suas dúvidas sobre diversos assuntos ligados ao tema principal, especialmente dúvidas relativas a eventos e fenômenos que eles já presenciaram.

Com o intuito de exemplificar a metodologia proposta, são apresentadas quatro atividades, que seguem os princípios e etapas descritos acima, e os guias desenvolvidos para cada uma delas. Tais atividades, e seus respectivos guias, são parcialmente baseadas em situações-problema e planos de aula do projeto *TryEngineering*<sup>6</sup>, iniciando com um texto que discute o assunto a ser trabalhado em uma linguagem acessível ao aluno, que tenha sido publicado em um jornal diário ou

---

<sup>6</sup> Esse projeto é uma iniciativa do *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, que oferece recursos para estudantes, seus pais, professores e orientadores educacionais através de um portal *on line* sobre engenharia que tem o objetivo de divulgar essa profissão e incentivar os estudantes a seguirem a carreira. Nesse portal podem ser encontrados atividades e experimentos práticos, entre outros recursos. Conforme citado, no *site* do projeto é incentivado o uso livre de um conjunto de 115 planos de aula de engenharia, computação e tecnologia. Atualmente, esses planos de aula estão também disponíveis em um formato amigável para *smartphones*. (Disponível em: <http://tryengineering.org/news/lessons-now-aligned-next-gen-science-and-common-core-math-standards> e <http://tryengineering.org/news/tryengineeringorg-goes-mobile>. Acesso em: 26 jun. 2017.)



disponível em *site* de divulgação científica. Embora essa vinculação não seja uma regra metodológica, as atividades disponibilizadas pelo referido projeto possuem diversas características que vão ao encontro das premissas da metodologia de ensino apresentada neste texto.

Nos guias de atividades apresentados neste texto de apoio, se encontram as perguntas que orientarão os alunos, bem como a intenção com a qual cada questionamento foi criado. Não se espera que os alunos reproduzam respostas prontas, por isso a orientação aos professores discute apenas a atitude esperada do aluno, assim como a função do questionamento dentro do guia da atividade.

## 2. APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES E DOS GUIAS DE ATIVIDADES

### 2.1 ATIVIDADE SOBRE O INFRAVERMELHO<sup>7</sup>

#### 2.1.1 Orientações para a atividade

Imagine que você faça parte de uma equipe, para a qual foi dado o desafio de investigar e testar a tecnologia do infravermelho. Para tal, você e sua equipe deverão realizar testes para compreender as limitações desse sistema e para planejar uma maneira de operar um televisor que se encontra atrás de um anteparo ou até mesmo em outra sala.

#### 2.1.2 1º Passo - Previsão

**2.1.2.1** Para iniciar a atividade faça, em grupo, a leitura do texto “Como funciona o controle remoto” (Zero Hora, 2006), constante no Anexo A.

**2.1.2.2** Trabalhe junto com seus colegas de grupo, discuta e faça previsões de como diferentes materiais bloqueiam ou não o infravermelho. O que acontece se você colocar entre o controle remoto e a televisão: uma folha de papel, uma folha de metal (p. ex. alumínio), ou ainda outros materiais? Você ainda consegue controlar a televisão? Preencha a tabela abaixo com suas previsões.

<b>Material</b>	<b>Papel cartaz branco</b>	<b>Papel cartaz preto</b>	<b>Folha de alumínio</b>	<b>Folha de plástico</b>
<b>Previsão</b>	<i>Espera-se que os estudantes discutam em seus grupos a possível transmissão do infravermelho através de cada um dos materiais propostos e descrevam aquilo que o grupo pensa que ocorrerá no futuro teste.</i>			
<b>Material</b>	<b>CD</b>	<b>Sua mão</b>	<b>Fita isolante</b>	<b>Copo com água e corante</b>
<b>Previsão</b>	<i>É preciso que os estudantes sejam incentivados ao livre pensamento e que o grupo chegue a uma decisão e então preencha os espaços. Deixe claro tratar-se de uma previsão e que eles não serão avaliados pelo que acertarem ou errarem, mas que se espera empenho e qualidade em suas respostas.</i>			
<b>Material</b>	<b>Copo com água</b>	<b>Copo com leite</b>	<b>Material de sua preferência</b>	<b>Material de sua preferência</b>
<b>Previsão</b>	<i>Normalmente os alunos preenchem com “sim” e “não” tornando a resposta imprecisa. Para isso ser evitado, pode ser sugerido o preenchimento com os termos “transmite” ou “não transmite”, bem como permitir o uso de outros termos pelos alunos.</i>			

**2.1.2.3** O que acontece se você usar esses materiais, como um espelho, para direcionar o comando para a TV? Você conseguiria comandar a TV? Preencha a tabela abaixo com suas previsões sobre a reflexão.

<sup>7</sup> Parte da atividade foi baseada em planos de aula do projeto *TryEngineering* (TryEngineering, 2008) contando inclusive com trechos das atividades originais traduzidas livremente e/ou adaptadas para as necessidades da metodologia aqui proposta.

<b>Material</b>	<b>Papel cartaz branco</b>	<b>Papel cartaz preto</b>	<b>Folha de alumínio</b>	<b>Folha de plástico</b>
<b>Previsão</b>	<i>Espera-se novamente uma discussão e previsão do grupo, só que agora sobre a reflexão do infravermelho por cada um desses materiais.</i>			
<b>Material</b>	<b>CD</b>	<b>Sua mão</b>	<b>Fita isolante</b>	<b>Copo com água e corante</b>
<b>Previsão</b>	<i>Aqui você deve explicar como será feito, mais tarde, o teste para que os grupos entendam melhor o que estão prevendo. Normalmente, eles apresentam dúvidas neste ponto. Você pode inclusive demonstrar para a turma como será o teste.</i>			
<b>Material</b>	<b>Copo com água</b>	<b>Copo com leite</b>	<b>Material de sua preferência</b>	<b>Material de sua preferência</b>
<b>Previsão</b>	<i>Novamente destaca-se a importância de dar liberdade para os grupos errarem sem nenhum tipo de demérito por isso. O que se deseja é a discussão entre os estudantes, para isso eles precisam ter liberdade.</i>			

### 2.1.3. 2º Passo - Testes das previsões

**2.1.3.1** Teste as previsões de seu grupo acerca da interferência ou do alcance do infravermelho, tentando verificar se a radiação infravermelha emitida pelo controle remoto atravessa o papel e os outros materiais testados de forma a controlar a televisão. Anote seus resultados na tabela abaixo: *Na tabela, aparecem os resultados de testes executados pelos autores. No entanto, se ressalta a importância de um teste prévio, pois a diferença entre materiais ou a forma de execução dos testes pode gerar diferenças significativas nos resultados, o que não constitui necessariamente um erro.*

<b>Material</b>	<b>Papel cartaz branco</b>	<b>Papel cartaz preto</b>	<b>Folha de alumínio</b>	<b>Folha de plástico</b>
<b>Resultado</b>	<i>Não transmite</i>	<i>Não transmite</i>	<i>Não transmite</i>	<i>Transmite</i>
<b>Material</b>	<b>CD</b>	<b>Sua mão</b>	<b>Fita isolante</b>	<b>Copo com água e corante</b>
<b>Resultado</b>	<i>Não transmite</i>	<i>Não transmite</i>	<i>Não transmite</i>	<i>Não transmite</i>
<b>Material</b>	<b>Copo com água</b>	<b>Copo com leite</b>	<b>Material de sua preferência</b>	<b>Material de sua preferência</b>
<b>Resultado</b>	<i>Transmite</i>	<i>Não transmite</i>	<i>O resultado depende do material escolhido</i>	<i>O resultado depende do material escolhido</i>

**2.1.3.2** Teste também suas previsões a respeito da reflexão dos materiais, isto é, se esses materiais conseguem desviar o sinal direcionando-o para a televisão. Anote seus resultados na tabela abaixo:

<b>Material</b>	<b>Papel cartaz branco</b>	<b>Papel cartaz preto</b>	<b>Folha de alumínio</b>	<b>Folha de plástico</b>
<b>Resultado</b>	<i>Reflete</i>	<i>Reflete</i>	<i>Reflete</i>	<i>Não reflete</i>
<b>Material</b>	<b>CD</b>	<b>Sua mão</b>	<b>Fita isolante</b>	<b>Copo com água e corante</b>
<b>Resultado</b>	<i>Reflete</i>	<i>Reflete</i>	<i>Reflete</i>	<i>Não reflete</i>
<b>Material</b>	<b>Copo com água</b>	<b>Copo com leite</b>	<b>Material de sua preferência</b>	<b>Material de sua preferência</b>
<b>Resultado</b>	<i>Não reflete</i>	<i>Reflete</i>	<i>O resultado depende do material escolhido</i>	<i>O resultado depende do material escolhido</i>

### 2.1.4 3º Passo: Análise dos resultados

**2.1.4.1** Qual foi o resultado que mais surpreendeu o seu grupo? Por quê?

*Resposta pessoal do grupo*

---

**2.1.4.2** O que acontece com o infravermelho quando o material não permite a sua passagem? Ele vai para outro lugar?

*Espera-se que os grupos reflitam sobre o que ocorre com a radiação ao interagir com a matéria. Desta forma, poderão ser discutidos posteriormente os fenômenos de reflexão, refração e absorção.*

**2.1.4.3** O que o grupo julga ser o infravermelho usado nos controles remotos?

*Aqui a discussão deve versar sobre a natureza da radiação infravermelha. Seria uma onda ou, quem sabe, matéria? É possível tocá-la? Ela é um código ou usada como transmissor de um código?*

**2.1.4.4** Como a TV identifica o comando do controle remoto? O texto “Como funciona o controle remoto” pode ajudar o seu grupo.

*Essa resposta pode ser encontrada no texto “Como funciona o controle remoto”. Incentive o aluno a responder com suas próprias palavras*

---

## **2.1.5** 4º Passo - Aplicação do conhecimento

Suponha que você faz parte de uma equipe, para a qual foi dado o desafio de operar com um controle remoto, que usa infravermelho, uma televisão que estivesse atrás de um anteparo ou em outra sala.

**2.1.5.1** Considere os resultados de sua investigação e na caixa abaixo descreva o planejamento que você e os colegas de seu grupo fizeram para resolver o desafio. Sejam detalhistas e se certifiquem de fazer uma lista de todos os materiais que vocês precisarão, incluindo quantidade e outras informações pertinentes como tamanho, espessura, etc.

*Aqui você deve incentivar seus alunos a pensarem previamente no que pretendem fazer e descreverem da forma mais completa possível os seus planos. Uma forma interessante de fazer isso é através de um desenho como uma planta baixa ou algo do gênero. É importante, no entanto, que eles detalhem o desenho usando os ângulos e posições dos objetos com exatidão.*

Materiais necessários:

*Espera-se uma lista de materiais contendo quantidades, tamanhos e outros detalhes necessários ao projeto.*

## **2.1.6** 5º Passo - Teste do projeto

Pegue os materiais que você disse que necessitaria e teste o projeto de seu grupo.

### Perguntas para reflexão

**2.1.6.1** O projeto do seu grupo funcionou? Se a resposta for negativa, por que não funcionou?

Espera-se uma reflexão do grupo sobre os possíveis motivos da provável falha do projeto. Normalmente, essa falha acontece nas primeiras tentativas, exigindo alterações no projeto original.

**2.1.6.2** Você e seu grupo acreditam que fazer alterações no projeto nesta fase de testes resolveria o problema ou melhoraria seus resultados? (Mudando a posição de alguns itens ou adicionando ou removendo materiais). Qual seria essa alteração?

Aqui o grupo deve apresentar as ações que acredita resolver o problema detectado anteriormente. Se forem necessárias várias alterações, elas devem ser descritas aqui.

**2.1.6.3** Feita a alteração prevista, o grupo obteve o resultado esperado? Explique.

Aqui os alunos devem descrever os resultados das alterações efetuadas, sendo positivos ou não. Devem descrever os efeitos de cada uma das alterações.

### **2.1.7** 6º Passo - Apresentação dos resultados

**2.1.7.1** Prepare com os colegas de seu grupo uma breve apresentação de suas ideias e resultados para a turma.

**2.1.7.2** Outro grupo desenvolveu algum sistema que você acredita ser particularmente mais adequado? Por quê?

Espera-se que os alunos atentem aos projetos dos outros colegas, buscando elementos que poderiam ser incorporados ao seu. Além disso, é possível que percebam erros corrigidos pelos colegas e dessa forma entendam seus próprios erros. As perguntas aos grupos devem ser incentivadas e organizadas visando a interação e até mesmo a discussão de conceitos e interpretações.

### **2.1.8** 7º Passo - Ampliação do conhecimento

**2.1.8.1** Alguns telefones celulares possuem dispositivos que utilizam o infravermelho, assim como o controle remoto da TV. Quais as semelhanças e diferenças entre esses dois processos?

Deve ser incentivada a pesquisa em fontes como livros e internet, a critério dos alunos. É importante dar tempo para que os alunos pesquisem sobre o assunto. Busque fontes para sugerir aos alunos.

**2.1.8.2** Por que alguns equipamentos de visão noturna usados, por exemplo, na busca e resgate de pessoas ou de animais, empregam radiação infravermelha?

Deve ser incentivada a pesquisa em fontes como livros e internet, a critério dos alunos. É importante dar tempo para que os alunos pesquisem sobre o assunto. Busque fontes para sugerir aos alunos.

### Links interessantes:

- ... <http://br.geocities.com/saladefisica5/leituras/infravermelho.htm>
- ... [http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/ET\\_02.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/ET_02.asp)
- ... [http://www.vortex.com.br/raytek/termometro\\_principio.html](http://www.vortex.com.br/raytek/termometro_principio.html)

## 2.2 ATIVIDADE COM UMA CALCULADORA SOLAR<sup>8</sup>

Dê liberdade aos alunos para que eles investiguem o funcionamento da calculadora. No caso de perguntas, mostre a intenção da pergunta e não a resposta. Se eles tiverem interesse em desconectar peças, permita, desde que isso não atrapalhe as demais atividades do guia.

### 2.2.1 Orientações para a atividade

Para iniciar a atividade, faça, em grupo, a leitura do texto “Motoca Bronzeada” (Zero Hora, 2006 b), constante no Anexo B.

Você, junto com seu grupo, terá a oportunidade de conhecer o funcionamento de uma calculadora solar da forma mais divertida, desmontando-a. Isso mesmo, você vai desmontá-la. Para isso, serão fornecidas ferramentas adequadas. Tome cuidado para não se machucar e siga as instruções para que possa aproveitar a atividade da melhor maneira possível.

### 2.2.2 1º Passo – Desmontagem da calculadora

2.2.2.1. No grupo, observe se a calculadora continua funcionando quando você bloqueia completamente o painel solar. O que ocorre se o bloqueio for parcial? Anote o resultado de suas observações e as explicações para o que foi descoberto.

Esse é o primeiro contato dos alunos com o material a ser estudado. Aqui se busca a reflexão de que a radiação solar é que está fornecendo energia para o funcionamento do dispositivo. Embora seja uma conclusão simples, é ela que dará a fundamentação para a atividade. Espera-se que ela apague os numerais da tela, quando coberta totalmente, e enfraqueça os algarismos, quando bloqueada parcialmente. Cabe salientar que isso não ocorrerá se o dispositivo contar com uma bateria interna.

2.2.2.2. Cite outros três produtos que acredita que funcionem total ou parcialmente com painéis solares.

Aqui os estudantes têm a oportunidade de responder conforme sua vivência. Eles devem ser incentivados a escreverem dispositivos que já tenham entrado em contato ou ouvido notícias de aparelhos que funcionem usando energia solar. Com certeza, já ouviram ou leram notícias a este respeito.

2.2.2.3. Em equipe, desmonte a calculadora solar usando as ferramentas fornecidas. Assegure-se de tirar todos os pequenos parafusos que prendem as partes da calculadora; alguns podem estar ocultos embaixo de “almofadinhas” ou “borrachinhas”. Não esqueça de desmontar a placa eletrônica da calculadora, mas não desconecte os fios. Lembre-se que ela está presa por diversos parafusos. Observação: tome cuidado ao manusear o painel solar e a tela de LCD da calculadora, pois podem apresentar cantos e rebarbas afiados.

### 2.2.3 2º Passo - Investigação

2.2.3.1. Observe, com seus colegas de grupo, o painel solar e veja como ele é conectado as demais partes da calculadora. Examine as outras partes da calculadora. Analise o que foi encontrado. Em seguida, responda as perguntas abaixo.

Perguntas:

---

<sup>8</sup> Parte da atividade foi baseada em planos de aula do projeto *TryEngineering* (TryEngineering, 2008) contando inclusive com trechos das atividades originais traduzidas livremente e/ou adaptadas para as necessidades da metodologia aqui proposta.

**2.2.3.1.a** Entre as peças que você desmontou, existe alguma bateria? A calculadora funciona sem essa bateria?

Aqui se incentiva a reflexão sobre a existência da bateria no dispositivo. Esse exercício de observação permite ao aluno conhecer as partes do circuito e a função de cada uma.

**2.2.3.1.b** Qual o componente responsável por fornecer energia para o funcionamento da calculadora?

Aqui ocorrerá o primeiro contato com o painel solar. É possível que eles busquem a presença de uma bateria e até mesmo confundam elementos do dispositivo com uma bateria. Não diga que estão errados, proponha testes que mostrem ao grupo se esse elemento é ou não o responsável pela energia do sistema. Dessa forma, eles chegarão naturalmente à resposta mais adequada.

**2.2.3.1.c** Essa energia está armazenada nesse componente? De onde vem essa energia?

A resposta a essa pergunta deve fazer o grupo ampliar sua visão e perceber que a energia não está armazenada no painel solar. Na verdade pretende-se que os alunos entendam que o painel é somente um dispositivo que transforma um tipo de energia em outro e que na realidade a energia vem do Sol.

**2.2.3.1.d** Como essa energia chega à placa de circuitos? Existe algo que transporta essa energia através dos fios, o que seria?

A intenção desta pergunta é que os alunos reflitam sobre a presença de elementos que transportem a energia de um ponto a outro, no caso, os portadores de carga elétrica. Essa reflexão dará início ao conceito de corrente elétrica que será explorado ao final da atividade. Esse raciocínio não é elementar, uma vez que depende do conhecimento dos alunos sobre a estrutura da matéria, portanto, tenha paciência.

**2.2.3.1.e** Faça um desenho esquemático representando o percurso e as transformações sofridas pela energia desde a sua origem até o seu destino.

*A expectativa aqui é que os alunos já tenham a capacidade de perceber o processo de transformações de energia e façam um desenho a respeito disso. Espera-se um desenho que contemple a energia sendo emitida pelo Sol na forma de luz, chegando ao painel solar e sendo transformada em energia elétrica, essa sendo conduzida aos elementos do dispositivo via portadores de carga e sendo novamente transformada nos componentes do dispositivo.*

**2.2.3.1.f** Poderíamos usar essa calculadora 24 horas por dia? Se a sua resposta for negativa, como você resolveria esse problema?

Essa pergunta deve reforçar a ideia de que a energia vem do Sol e não está no painel. Além disso, incentivará a busca de soluções para o uso noturno do dispositivo. No caso da existência de uma bateria, ela complementarmente o entendimento da função deste elemento no dispositivo.

**2.2.3.1.g** Como o pressionar de certa tecla faz com que a calculadora identifique que ocorreu o acionamento? É possível acionar o numeral diretamente na placa de circuitos? Tente acioná-lo com diferentes objetos.

Busca-se aqui aprofundar o conhecimento dos estudantes. Normalmente, eles se limitam a dizer que a placa percebe o apertar da tecla e não se importam como isso acontece. No entanto, esse princípio simples é usado para acionar uma campainha ou acender uma lâmpada ou ainda “chamar” o elevador. O que se pretende aqui é fazer com que o aluno perceba a ideia de contato elétrico e o universo de possibilidades que isso proporciona.

**2.2.3.1.h** Supondo que você remontasse a calculadora com todas as teclas em diferentes posições, ela continuaria funcionando corretamente? Por quê?

Pretende-se fazer com que o aluno reflita sobre os contatos elétricos e perceba que o número desenhado na tecla não determina o algarismo a ser escrito na tela. Seria interessante que os grupos tentassem remontar a calculadora com as teclas invertidas e fizessem algumas contas. Aqui, o grupo deverá descrever o que compreendeu sobre as suas reflexões sobre esta pergunta e a anterior.

## **2.2.4** 3º Passo – Aplicação do conhecimento

**2.2.4.1.** Usando o que você aprendeu com a calculadora, crie um projeto simples onde a fonte de energia será substituída por um painel solar. Para isso, você deverá explorar os itens a seguir:

**2.2.4.1.a** Quais são os componentes fundamentais para que um circuito elétrico funcione?

Os grupos devem perceber que basicamente precisarão de uma fonte de energia, condutores e um receptor. Não se espera que eles usem essa nomenclatura, até porque ela não lhes foi apresentada. No entanto, ao listar os componentes básicos, eles deverão citar os 3 elementos. Poderão ainda citar outros como interruptores, isso dependerá da complexidade do projeto.

**2.2.4.1.b** O que você pretende ligar ao circuito elétrico? Faça um desenho mostrando seu projeto.

Aqui, os grupos deverão esquematizar os seus projetos. Espera-se um desenho que apresente os componentes e a forma de ligação entre eles. O projeto dependerá em muito do painel solar que você disponibilizará. Esses painéis podem ser comprados em kits, para a exploração da energia solar ou mesmo retirados de dispositivos que funcionam desta forma. O painel solar da calculadora usada pelos autores foi capaz de acender um pequeno LED quando submetido à luz direta do Sol.

**2.2.4.1.c** Quais as formas de energia presentes no seu projeto?

Espera-se que os estudantes reflitam sobre as diferentes formas de energia presentes na natureza e descrevam aquelas que fazem parte de seu projeto. É possível que algumas formas de energia sejam esquecidas, isso porque esse tema ainda não lhes foi apresentado. O professor poderá incentivar a reflexão sobre essas ausências ou ainda discuti-las posteriormente.

## **2.2.5** 4º Passo - Apresentação dos resultados

**2.2.5.1** Prepare com os colegas de seu grupo uma breve apresentação para o restante da turma. Ajude os seus alunos mostrando-lhes quais os pontos principais a serem apresentados aos colegas e orientando-os, por exemplo, sobre a postura e a linguagem empregadas nessa apresentação.



## 2.3 ATIVIDADE COM UM *MOUSE*<sup>9</sup>

### 2.3.1 Orientações para a atividade

Para iniciar a atividade, faça, em grupo, a leitura do texto “Como funciona o *mouse*” (Zero Hora, 2006 b), constante no Anexo C.

Imagine que você faça parte de uma equipe, para a qual foi dado o desafio de investigar o funcionamento de um *mouse*. Para tal, você e sua equipe deverão realizar investigações para compreender o seu funcionamento.

### 2.3.2 1º Passo – Desmontagem do *mouse*

**2.3.2.1** Em equipe, desmontem um *mouse* mecânico novo barato ou um *mouse* velho quebrado (mesmo que não esteja funcionando), usando os materiais fornecidos. Assegurem-se de que o *mouse* não esteja conectado a um computador e que não haja energia elétrica circulando por ele. Vocês precisarão de uma chave de fenda bem pequena, daquelas normalmente encontradas em *kits* de reparo de óculos. Tenham cuidado ao tirar a cobertura plástica do *mouse*.

**2.3.2.2** Observem os componentes mecânicos que se movem quando vocês giram a bolinha do *mouse*. Observem, também, os dois ou três “interruptores” e verifiquem como eles podem ser acionados. Tente entender a função de cada componente.

### 2.3.3 2º Passo: Investigação

**2.3.3.1.** Quantas peças componentes vocês encontraram? Listem-nas e descrevam suas funções. Essa pergunta permite aos estudantes o contato inicial com o *mouse*. É aqui que eles irão se familiarizar com o dispositivo e estudar peça por peça. O detalhamento dessa resposta depende das orientações do professor. Surgirão muitas dúvidas sobre o nome de certas peças, oriente os alunos a lerem o texto introdutório “ Como funciona o *mouse*” e lá encontrarão o nome de diversas peças.

**2.3.3.2.** Como o movimento da bolinha do *mouse* se transforma em informação para o computador? Seja cuidadoso e detalhista em sua resposta. Dica: leia o texto de apoio, ele pode lhe ajudar.

Espera-se que ocorra uma interação entre os membros do grupo, buscando uma resposta comum para esta questão. Os alunos devem conversar entre si sobre os detalhes da transformação do movimento da bolinha em sinal para o computador. Eles devem ser capazes de perceber que o sinal do infravermelho é transmitido do transmissor para o receptor e interceptado pelo disco dentado, o que indica o movimento da bolinha. Incentive os estudantes a serem detalhistas e curiosos. Provoque questionamentos em cada grupo e dê liberdade para que escrevam usando suas palavras.

**2.3.3.3.** Entre as peças que seu grupo descreveu, deve haver dois eixos presos a dois discos dentados ou furados. Esses eixos e discos se movem junto com a bolinha do *mouse*. Como o computador entende que o cursor do *mouse* (setinha na tela) deve andar uma distância maior ou menor na tela?

Continuando a questão anterior, os grupos deverão perceber que quanto mais o disco gira, mais vezes o sinal de infravermelho é interceptado e dessa forma é possível verificar se a esfera girou mais

<sup>9</sup> Parte da atividade foi baseada em planos de aula do projeto *TryEngineering* (TryEngineering, 2008) contando inclusive com trechos das atividades originais traduzidas livremente e/ou adaptadas para as necessidades da metodologia aqui proposta.

ou menos. Não dê a resposta aos seus alunos, permita que eles discutam e proponham explicações, ainda que essas não estejam totalmente corretas. Se julgar necessário, questione as explicações, mas sempre permita que os alunos deem sua opinião. Lembre-os que a resposta deve ser do grupo.

**2.3.3.4.** Considerando que os eixos que descrevem o movimento do *mouse* estão dispostos perpendicularmente, um ao outro, como você e seu grupo explicam a possibilidade do cursor do *mouse* descrever um movimento em diagonal? Qual dos rolamentos gira? Descreva cuidadosamente o processo.

A intenção aqui é que os alunos percebam a ideia de composição de movimentos. Ao movimentar o *mouse* eles rapidamente perceberão que quando movemos o *mouse* na diagonal, ambos os eixos se movem. A conclusão mais comum é que quando os dois se movem juntos transmitem a informação de movimento em diagonal. Atente para o suporte da bolinha que fica em posição diagonal, alguns alunos podem pensar que se trata de outro sensor.

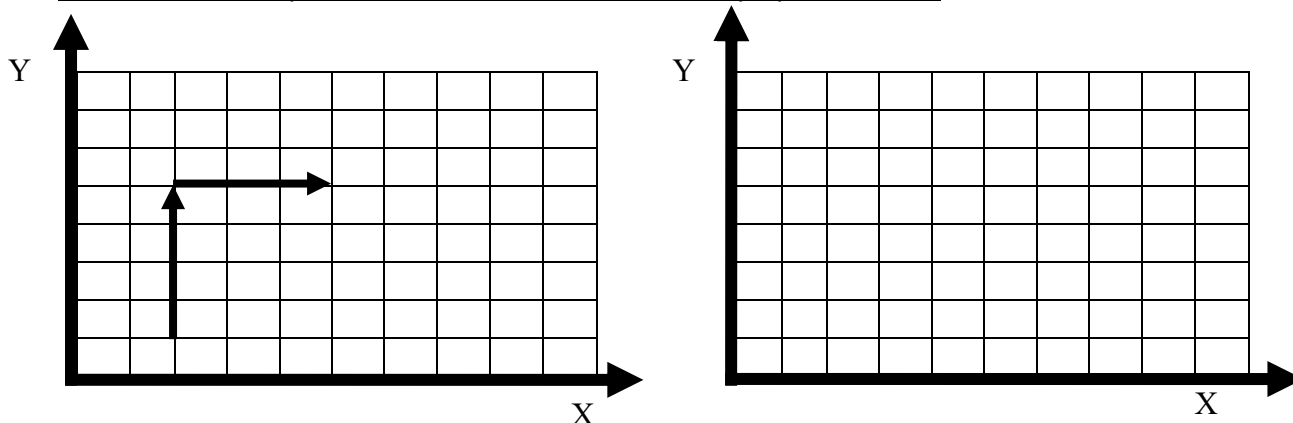
**2.3.3.5.** O artigo do jornal ZH (Anexo C) faz uma relação entre o *mouse* e o plano cartesiano. Se imaginarmos a tela como um plano cartesiano, dizendo que cada disco dentado do *mouse* representa um eixo do plano cartesiano (X e Y) e que cada furo ou dente do disco representa uma unidade, poderíamos descrever o movimento do cursor do *mouse*.

**2.3.3.5.a** O desenho no plano cartesiano da esquerda mostra dois movimentos sucessivos do *mouse*. Primeiro um movimento para a frente de 8 unidades e, em seguida, outro para a direita de 6 unidades. O seu grupo seria capaz de desenhar o movimento que apareceria na tela do computador se os dois movimentos acontecessem ao mesmo tempo?

Aqui se espera que os grupos, ainda que inconscientemente, efetuem a soma qualitativa dos vetores deslocamento. Incentive-os a desenharem o vetor resultante ainda que eles desconheçam esse termo ou essa operação. Essa resposta deve ser usada posteriormente para ampliar as situações onde a composição de movimentos acontece e para formalizar o conceito de resultante.

**2.3.3.5.b** Seu grupo seria capaz de determinar o deslocamento diagonal equivalente a um deslocamento de 3 unidades em X e um deslocamento de 4 unidades em Y que ocorrem ao mesmo tempo? Use o plano cartesiano da direita para o desenho e seus cálculos.

Esse é um desafio que os alunos só terão êxito se já tiverem estudado conteúdos de trigonometria. Poderão então ver a aplicação direta do teorema de Pitágoras. Consulte o professor da disciplina de Matemática e verifique o andamento da matéria antes de propor o desafio.



### 2.3.4 3º Passo - Aplicação do conhecimento

**2.3.4.1.** Você e seu grupo estudaram o funcionamento do *mouse* e viram que um movimento pode ser descrito através de outros dois acontecendo ao mesmo tempo. Agora o desafio é vocês explicarem a situação que aparece no vídeo do *Youtube*, disponível em: <[http://www.youtube.com/watch?v=9wib\\_Lg-qCY&feature=fvw](http://www.youtube.com/watch?v=9wib_Lg-qCY&feature=fvw)>. Usem os conceitos discutidos até aqui e lembrem que “vento de través” significa vento de lado. Se julgar necessário, desenhe a situação e os agentes envolvidos.

## 2.4 ATIVIDADE COM UM MÓBILE<sup>10</sup>

### 2.4.1 Orientações para a atividade

Para iniciar a atividade, faça, em grupo, a leitura do texto “Passatempos de Equilíbrio”. Sugere-se aqui o uso do texto citado acima que pode ser encontrado no endereço [http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06\\_07.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_07.asp) ou no anexo D desse texto. Esse texto tanto pode ser impresso para entregar aos alunos, quanto levá-los a acessarem a internet para a sua leitura, a decisão dependerá dos recursos disponíveis na sua escola e de sua intenção.

Imagine que você faça parte de uma equipe, para a qual foi dado o desafio de montar um móbile a partir de materiais fornecidos. Para isso, você e seu grupo deverão buscar o equilíbrio em cada um dos níveis do móbile.

#### Materiais

- Três varetas de material leve;
- Oito moedas ou objetos pequenos de mesma massa;
- Linha de costura ou barbante leve;
- Régua marcada em milímetros e centímetros
- Caneta hidrográfica;
- Cartolina;
- Fita adesiva ou cola;
- Tesoura;

### 2.4.2 1º Passo - Construir o móbile

**2.4.2.1** Use as varetas como componentes horizontais do móbile. Corte cada vareta com 32 cm de comprimento e marque o seu ponto central; faça marcas distantes de 0,5 cm em toda a extensão da vareta.

Essas marcas serão a referência das posições para o preenchimento da tabela do item 3.3. Acompanhe a marcação e certifique-se de que ela está sendo feita da maneira correta, do meio para as pontas das varetas.

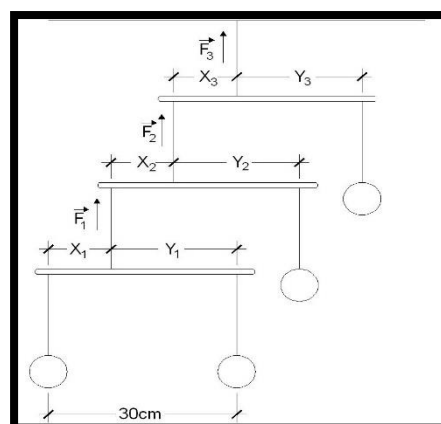


Figura 2.4.1: Esquema de montagem do móbile

<sup>10</sup> Parte da atividade foi baseada em planos de aula do projeto *TryEngineering* (TryEngineering, 2008) contando inclusive com trechos das atividades originais traduzidas livremente e/ou adaptadas para as necessidades da metodologia aqui proposta.

**2.4.2.2** Construa pequenos envelopes de cartolina onde caibam de uma a três moedas e que possam ser pendurados às varetas usando-se o barbante. Prenda os envelopes, já com as moedas, nas hastes horizontais, mantendo exatos 30 cm entre os barbantes.

Os envelopes devem ser construídos de maneira a permitir a colocação e retirada de moedas, além de terem tamanhos semelhantes.

**2.4.2.3** Construa o móbile conforme a figura ao lado, mantendo-o montado durante toda a atividade. Use uma moeda em cada envelope.

### **2.4.3** 2º Passo - Hipóteses sobre as condições de equilíbrio

**2.4.3.1** Para garantir que cada nível permaneça em equilíbrio, são necessárias algumas condições. Liste as condições que o seu grupo julga serem necessárias e suficientes para que cada nível e o móbile como um todo permaneçam em equilíbrio.

Espera-se que o grupo enumere todas as condições que julque necessárias para que cada nível do móbile se mantenha em equilíbrio, sem pender para lado nenhum ou despencar. Cabe salientar que até então eles não tiveram contato com as condições de equilíbrio cientificamente aceitas, portanto, deverão descrever as suas impressões. Não exija nem induza uma “resposta certa”. Permita que os alunos formulem condições de acordo com o que pensam.

**2.4.3.2** Se o seu grupo estivesse trabalhando com a construção de um castelo de cartas ou a fabricação de um João Bobo você acha que consideraria as mesmas condições? Por quê?

Aqui se pretende levar o grupo a pensar na generalização de suas ideias. Refletir sobre a existência de regras gerais ou se existem regras diferentes para cada caso. Espera-se também que os estudantes reflitam sobre aquilo que escreveram e ampliem suas proposições.

**2.4.3.3** Apresentação dos grupos sobre as respostas obtidas até aqui.

Neste momento, cada grupo irá apresentar para os demais colegas da turma suas conclusões e terão a oportunidade de discuti-las. O professor deverá organizar esse momento para que seja uma oportunidade de comunicação e discussão entre os grupos.

### **2.4.4** 3º Passo – O que a Física nos diz sobre esse assunto?

*(Use os conceitos e métodos tratados em aula e disponibilizados no texto “Passatempos de Equilíbrio” para completar essa etapa).*

Esse é o momento onde o professor fará uma intervenção junto aos alunos. O professor deve preparar uma apresentação sobre as condições de equilíbrio de acordo com a Física. É importante usar os comentários dos alunos sempre que isso for possível. O professor deve buscar, na discussão que os alunos fizeram, elementos que criem vínculos com os conceitos físicos que ele apresentará. O professor deverá diversificar a sua apresentação de modo a torná-la interessante. Sugere-se inclusive que as condições de equilíbrio sejam aplicadas para diversas situações. É importante também a retomada da representação das forças como grandezas vetoriais, o que já dever ter sido discutido na atividade com um mouse ou em outra oportunidade.

**2.4.4.1** Desenhe o diagrama de forças de cada nível do móbil, desprezando a massa das hastes e dos barbantes. Preocupe-se basicamente com a força peso dos envelopes com as moedas,  $\vec{P}$ , e as forças de tração exercidas pelos barbantes que unem os diferentes níveis do móbil,  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  e  $\vec{F}_3$  (mostradas na Figura 2.4.1).

É possível que os alunos apresentem dificuldade em entender o que é um diagrama de forças. Por isso, sugere-se que além de discutir o assunto na apresentação, o professor construa o diagrama do nível 1 no quadro com os alunos. Além disso, circule entre os grupos, acompanhando o desenvolvimento da atividade de cada grupo.

**2.4.4.2** Determine, teoricamente, as posições dos barbantes para que o móbil permaneça em equilíbrio. Preencha a tabela a seguir após determinar e resolver os três sistemas de equações, usando:

**2.4.4.2.a** a condição de equilíbrio relacionada aos torques exercidos sobre os componentes do móbil;

**2.4.4.2.b** em cada um dos níveis do móbil, uma equação para as distâncias  $X$  e  $Y$ , medidas da posição onde foram atados os barbantes com um envelope ou o barbante unindo um nível ao outro (ver a figura 2.4.1). Monte um sistema de equações para cada um dos níveis, resolvendo-o pelo método de substituição.

Esta etapa poderá ser feita pelos grupos ou mesmo numa apresentação do professor para a turma toda, isso dependerá do estágio de compreensão matemática dos alunos. Embora eles já devam ter estudado sistemas de equações, é possível que tenham dificuldades tanto na sua montagem, quanto na sua resolução. Nesse caso, não há problema que o professor intervenha e discuta a montagem e a resolução das equações com cada grupo ou até mesmo com a turma toda. Lembre-se que o nosso objetivo é que os alunos conheçam a Física sem traumas. Se eles perceberem que a Física é capaz de descrever situações reais, como a que eles montaram e entenderem o porquê das diferenças encontradas entre os resultados teóricos e experimentais, já terão alcançado o objetivo da atividade.

	Previsão Teórica 1				Envelopes com 1 Moeda		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3		Nível 1	Nível 2	Nível 3
X previsto (cm)				X medido (cm)			
Y previsto (cm)				Y medido (cm)			
Força prevista, $F^*$				Diferença de X, (%)			
* Escreva essa força em unidades de P				Diferença de Y, (%)			
	Previsão Teórica 2				Envelopes com 2 Moedas		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3		Nível 1	Nível 2	Nível 3
X previsto (cm)				X medido (cm)			
Y previsto (cm)				Y medido (cm)			
Força prevista, $F^*$				Diferença de X, (%)			
* Escreva essa força em unidades de P				Diferença de Y, (%)			

Para calcular a diferença percentual (%) use regra de três.

É dito aos alunos que utilizem os valores das forças ( $F$ ) como múltiplos de um valor  $P$ , que equivale ao peso de um envelope com uma moeda. Isto é, as forças previstas não devem ser calculadas como um valor absoluto.

2.4.4.3 Adicione, agora, mais uma moeda em cada envelope e reequilibre seu móbile. Faça as previsões de acordo com os itens 2.4.4.1 e 2.4.4.2, preenchendo o restante da tabela.

O preenchimento da tabela deve ser feito de modo a propiciar uma comparação entre os resultados obtidos teoricamente e os obtidos através do experimento. Por isso, aparecem lado a lado espaços para o preenchimento de dois conjuntos de dados. Da mesma forma, há um espaço para o preenchimento de dois conjuntos de dados para a situação com duas moedas. A determinação da diferença percentual deve ser revista com os alunos ou mesmo substituída pelo valor absoluto da diferença. O importante é que os alunos vejam que para resolver o problema foram usadas aproximações, e quanto mais adequadas forem essas aproximações, mais os resultados previstos se aproximarão dos reais. Neste experimento se considerou que as varetas e os fios têm massas desprezíveis e que as varetas têm densidade constante.

#### 2.4.5 4º Passo - Reflexão

2.4.5.1 Os resultados previstos são iguais aos obtidos na prática? Se a sua resposta for negativa, o seu grupo esperava encontrar essa diferença? Justifique.

Aqui, se pretende levar o grupo a uma reflexão sobre os resultados obtidos, mostrando-lhes que é comum haver diferenças entre os resultados previstos e os experimentais. A ausência dessa diferença não indicará um móbile bem montado e sim, um ajuste inverídico de dados durante a atividade. Além disso, busca-se perceber se o grupo já havia discutido essa possibilidade.

2.4.5.2 Segundo a opinião do grupo, o que causou essas diferenças?

Aqui, espera-se averiguar se os estudantes conseguem perceber os motivos das diferenças encontradas. Isso é, se eles são capazes de perceber as aproximações feitas e deve ser permitido que os alunos expressem suas ideias.

2.4.5.3 Comparando os resultados previstos com aqueles obtidos com uma moeda em cada envelope e depois com duas moedas, as diferenças encontradas são as mesmas? Caso as diferenças encontradas não tenham sido as mesmas, justifique o porquê desse resultado.

Estimula-se aqui a reflexão dos alunos sobre a redução das diferenças entre os resultados com uma e com duas moedas e busca-se verificar se eles percebem a redução da diferença como argumento de defesa das aproximações usadas.

2.4.5.4 Prepare uma breve apresentação dos resultados e respostas do seu grupo para apresentar aos seus colegas da turma.

Essa apresentação deve ser mediada pelo professor e deve permitir a livre exposição de ideias, cabendo ao docente formular perguntas que levem o grupo na direção do conhecimento científico.

### 3. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Espera-se que, após a leitura dessas atividades, você se sinta motivado e cheio de ideias que vão além do que está escrito neste texto. A proposta aqui é apresentar uma metodologia diferente para ensinar Ciências e não que você simplesmente reproduza essas quatro atividades e as aplique aos seus alunos. Por isso, você poderá discutir os assuntos que julgar mais importantes em cada atividade, adaptando-a a sua necessidade sem, no entanto, esquecer-se dos princípios fundamentais da metodologia.

As atividades aqui propostas foram aplicadas a 7 turmas de 9º ano de uma escola da rede particular de Porto Alegre, RS, onde se dispunha de 2 períodos semanais exclusivos para o ensino de Física. Ao longo de 3 anos letivos, as atividades passaram por avaliações e transformações, resultando finalmente no que aqui foi apresentado.

A experiência dessas aplicações é apresentada sucintamente nos parágrafos a seguir. Neles discutem-se os temas que os autores exploraram em cada atividade, bem como alguns resultados interessantes, impressões e dificuldades encontradas na aplicação de cada atividade.

#### 3.1 Atividade sobre o infravermelho

Entre todas as atividades, essa é a que apresenta um desenvolvimento mais linear e metódico. Por esse motivo, sugere-se que seja a escolhida para começar o trabalho. Na aplicação desenvolvida pelos autores, e aqui descrita, as características dessa atividade permitiram aos alunos fácil adaptação à nova metodologia. Além disso, o estudo de um assunto tão contextualizado como o controle remoto do televisor causou sempre muito interesse. Soma-se a isso ainda o fato de que a maioria dos alunos já acionou o televisor dirigindo o controle remoto para superfícies refletoras. Todo esse contexto gerou bons resultados e discussões interessantes.

No contexto do tema dessa atividade, sugere-se inicialmente o trabalho com assuntos simples como a classificação dos materiais quanto a sua transparência ou a sua reflexibilidade, o estudo da reflexão e de todo o espectro eletromagnético. No entanto, percebeu-se nas aplicações que outros temas poderão surgir como curiosidade dos alunos.

A opção mais usada pelos estudantes para resolver a situação-problema dessa atividade é o uso de espelhos para refletir o sinal de infravermelho e dessa forma fazê-lo atingir o aparelho de TV. Embora seja inicialmente uma escolha simples e até mesmo lógica, logo eles percebem que talvez não seja a mais simples. Ao testar os seus projetos, os alunos percebem que o posicionamento dos espelhos exige certo cuidado. Nas aplicações em sala de aula já realizadas, percebeu-se alunos que acreditavam que o sinal era desviado perpendicularmente ao espelho independente do ângulo de incidência do raio infravermelho. Houve aqueles que perceberam que existia uma regra, mas mesmo assim, não conseguiram entendê-la e ainda alguns alunos usaram a reflexão da luz visível como parâmetro para o posicionamento dos espelhos.

Esse primeiro contato com o mundo da reflexão suscitou dúvidas que permitiram ao professor introduzir as primeiras ideias do fenômeno da reflexão, inclusive tratando das leis que o descrevem. A partir dos resultados dos testes iniciais, foi discutida a classificação dos materiais, quando os alunos verificaram que existem materiais que permitem a passagem do infravermelho e outros que o bloqueiam. A partir disso, os materiais foram classificados como transparentes, translúcidos e opacos.

Discutiu-se ainda com os alunos o fato de que essa classificação deve ser feita para cada radiação de forma individual, já que um corpo transparente à luz visível pode não o ser para o infravermelho. É importante salientar que nesta etapa os alunos precisam de demonstrações práticas para melhor compreender o assunto a ser discutido. Por isso, cada lei ou novo conceito sempre era acompanhado de demonstrações que permitiam ao aluno a visualização dos temas. No caso, um espelho e uma caneta laser permitiram muitas discussões interessantes.

Outra alternativa que se mostrou recorrente foi o uso de papel alumínio como um espelho rudimentar. Nesses casos, aproveitou-se o ensejo para discutir a diferença entre reflexão difusa e especular. Houve ainda uma situação muito interessante, onde alguns alunos propuseram criar um duto de PVC revestido internamente com papel alumínio que levaria o sinal até o televisor. Isso ocorreria através de sucessivas reflexões dentro do cano. Através dessa ideia, pôde-se discutir o funcionamento básico da fibra óptica tão presente na tecnologia moderna. Outros assuntos ainda foram discutidos conforme a curiosidade dos alunos. O funcionamento do olho humano surgiu como questionamento entre os alunos, bem como o funcionamento de outros aparelhos ligados à radiação, como o forno de micro-ondas e os aparelhos de radiografia; a proteção à radiação ultravioleta entre outros.

A riqueza das discussões de cada atividade não depende apenas da atividade e sim da motivação dos alunos e da atuação direta do professor. A forma como ele apresenta os temas e incentiva o trabalho é determinante nos resultados finais. Além disso, a dedicação exigida nas respostas passa pela dedicação do professor.

### **3.2 Atividade com uma calculadora solar**

O primeiro passo ao organizar essa atividade é a aquisição das calculadoras. Elas podem ser encontradas em atacados de produtos para “lojas de 1,99” ou mesmo nessas lojas. É fundamental, no entanto, que se tenha certeza do seu funcionamento a partir da energia solar. Isso porque diversos modelos usam uma imitação de painel solar apenas com função estética. Além dessa primeira preocupação, é necessário compreender que os alunos desmontarão as calculadoras e que nem todas voltarão a funcionar. Mas é possível substituir a calculadora por outro equipamento que funcione a partir de energia solar.

Essa atividade envolve um tema muito atual, uma vez que muito se fala em energias limpas para melhorar o meio ambiente. Embora um primeiro olhar nos faça perceber a possibilidade de se trabalhar o tema energia, também é possível se discutir circuitos elétricos simples. Na verdade, o objetivo é tratar dos dois temas de forma integrada.

A atividade começa com uma introdução do professor apresentando o texto a ser lido, bem como a importância de cada etapa do guia de atividades. É também nesse momento que os alunos são orientados quanto à segurança no manuseio das ferramentas e quanto ao conhecimento da situação-problema. Em seguida, iniciam a leitura do texto “Motoca Bronzeada” (Anexo C).

Ao longo da atividade, os alunos têm de realizar testes e fazer previsões, bem como apresentar hipóteses que vão sendo testadas na medida do possível. Normalmente, a ansiedade leva os estudantes a quererem desmontar o dispositivo de imediato. Cabe ao professor orientá-los, já que alguns testes devem ser feitos com ela ainda montada. Os alunos também precisam ter liberdade para



desmontar livremente a calculadora, cabe ao professor orientá-los a como efetuar corretamente os procedimentos, bem como cuidar das pequenas peças para a posterior montagem.

A experiência já realizada mostrou que os estudantes dominam a atividade de maneira tranquila e sem maiores problemas. Muitas vezes, buscam detalhes maiores do que os esperados pelo professor ao descrever as peças da calculadora. No entanto, deixam a desejar quando se trata de explicar fenômenos, fazendo-o de maneira superficial. Novamente, destaca-se a importância do professor como mediador e orientador. É preciso questionar e levar os estudantes a refletirem sobre suas respostas, para desta forma permitir que eles construam ideias mais organizadas e detalhadas.

Apesar das dificuldades descritas anteriormente, os resultados obtidos foram muito bons. Ao apresentarem aos colegas os seus projetos, houve uma interação muito grande entre os alunos. Alguns questionaram a utilidade dos projetos, outros a possibilidade de sua execução e outros ainda apontaram suas falhas. Com isso, todos tiveram oportunidade de rever suas ideias e então executá-las.

Para a criação dos projetos, o guia da atividade sugere algumas perguntas que servem como uma introdução para a aula que o professor conduz ao final da atividade. Sugere-se a apresentação dos temas entre a apresentação dos projetos e a sua execução. Dessa forma, os alunos já usam os temas discutidos durante as aplicações na execução das atividades.

Como citado anteriormente, a apresentação do tema pelo professor pode iniciar pela discussão das perguntas do item **2.2.3** do guia de atividades. A primeira delas discute os componentes fundamentais para o funcionamento de um circuito elétrico. Aproveite ao máximo as respostas dos alunos e a partir delas discuta a presença de uma fonte de energia, de condutores e de um receptor. Sugere-se a apresentação simplificada de diferentes circuitos, onde o professor poderá identificar, junto com seus alunos, os diferentes componentes e características de cada circuito. Neste momento, também é possível discutir o item **2.2.3.1.d** que tem o objetivo de introduzir o conceito de corrente elétrica. Aqui pode ser necessária uma descrição simplificada sobre a composição da matéria, no que se refere aos modelos atômicos. As discussões sobre todos esses temas devem sempre buscar a realidade do aluno. Uma maneira funcional de se fazer isso é tratar do choque elétrico ou mesmo do funcionamento de aparelhos presentes nas casas dos alunos. Assim se discute, num primeiro momento, os temas ligados aos circuitos elétricos.

Ainda na mesma apresentação, as respostas dos alunos ao item **2.2.3.1.c** podem ser usadas para introduzir o estudo da energia. Sugere-se que os grupos apresentem suas respostas neste momento da aula e então, a partir das discussões que surgirem, o professor apresente o tema energia. Aqui podem ser exploradas as diferentes formas de energia, seus usos, as diferentes formas de obtenção da energia elétrica, bem como os prós e contras de cada uma delas. Aborde o funcionamento de diferentes aparelhos que usam energias alternativas e discuta a realidade de sua região no que se refere ao uso dessas energias.

Após essas discussões, os alunos devem executar seus projetos com as devidas correções e apresentá-los à turma. Na aplicação desta atividade, surgiram diversas ideias entre os alunos. Alguns propuseram postes de iluminação que armazenassem a energia solar do dia para iluminar parques públicos durante a noite, outros sugeriram o uso de energia solar no funcionamento dos semáforos, outros a criação de ventiladores portáteis para os dias mais quentes e outros ainda propuseram a

construção de veículos que usassem energia solar. Todos esses projetos devem ser executados como maquetes funcionais e apresentados ao grupo em outra oportunidade. Para a execução dos projetos, podem ser adquiridos pela internet painéis solares especiais para pequenos projetos ou mesmo, serem usados os painéis das calculadoras associados entre si. Na aplicação efetuada pelos autores, os alunos usaram os painéis solares das calculadoras, o que se mostrou eficiente apenas para pequenas demandas de energia. Para projetos que exijam uma maior quantidade de energia, é necessário o uso de pequenos painéis comerciais.

Como complemento ao trabalho realizado, sugere-se ainda, quando houver possibilidade, o agendamento de um passeio para algum local que trate do assunto. Podem ser visitadas usinas de energia elétrica ou mesmo entidades associadas à energia e possuam um programa de visitação. No Rio Grande do Sul é possível, por exemplo, visitar o parque eólico de Osório ou mesmo algumas termoeletricas do estado. Pode-se, ainda, buscar uma parceria com a empresa responsável pela distribuição de energia na sua região. Enfim, uma possibilidade de aplicação do conhecimento.

### 3.3 Atividade com um *mouse*

Atualmente, um *mouse* de computador é um instrumento comum a qualquer criança, apesar disso, bem poucos alunos imaginam como funciona esse dispositivo. Muitos já tiraram a bolinha de um mouse mecânico, ou por curiosidade ou para limpá-lo, mas bem poucos ousaram desmontá-lo. Essa atividade propõe exatamente isso, a investigação de como funciona um *mouse*. Afinal, como a informação de movimento é transformada em sinal elétrico? Como o computador entende e reproduz na tela o movimento do *mouse*? Tem Física nesse dispositivo? As respostas a essas e outras perguntas são o objetivo dessa atividade. Nela, os alunos usam pequenas chaves de fenda ou chaves Philips para desmontar e investigar o funcionamento do *mouse*.

A atividade se inicia com um texto que trata sobre o funcionamento do *mouse* e em seguida é feita a sua desmontagem. Os alunos têm então a oportunidade de comparar o que está escrito no texto “Como funciona o *mouse*” (Anexo C) com a realidade que tem a sua frente. Nesta situação, são incentivados pelo guia da atividade a desvendar a função de cada peça ali presente e descrever o funcionamento do conjunto. Ao mesmo tempo em que discutem o funcionamento do dispositivo, são levados a perceber conceitos básicos de Física.

O funcionamento do *mouse* a partir de dois eixos perpendiculares entre si permite ao professor discutir a composição de movimentos, já que é assim que esse dispositivo funciona. Esse tema pode e deve ser ampliado junto com os alunos, apresentando a ferramenta matemática adequada para descrever um deslocamento, o vetor. Apesar de julgar que o estudo de vetores exija um formalismo matemático que os alunos de 9º ano ainda não dominam completamente, percebeu-se que é possível discutir o tema ainda que parcialmente. O estudo de o que é e para que serve um vetor, bem como o método de soma de vetores pela poligonal, pode ser plenamente compatível com a capacidade cognitiva desses alunos.

Ao final do 2º passo, o professor deverá dirigir uma discussão dos itens estudados até ali, podendo ainda propor o 3º passo antes dessa discussão, se julgar mais proveitoso. Nessa discussão, o professor deve retomar os itens do guia para se certificar que os alunos compreenderam corretamente o funcionamento do *mouse*. Após isso, deverá mostrar aos estudantes, através de questionamentos,

que a descrição do movimento do *mouse* se dá a partir de dois eixos perpendiculares entre si. Aproveitando o item **2.3.3.4.**, você pode introduzir a ideia de composição dos movimentos e apresentar alguns exemplos onde esse princípio é usado, um lançamento oblíquo, por exemplo. Na sequência, pode apresentar os vetores como a forma adequada de representar grandezas como o deslocamento de um objeto.

Aproveitando o ensejo, pode ainda discutir as diferenças entre grandezas escalares e vetoriais. Após essa discussão, ou no momento que o professor julgar mais adequado, pode desafiar os alunos a trabalharem no item **2.3.4.1.** onde se analisa um vídeo da tentativa de pouso de um avião sob ação de vento lateral. Nessa situação, o piloto é obrigado a desviar o nariz do avião do eixo da pista para compensar o vento que o joga para fora dela. Com o conhecimento de vetores e um pouco de dedicação, acredita-se que os alunos serão capazes de resolver esse item. No entanto, é preciso lembrar que o farão usando sua linguagem e cabe ao professor orientá-los sobre suas respostas.

### **3.4 Atividade com um móbile**

Construir um móbile e equilibrá-lo é um desafio simples? A prática mostra que nem tão simples quanto supõem os alunos. Essa atividade é uma das mais envolventes, pois existem diversas tarefas simultâneas permitindo que o grupo todo participe de maneira direta na atividade. Enquanto alguns ajustam as varetas, outros constroem os envelopes e outros marcam as varetas já com o tamanho adequado. Na sequência, os grupos montam o móbile e o colocam em equilíbrio, deslocando o ponto onde a corda central se prende à vareta. É importante perceber que as cordas das extremidades devem manter 30 cm entre si, não devendo ser movidas.

Depois de equilibradas, o guia de atividades orienta os estudantes a refletirem sobre as condições que permitem que um corpo permaneça em equilíbrio. Essas condições propostas pelos grupos deverão ser apresentadas aos colegas e discutidas com toda a turma, somente então o professor fará a sua intervenção. A partir dos comentários dos alunos, o professor intervém mostrando como esse problema é visto cientificamente. Quais são as condições de equilíbrio de acordo com a Física e como elas podem ser usadas.

Sem dúvida, essa é a atividade que exige um maior formalismo matemático dentre as quatro apresentadas e, portanto, é esperado que os alunos apresentem algumas dificuldades no momento da montagem e resolução do sistema de equações. Sugere-se então que essa seja a última atividade do ano letivo, para que os alunos já tenham maior maturidade e conhecimento matemático e assim possam aproveitá-la melhor. Além disso, sugere-se também que o professor execute a montagem e parte da resolução dos sistemas de equações no quadro junto com os estudantes. Isso porque o objetivo maior da atividade não é a resolução de um conjunto de equações e sim mostrar aos alunos que as Ciências conseguem descrever elegantemente o problema.

Aqui se pode discutir, além do equilíbrio de um corpo, temas como a ideia de força, força resultante, além de se discutir as aproximações e idealizações usadas na Física e seu efetivo impacto na análise de um problema. Esse último assunto pode ser discutido usando-se as diferenças entre os resultados teóricos, previstos pelos resultados das equações, e experimentais da posição de equilíbrio das varetas. No início da discussão do problema, faz-se uma idealização dizendo que a massa das varetas é desprezível e que suas densidades são constantes em toda a sua extensão. Com o aumento

do número de moedas nos envelopes, é uma boa aproximação desprezar a massa das varetas comparada à massa das moedas fazendo com que os resultados experimentais se aproximem cada vez mais dos teóricos. A partir dessa realidade é possível discutir o tema e inclusive apresentar outros exemplos.

### **3.5 Comentários finais**

Neste texto apresentou-se uma proposta para o ensino de Ciências (Física) no 9º ano do Ensino fundamental. Esta proposta usou situações-problema para proporcionar o primeiro contato formal do estudante com a Física. Para tanto, usou as teorias dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, da aprendizagem significativa de David Ausubel e do sócio-interacionismo de Lev Vygotsky.

Foram oferecidos ao leitor deste texto quatro atividades acompanhadas de instruções ao professor e de guias de atividades para serem usados diretamente com os alunos. Essas atividades versam sobre diferentes temas e buscam tornar a aprendizagem mais agradável e efetiva. É importante salientar que essas quatro atividades são apenas alguns exemplos para o uso da metodologia apresentada, i. e., esta metodologia pode ser usada para o desenvolvimento de outras atividades em diferentes níveis de ensino e conteúdos de Física.

Destaca-se ainda que esta proposta foi desenvolvida em condições reais de sala de aula com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio Adventista Marechal Rondon, escola da rede particular de ensino de Porto Alegre. Os relatos detalhados desta proposta estão descritos na dissertação de mestrado de Pasqualetto (2011). Sugere-se ao leitor interessado em aplicar atividades desse tipo fazer a leitura da dissertação.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, abr./ jun. 2003.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, abr. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução*. Brasília. 1998 (a). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais*. Brasília. 1998 (b). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2003.
- JAIME, G. Motoca bronzeada. *Zero Hora*, Porto Alegre, 27 fev. 2006. Globaltech, p. 3.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.
- \_\_\_\_\_. *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004.
- \_\_\_\_\_. *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.
- MOREIRA, M. A.; AXT, R. *Tópicos em ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- PASQUALETTO, T. I. *Ensino de física no 9º ano: Uma proposta metodológica com projetos desenvolvidos a partir de situações-problema*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- TRYENGINEERING. Disponível em: <<http://www.tryengineering.org/home.php>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: LESH, R.; LANDAU, M. (Ed.). *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: Academic Press, 1983. p. 127–174.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble, v. 10, n. 2.3, p. 133–170, août 1990.
- VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.). *SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1.*, 1993, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro; 1993. p. 1-26.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes. 1991.
- COMO funciona o controle remoto. *Zero Hora*. Porto Alegre, 30 jan. 2006. Globaltech.
- COMO funciona o mouse. *Zero Hora*. Porto Alegre, 20 dez. 2004. Caderno Eureka.

ANEXOS

ANEXO A – COMO FUNCIONA O CONTROLE REMOTO

Apresenta-se, a seguir, o texto intitulado “Como funciona o controle remoto”, publicado no caderno Globaltech do jornal Zero Hora de Porto Alegre no dia 30 de janeiro de 2006.



ZERO HORA  
GLOBALTECH

# Como funciona o controle remoto

A tecnologia de controle remoto utiliza pulsos de luz infravermelha, uma porção invisível do espectro eletromagnético, para enviar códigos binários com os comandos que um aparelho deve executar. Veja como ele funciona.

O exemplo representa o sistema de códigos da Sony, que utiliza um método de espaços entre os pulsos de luz para representar 1 e 0. O sistema utiliza um código de sete bits (uma combinação de sete 0 e 1) para enviar um comando. Outros quatro bits são o código que o aparelho receptor utiliza para identificar se aquele sinal é para ele.

Assim, o sinal do controle remoto inclui os seguintes comandos:  
Um para iniciar  
Um do código para aumentar o volume  
Um do código do aparelho (para que a TV saiba que os comandos estão sendo enviados para ela)  
Um para parar (enviando quando se pára de apertar o botão)



Botão	Código
Canal 1	000 0000
Canal 2	000 0001
Canal 3	000 0010
Canal 4	000 0011
Canal acima	001 0000
Canal abaixo	001 0001
Ligar	001 0101
Desligar	010 1111
Subir volume	001 0010
Baixar volume	001 0011

**Radiofrequência**  
Se o controle remoto por infravermelho é a tecnologia dominante em equipamentos eletrônicos domésticos, outros aparelhos utilizam ondas de rádio em vez de ondas de luz. É o caso dos alarmes de carro e dos controles de portões de garagem e de brinquedos. Mais recentemente, a tecnologia Bluetooth começou a ser aplicada em computadores e telefones celulares.

A principal vantagem da radiofrequência é o alcance do sinal, que pode superar os 35 metros, e o fato de que ele atravessa paredes. A desvantagem é que as ondas de rádio são utilizadas por inúmeros aparelhos, aumentando a possibilidade de interferência.

**4** O LED transmite para o receptor do aparelho, em forma de pulsos de luz infravermelha, o código binário para "aumentar o volume".

**5** O receptor infravermelho da TV capta o sinal do controle remoto e converte os pulsos luminosos em sinais elétricos para 001 0010.

**6** O sinal é enviado ao microprocessador, que aumentará o volume. Quando a pessoa tira o dedo do botão de aumentar o volume, o controle remoto transmite o comando equivalente a "parar".

**3** O circuito envia para o diodo emissor de luz (LED) do controle remoto a ordem "aumentar o volume". A ordem é transmitida em um código binário (uma sequência de 1 e 0) específico para aquele comando.

**2** Quando, por exemplo, apertamos a tecla "aumentar o volume", empurramos o botão de contato abaixo dela, que por sua vez aciona o circuito eletrônico correspondente àquele comando.

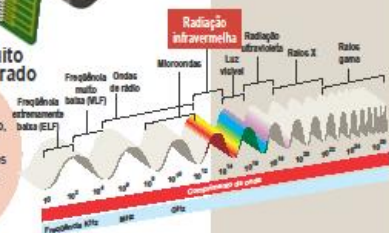
**1** Dentro do controle remoto, há um circuito integrado com comandos eletrônicos específicos para funções como ligar/desligar, aumentar o volume ou trocar de canal.

**Recepção**

- O receptor de infravermelho fica na parte frontal do aparelho, onde é facilmente alcançado pelo sinal do transmissor.
- Alguns controles remotos funcionam apenas quando diretamente apontados para o aparelho receptor, outros são acionados mesmo quando o controle é apontado para outras direções. Isso tem a ver com a potência do transmissor de diodo emissor de luz (LED).

**Interferência**

- Para evitar a interferência de outras fontes de infravermelho, os receptores dos aparelhos respondem apenas a um específico comprimento de onda da luz infravermelha, geralmente 980 nanômetros. Além disso, o sinal é modulado numa frequência diferente da luz solar, que também pode ter uma frequência de 980 nm.



## ANEXO B – MOTOCA BRONZEADA

Apresenta-se, a seguir, o texto intitulado “Motoca bronzeada”, publicado no caderno Globaltech do jornal Zero Hora de Porto Alegre no dia 27 de fevereiro de 2006.



FOTOS ROBERTO SCOLA

A Mobilec, projetada e produzida por cinco pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina, não utiliza combustível fóssil nem emite poluentes

# Motoca bronzeada

GUSTAVO JAIME

Florianópolis



Uma motocicleta movida à luz solar se transformou no grande destaque do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Cinco pesquisadores do Laboratório de Energia Solar (Labsolar) desenvolveram o projeto com base em outras experiências que o setor mantém, como o abastecimento de energia nas Ilhas de Ratonnes e Guarã, próximas de Florianópolis.

A adaptação para o uso com a luz solar é única no Brasil. Dacoregio não tem certeza, porém, se a exclusividade do sistema se repete no mundo.

O design da moto do futuro – que não utiliza combustível fóssil nem emite ga-

ses poluentes – lembra mais uma clássica lambreta europeia da metade do século 20.

O “esqueleto” da motocicleta foi fabricado por um engenheiro suíço, e a “carcaça”, pela empresa Fiberware, também da Suíça. O protótipo segue, então, as normas técnicas daquele país.

– Não sei qual é o critério usado para a construção. Talvez seja para passar a impressão de fragilidade, e as pessoas só usarem em distâncias curtas – arrisca um dos pesquisadores da UFSC, o engenheiro de produção Marcelo Dacoregio.

Quem orienta a equipe é Ricardo Rütther, pós-doutorado em Sistemas Solares Fotovoltaicos Interligados à Rede Elétrica. Além de Dacoregio e Rütther, René Toaldo, Trajano Viana e Clarisse Zimmer completam o time dos “professores pardais”.

Para tentar dar um aspecto mais moderno à “menina dos olhos” do Labsolar, o quinto

estuda algumas mudanças na aparência. A cestinha que decorava a frente da moto já foi retirada. Os próximos incrementos ainda precisam da confirmação do grupo, mas o assento é o principal candidato a receber melhorias. Hoje, ele parece mais um banco de bicicleta grudado ao eixo do que o encosto de uma motocicleta.

Na Suíça, essas “lambretas” são usadas com energia elétrica. O proprietário carrega a bateria na tomada por seis horas para rodar 40 quilômetros em velocidade máxima – que é de 40 quilômetros por hora.

A motocicleta já foi batizada e recebeu, inclusive, um apelido carinhoso.

– O nome técnico é Mobilec, que seria uma abreviação para movimento e elétrica, mas a chamamos o tempo todo de “a motoca” – conta o pesquisador.

gustavo.jaime@dsno.com.br

Segunda, 27 de fevereiro de 2006

GLOBALTECH 3

## Como funciona

Os módulos de captação solar são dispositivos capazes de converter a luz do sol em energia elétrica. Exposta aos raios solares, essa cobertura gera corrente elétrica que passa por um equipamento chamado controlador de carga e descarga. O controlador limita a tensão máxima de entrada nas baterias em 14,4 volts. Dessa maneira, a vida útil da bateria é preservada. O banco de baterias é composto por oito unidades de 220 ampères cada. Na moto, há duas unidades, cada uma com 40 ampères.

O banco maior fica estático, ao lado dos painéis solares. O menor é o que fica dentro da moto e fornece energia para sua movimentação. Quando a moto tem de ser carregada, ela fica estacionada ao lado das baterias grandes e abaixo da cobertura que fica no prédio do Centro de Cultura e Eventos da UFSC.

Um cabo liga os dois bancos de baterias e, após aproximadamente 10 horas, a moto está totalmente carregada. O protótipo foi desenvolvido ainda com pedais – iguais aos de uma bicicleta. Assim, o condutor pode chegar até o painel solar ou a uma tomada caso a bateria descarregue.

Além disso, o freio é regenerativo. Ou seja, o sistema permite que a energia liberada a cada freada também alimente as baterias da motocicleta. O motor acaba funcionando como um pequeno gerador que oferece mais energia às baterias.

## Tão silenciosa que nem parece ligada

O modelo ainda não roda nas ruas. Além dos itens obrigatórios como espelho retrovisor, buzina, pisca traseiro e placas, precisa de um certificado de segurança.

– Verifica-se, principalmente, a eficiência dos freios e a estabilidade para liberar o uso. Isso exige alguns trâmites legais dos quais a reitoria está cuidando – revela Dacoregio.

Enquanto isso, a motocicleta movida à luz solar dá voltas sem problemas no campus. Nem parece estar ligada, de tão silenciosa.

A intenção é usá-la para o deslocamento de funcionários e segurança.

O custo com o abastecimento da moto é sete vezes menor do que o de um modelo Cub, que faz em média 35 quilômetros por litro de gasolina. A recarga pode ser feita à noite, uma vez que as baterias são abastecidas o dia todo a partir do painel fotovoltaico que capta a energia.

O sistema funciona ainda com metade da capacidade quando o tempo está nublado e suporta uma semana de chuvas se ficar uma semana sendo carregado à luz solar.



Enchendo o tanque: abastecimento a partir de baterias alimentadas por raios de sol

ANEXO C – COMO FUNCIONA O MOUSE

Apresenta-se, a seguir, o texto intitulado “Como funciona o mouse”, publicado no caderno Eureka do jornal Zero Hora de Porto Alegre no dia 20 de dezembro de 2004.



6 / PORTO ALEGRE, SEGUNDA-FEIRA, 20 DE DEZEMBRO DE 2004

# Eureka explica!

Se você tem alguma pergunta ou dúvida sobre ciência, envie-a para o Eureka! Zero Hora, Avenida Ipiranga, 1.075, 3º andar, Porto Alegre-RS, CEP 90.169-900 E-mail: eureka@zerohora.com.br



As reportagens do caderno estão disponíveis para leitura, e você pode participar do fórum e da enquete da semana. As respostas das perguntas feitas pela Internet serão publicadas nas edições do Eureka! [www.zh.clicrbs.com.br](http://www.zh.clicrbs.com.br)

## Por que os olhos incham quando choramos?

▲ Para aumentar o suprimento de sangue para as glândulas lacrimais, os vasos sanguíneos respondem ao estímulo do sistema nervoso se dilatando. Isso causa um inchaço na região em volta dos olhos. Esfregar essa área ajuda a distender as veias, causando ainda mais inchaço.

Uma glândula lacrimal principal, no canto superior externo do quadrante de cada olho, é responsável pelo choro emocional, enquanto diversas outras produzem secreções que mantêm o olho umedecido e confortável. O aumento do fluxo de sangue também ajuda a glândula a produzir mais lágrimas.

As lágrimas são compostas principalmente de água, mas podem conter substâncias como a imunoglobina A (IgA), proteína que combate infecções, a lisozima, enzima com ação bacteriana, além de sais, incluindo o cloreto de sódio (o sal de cozinha comum) e o bicarbonato de hidrogênio, que ajuda a reduzir a acidez da lágrima.



▲ O sistema nervoso aumenta o suprimento de sangue para as glândulas lacrimais, dilatando os vasos sanguíneos e causando o inchaço característico do choro

Fonte: Kip W. Dolphin e Bob Hope, Escola de Medicina da Universidade Cornell (EUA)

## Enquete da semana

Confira o resultado da pergunta do site do clicRBS:

**Um relatório da Aerospace Corporation, grupo de pesquisas aeroespaciais, calculou que uma tentativa de salvar o telescópio espacial Hubble com um robô pode custar até US\$ 2 bilhões, com uma chance de sucesso de apenas 50%. O que você acha que deve ser feito com o Hubble?**

▲ O Hubble está velho demais e seria mais viável e seguro construir um telescópio espacial novo e mais moderno.

57,2%

▲ Deve-se preparar uma missão tripulada e com mais chance de sucesso para reparar o telescópio.

33,3%

▲ Deve-se fazer a tentativa, porque ele já provou que é fundamental para a astronomia.

9,5%

## Próxima enquete

No Estados Unidos, está ganhando força uma corrente que deseja ver introduzido nas escolas o ensino do creacionismo, a Idéia de que o Universo nasceu de uma força superior, que criou animais e plantas isoladamente, espécie por espécie. Essa teoria se contrapõe ao evolucionismo, segundo o qual as espécies evoluem ao longo do tempo e o homem e alguns primatas teriam um ancestral comum. Você acha que essas duas visões devem ser ensinadas?

▲ Sim, o creacionismo é uma teoria tão válida como o evolucionismo.

▲ Não, o creacionismo é uma visão religiosa do mundo que não se sustenta cientificamente e não deve ser misturada com o ensino formal.

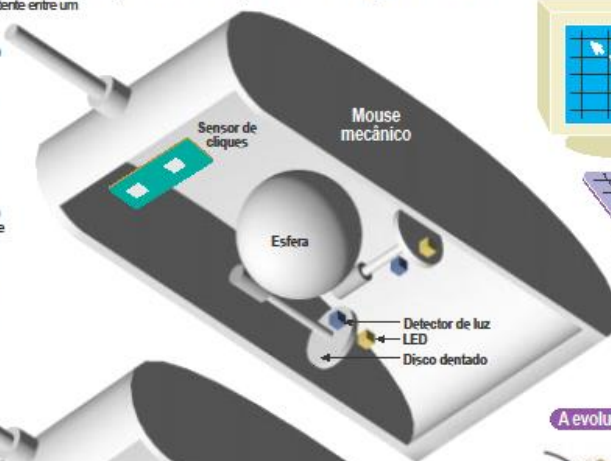
## Como funciona o mouse?

### Mouse mecânico

Uma esfera gira sobre um mousepad ou outra superfície. A esfera ativa rolamentos que rastreiam suas posições num eixo cartesiano (horizontal e vertical). Cada rolamento faz girar um disco dentado que interfere em um raio infravermelho existente entre um diodo emissor de luz (LED, na sigla em inglês) e um detector.

O ritmo de pulsos de luz indica a velocidade e a distância ao longo de um eixo.

Um processador traduz os sinais desse detector em instruções digitais e as envia, por meio de um fio, para o controlador de cursor do PC. O processador também transmite os cliques nos botões.

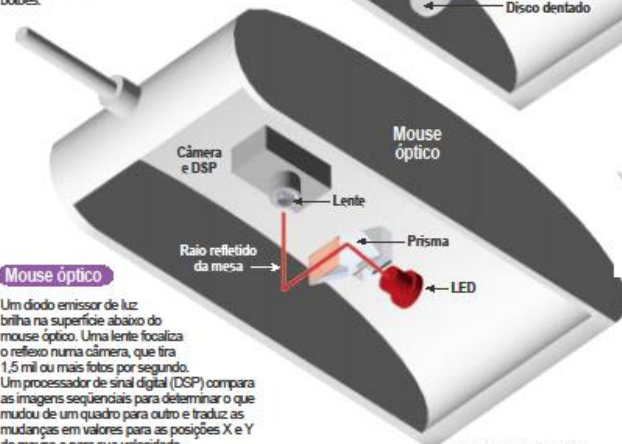


Os movimentos do mouse ao longo dos eixos cartesianos X e Y controlam a posição vertical e horizontal de um cursor.



### Mouse óptico

Um diodo emissor de luz brilha na superfície abaixo do mouse óptico. Uma lente focaliza o reflexo numa câmera, que tira 1,5 mil ou mais fotos por segundo. Um processador de sinal digital (DSP) compara as imagens sequenciais para determinar o que mudou de um quadro para outro e traduz as mudanças em valores para as posições X e Y do mouse e para sua velocidade.



Fonte: Scientific American

### A evolução



F. Gunkel / Afta/21



## ANEXO D – PASSATEMPOS DE EQUILÍBRIO

Apresenta-se, a seguir, o texto intitulado “Passatempos de equilíbrio”, publicado na página eletrônica Feira de Ciências. Disponível em < [http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06\\_07.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_07.asp)>. Acesso em 23 de out de 2011.



### Passatempos de equilíbrio<sup>11</sup>

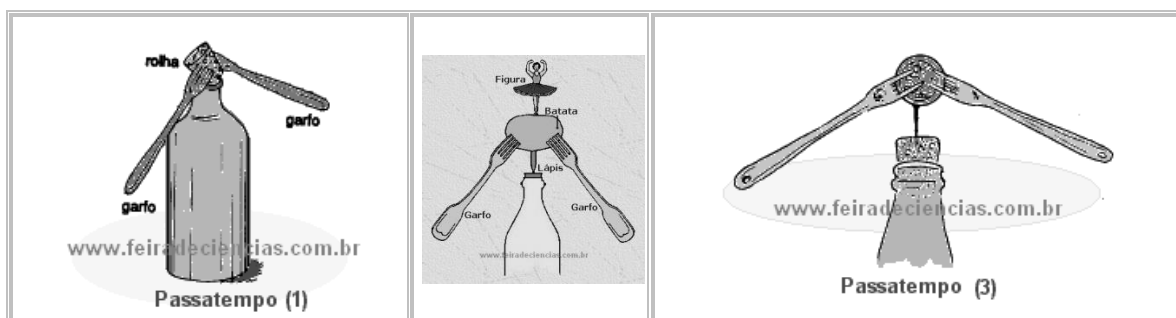
Prof. Luiz Ferraz Netto  
[leobarretos@uol.com.br](mailto:leobarretos@uol.com.br)

#### Objetivo

Existem passatempos instrutivos baseados no equilíbrio dos corpos. Atente para esses exemplos:

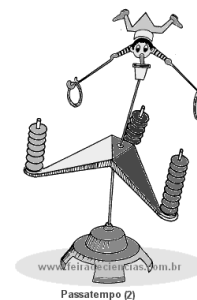
1. “Será possível despejar o conteúdo de uma garrafa conservando a rolha em cima do garfo?”

Nada mais fácil: 'primeiramente' cravam-se na rolha dois garfos formando entre si um ângulo, como se ilustra abaixo. A seguir, coloca-se depois a rolha (e seus garfos) no gargalo da garrafa. Como o conjunto rolha-garfos apresenta o centro de gravidade abaixo da região na qual se apóia, este não tende a deslizar e conserva-se equilibrado ao Inclinar-mos a garrafa.



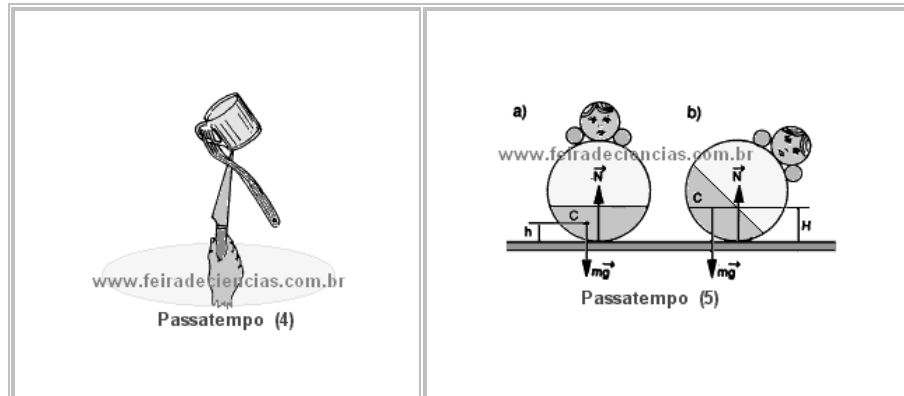
No centro da ilustração acima temos outra versão interessante desse passatempo, no se substitui a rolha por uma batata. A ponta de um lápis que atravessa a batata será o ponto do apoio. Colado à extremidade superior do lápis coloque uma alegoria. Na direita -- Passatempo (3) --, temos a versão garrafa-rolha-alfinete-moeda-garfos.

2. O “**Malabarista Maluco**” (lançado por Brinquedos Mimo 5/A) é uma versão melhorada do problema da rolha, e ilustra bem a estabilidade do “malabarista”, uma vez que as argolas baixam seu centro de gravidade colocando-o abaixo da região de apoio. O peso e a força de apoio formam um sistema de forças que tende a restaurar a posição de equilíbrio, mesmo para inclinações bem acentuadas. O mesmo ocorre com a armação do apoio do “malabarista”. Os discos colocados propositalmente no carrossel deslocam o centro de gravidade para baixo do ponto de suspensão, permitindo o equilíbrio em posições incomuns. Brinquedos assim são recomendados aos laboratórios escolares.



<sup>11</sup> Foram alteradas as posições e dimensões de algumas imagens, bem como a formatação do texto, com o intuito de maximizar o espaço da página. Salienta-se, no entanto, que não houve alteração no conteúdo do texto.

3. Outra montagem apreciada está na ilustração a seguir, realizada com faca pontiaguda, caneca de plástico e garfo.



À direita, acima, ilustramos a montagem da “boneca altiva”. Uma calota esférica de chumbo é fixada, internamente, na base do “corpo” da boneca. O centro de gravidade do brinquedo (feito com 4 bolas ocas, de plástico) localiza-se no ponto **C**, distante  $h$  do ponto de apoio. Em **C** aplica-se o peso  $mg$  do brinquedo. Na posição original (a) o peso é equilibrado pela reação do apoio **N**, ambas as forças na mesma vertical.

Quando a boneca é desviada da posição de equilíbrio (b), o centro de gravidade sobe ( $H > h$ ),  $mg$  e **N** não pertencem mais à mesma vertical e o momento resultante não é nulo. O binário que se estabelece retorna a boneca para a posição original.

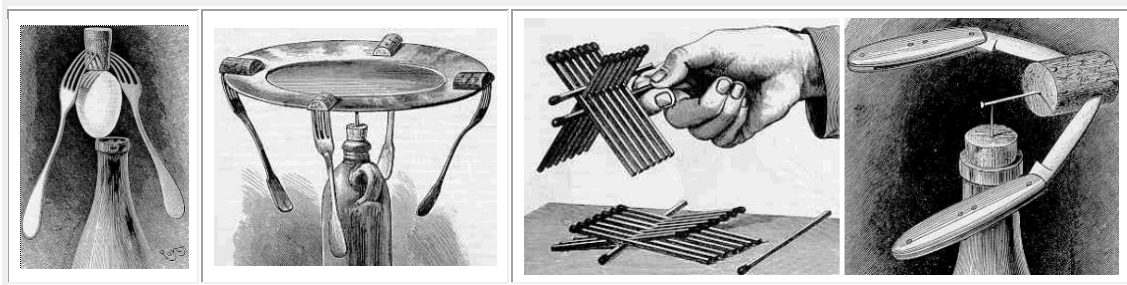
4. Adquira ou peça emprestado um desses brinquedos que ficam equilibrados na ponta de uma mesa. Vemos esses brinquedos em lojas de presentes e nas “modernas” lojas de R\$ 1,99. Pode ser um bonequinho de arame feito por você. Use desses arames macios usados pelas floristas e uma rodela de batata em cada “mão”.



5. Você pode fazer, com isopor, a figura de um pássaro (como o ilustrado) fazendo-o ficar em equilíbrio estável suspenso na ponta de um bastão. O segredo todo está em colocar plaquinhas de chumbo nas extremidades das asas. Com isso, o CG do pássaro fica bem abaixo de seu bico (ponto de suspensão).



6. Eis alguns outros experimentos interessantes. Foram extraídos do livro "Kolumbus Eier" de Edi Lanners, publicado em 1976 por Verlag C. J. Bucher, Luzern und Frankfurt/M.



## ANEXO E – AUTORIZAÇÕES PARA USO DE TEXTOS DE OUTROS AUTORES<sup>12</sup>

### E.1 Contato inicial solicitando a autorização para uso das matérias à Zero Hora

Boa tarde

Sou professor do Instituto Federal Catarinense e estudante de mestrado em ensino de Física na UFRGS. Desde 2009 venho desenvolvendo uma metodologia de ensino junto a alunos da 8ª série que usa textos do jornal ZH. Esse trabalho já foi referenciado pelo próprio jornal ZH como mostra o arquivo em anexo.

Agora estou em vias de apresentar a dissertação de mestrado e é essencial que os textos que usei no trabalho estejam presentes na dissertação e no texto de apoio ao professor originado da dissertação. Creio que os textos que a Zero Hora publica possam ser usados normalmente desde que respeitados os créditos e feitas as devidas referências. Apesar disso, estou escrevendo para verificar se estou correto em meu pensamento.

Os textos que usei (também em anexo) foram obtidos em pesquisa no arquivo do Jornal ZH e serão apresentados em um anexo da dissertação bem como em um anexo do texto de apoio ao professor redigido a partir da dissertação e disponibilizado em [http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra\\_ta.php](http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra_ta.php). Esses materiais são de interesse acadêmico e estão sob supervisão de professores do Instituto de Física da UFRGS. Certamente todas as devidas referências serão feitas aos autores e a Zero Hora.

Gostaria de receber uma resposta contendo o posicionamento do Jornal Zero Hora a respeito do uso das matérias, bem como da necessidade de outros procedimentos a fim de possibilitar o uso das matérias conforme descrito.

Certo de sua pronta resposta

--

Terrimar I. Pasqualetto

### E.2 Resposta concedendo a autorização para uso das matérias publicadas no Jornal “Zero Hora”

Prezado Terrimar,

Sim, a autorização inclui a publicação dos textos no site e a impressão dos mesmos, sendo que a utilização deverá ser como material de apoio a professores.

Att.

Clarice da Luz Rodrigues  
Supervisora  
Centro de Documentação e Informação – CDI  
Jornal Zero Hora - Grupo RBS  
[clarice.rodrigues@zerohora.com.br](mailto:clarice.rodrigues@zerohora.com.br)  
+ 55 51 3218-4791

---

<sup>12</sup> Neste Anexo D são apresentados somente o contato inicial, solicitando as autorizações para uso dos textos, e as mensagens finais concedendo as respectivas autorizações.

**E.3 - Contato inicial solicitando a autorização para uso do texto da página eletrônica “Feira de Ciências”**

Bom dia

Meu nome é Terrimar e sou estudante do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Estou encerrando minha dissertação e gostaria de incorporar um texto seu nos anexos, pois o usei em meu projeto. Também gostaria de usa-lo em um texto de apoio que será gerado a partir da dissertação. Gostaria da sua autorização para tal. Os créditos e referências serão feitos e os materiais não tem fins comerciais.

O texto é "Brinquedos de Equilíbrio" do site Feira de Ciências.

Aguardo uma resposta sua;

att

--

Terrimar I. Pasqualetto

**E.4 - Resposta final concedendo a autorização para uso do texto**

Olá Terrimar,

Agradeço à explicação; bastante justo o procedimento.

OK, liberado o uso do material para a publicação conforme solicitado. Apreciaria receber uma cópia deste trabalho e divulgá-lo via Feira de Ciências.

Bom sucesso,

Aquele abraço,

=====

Luiz Ferraz Netto [Léo]

leobarretos@uol.com.br

luizferraz.netto@gmail.com

<http://www.feiradeciencias.com.br>