

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/03/2017.

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**unesp**   
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Presidente Prudente

  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Renato Alvarenga Pedroso

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS MULTIDISCIPLINARES COM  
ESPELHOS PLANOS E A  
CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM SEXTANTE DE BAIXO  
CUSTO

Presidente Prudente  
Setembro de 2016

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**unesp**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Presidente Prudente



ATIVIDADES EXPERIMENTAIS MULTIDISCIPLINARES COM  
ESPELHOS PLANOS E A  
CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM SEXTANTE DE BAIXO  
CUSTO

Renato Alvarenga Pedroso

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Angel Fidel Vilche Peña

Presidente Prudente  
Setembro de 2016

Pedroso, Renato Alvarenga.

P417a Atividades experimentais multidisciplinares com espelhos planos e a construção e utilização de um sextante de baixo custo / Renato Alvarenga Pedroso. - Presidente Prudente : [s.n.], 2016  
61 f.

Orientador: Angel Fidel Vilche Peña  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Ensino de Física. 2. Experimentos com espelhos planos. 3. Motivação.  
I. Peña, Angel Fidel Vilche. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS MULTIDISCIPLINARES COM ESPELHOS  
PLANOS E A  
CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM SEXTANTE DE BAIXO CUSTO

Renato Alvarenga Pedroso

Orientador:  
Prof. Dr. Angel Fidel Vilche Peña

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado por:

---

Dr. Angel Fidel Vilche Peña

---

Dr. Luciano Gonsalves Costa

---

Dr. Maurício Antonio Custódio de Melo

Presidente Prudente  
Setembro de 2016

*A Suélen, Kéren e  
Raquel (por vir).  
A meus pais, Sebastião  
e Noêmia, que sempre  
me apoiaram.*

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS MULTIDISCIPLINARES COM ESPELHOS  
PLANOS E A  
CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM SEXTANTE DE BAIXO CUSTO

Renato Alvarenga Pedroso

Orientador:  
Angel Fidel Vilche Peña

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

## **RESUMO**

Problemas com alguns laboratórios de Física podem ser observados em escolas públicas (Alves e Stachak, 2005). Esses, em geral, são laboratórios de Ciências, onde não são encontrados equipamentos para experimentação em Física e, quando são encontrados podem não ser suficientes para um bom trabalho. Outra observação importante diz respeito aos problemas de desmotivação nas atividades escolares por parte dos alunos, prejudicando o aprendizado desses estudantes. Esse trabalho visa o desenvolvimento de atividades práticas fazendo o uso de espelhos planos para auxílio da concepção do conceito básico de reflexão em óptica na Física e de reta numérica, simetria, ângulo, polígonos e reflexão no plano em Matemática. A metodologia consiste na aplicação de roteiros experimentais envolvendo espelhos planos na própria sala de aula. Em um segundo momento, o presente trabalho, também consiste na elaboração de um sextante de baixo custo e atividades, com esse instrumento óptico, relacionadas à aplicação de conceitos de trigonometria, reflexão e coordenadas celestes através de roteiros experimentais contextualizados.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentos com espelhos planos. Motivação.

EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARY ACTIVITIES WITH MIRRORS PLANS  
AND THE  
CONSTRUCTION AND USE OF A LOW COST SEXTANTE

Renato Alvarenga Pedroso

Supervisor:  
Angel Fidel Vilche Peña

Master's dissertation submitted to the Graduate Program of the Faculty of Sciences and Technology UNESP, in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

**ABSTRACT**

Problems with some physics laboratories can be observed in public schools (Alves and Stachak, 2005). These generally are science laboratories, which are not found equipment for experiments in physics and, when they are found may not be enough for a good job. Another important observation concerns the motivation problems in school activities by students, impairing learning of these students. This work aims to develop practical activities making use of flat mirrors to aid the basic concept of design in optical reflection in physics and number line, symmetry angle polygons and reflection on the level in mathematics. The methodology involves the application of experimental scripts involving flat mirrors in their classroom. In a second step, this work also is the development of a sextant low cost and activities, with this optical instrument, related to the application of trigonometry concepts, reflection and celestial coordinates through contextualized experimental scripts.

Keywords: Physics Teaching. Experiments with flat mirrors. Motivation.



## SUMÁRIO

Introdução.....	9
Capítulo 1 - Fundamentação teórica.....	12
1.1. Aprendizagem Significativa.....	12
1.2. Motivação.....	13
Capítulo 2 - O espelho plano e a reflexão da luz em espelhos planos.....	15
2.1. O Espelho Plano.....	15
2.2. Simetria.....	15
2.3. Reflexão da luz em espelhos planos.....	16
2.4. Rotação de um espelho plano.....	19
2.5. Associação de dois espelhos planos.....	20
Capítulo 3 - Metodologia.....	22
3.1. Local do desenvolvimento da pesquisa.....	22
3.2. Sujeitos da pesquisa.....	22
3.3. Ferramentas para coleta de dados.....	22
3.4. O sextante de baixo custo.....	23
Capítulo 4 – Resultados e discussão.....	25
4.1. Simetria.....	25
4.2. Polígonos e Ângulos.....	26
4.3. Associação de dois espelhos planos.....	27
4.4. Leis da reflexão.....	28
4.5. Reflexão no plano cartesiano.....	28
4.6. Microscópio.....	29
4.7. Atividades com Sextante.....	30
4.7.1. Determinação da altura linear de um objeto.....	30
4.7.2. Determinação da distância até um objeto vertical.....	30
4.7.3. Paralaxe.....	31
Conclusão.....	32
Referências Bibliográficas.....	34
Apêndice A - Roteiro experimental e questionário (simetria).....	36
Apêndice B - Roteiro experimental e questionário (polígonos e ângulos).....	38
Apêndice C - Roteiro experimental e questionário (associação de espelhos planos).....	40
Apêndice D - Roteiro experimental e questionário (leis da reflexão).....	41

Apêndice E - Roteiro experimental e questionário (reflexão no plano cartesiano).....	42
Apêndice F - Manual de desenvolvimento do Sextante de baixo custo .....	43
O Sextante .....	43
A construção do Sextante de baixo custo .....	48
Montagem do instrumento .....	49
Calibragem dos espelhos .....	53
Material utilizado e custos.....	55
Apêndice G - Atividades com Sextante.....	57
Determinação da altura linear de um objeto.....	57
Determinação da distância até um objeto vertical .....	58
Paralaxe .....	59
Determinação da latitude local baseado na declinação de um astro.....	61
Distância angular entre estrelas .....	61
Diâmetro aparente da Lua .....	61

## **Introdução**

Atuando como professor de Física e Matemática na rede pública de ensino, o autor observou em alguns casos, um alto nível de dificuldade de abstração por parte de alguns alunos em alguns conceitos básicos da óptica. No caso da Matemática, parte dos alunos possui dificuldades na concepção da representação de números negativos, simetria, ângulos e polígonos. Com esta má interpretação, os conteúdos passam a ficar desinteressantes e/ou complicados para o estudante que, desmotivado, acaba por desenvolver um bloqueio em sua aprendizagem (Alves e Stachak, 2005).

Nesse trabalho, pretende-se desenvolver atividades práticas para facilitar o ensino de Física e Matemática fazendo o uso de espelhos planos como recurso didático e utilizando-os no desenvolvimento de um Sextante de baixo custo, uma ferramenta didática multidisciplinar no processo de ensino e aprendizagem. O espelho plano é um objeto que faz parte do cotidiano de todas as pessoas, por isso a importância desse simples instrumento como um objeto de aprendizagem. Nas atividades aplicadas, teve-se o auxílio de dois professores de Matemática do Ensino Fundamental (Sétimos e Oitavos anos) e, se possível, devo aplicar outras intervenções contando com o auxílio de um ou mais professores de Matemática dos Ensinos Fundamental (9º ano) e Médio (2ª série) da escola onde atuo como professor de Física.

Os espelhos utilizados nas atividades são emprestados do laboratório de Física da Universidade Estadual Paulista de Presidente Prudente. Porém é um material de fácil aquisição, sendo descartado em certas vidraçarias.

Conhecendo a atual situação das salas de aula, no que tange aos aspectos como desmotivação e desatenção de alunos, urge desenvolver os melhores meios possíveis para o ensino. A experimentação, desde que bem conduzida, pode ser uma ferramenta essencial para contribuir significativamente para o conhecimento, como tem sido frisada por muitos autores (Alves e Stachak, 2005).

Segundo Laburú (2006), para um experimento ter qualidade cativante para o aluno, deve-se avançar no conceito da idéia de novidade e essa idéia explora duas dimensões, a saber: A de apelo à satisfação de baixo nível, que instiga a motivação recorrendo ao bizarro, ao lúdico, à fantasia, e atua na esfera sensorial. E, a de satisfação de alto nível, pretende instigar a motivação,

invocando a maestria, com o objetivo de solucionar problemas ou de recorrer à competência intelectual. Desta forma, os aspectos como a novidade e o entretenimento estão em primeiro plano, mas o intuito por detrás desses aspectos visa aprimorar o conhecimento dos alunos.

Alguns pesquisadores apontam a importância de atividades práticas, como material concreto para o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos (Novello et al, 2009):

“A Matemática tem sido abordada de forma abstrata, com poucas demonstrações concretas e problematização dos conceitos com a realidade, fato esse que dificulta o entendimento dos discentes e como consequência muitos passam a não gostar da área exata. E é nesse contexto, que os materiais concretos se configuram em uma possibilidade de recurso para ser inserido no currículo, criando o elo entre teoria/prática minimizando as rupturas da articulação do cotidiano para o saber escolar. [...] Estudos mostram que o material concreto tem possibilitando que os estudantes estabeleçam relações entre as situações experienciadas na manipulação de tais materiais e a abstração dos conceitos estudados” (NOVELLO et al, 2009)

E ainda, sobre a problemática da abstração das aulas, Alves e Stachak (2005) mencionam:

“Atualmente, o ensino é visto como um objeto abstrato, longe da realidade dos alunos, o qual gera um desinteresse total pelo trabalho escolar. Os alunos preocupam-se apenas com a nota e com a promoção, os assuntos estudados são logo esquecidos e aumentam os problemas de disciplina. Isso agrava também aos professores refletindo-se diretamente no aumento da problemática que se enfrenta no ensino médio. Alunos cada vez mais desinteressados estão bloqueados, o raciocínio lógico não foi desenvolvido de uma maneira satisfatória, e aí o problema se agrava”. (ALVES e STACHAK, 2005)

É importante ressaltar que a atividade experimental não é por si só, necessariamente uma prática plena no processo de ensino e aprendizagem do aluno, sendo necessária a intervenção do professor no processo, como afirma Gaspar e Monteiro (2005):

“[...] é importante destacar que a demonstração experimental em sala de aula não é um recurso pedagógico auto-suficiente - como reiteradamente afirmamos ao longo deste trabalho, ela depende da ação do professor, de sua capacidade de fazê-la funcionar adequadamente e de torná-la um elemento desencadeador de interações sociais profícuas.” (GASPAR e MONTEIRO, 2005)

Com a aplicação das atividades práticas propostas, espera-se facilitar a abstração por parte dos alunos, de alguns conceitos de Física ou Matemática abordados, de maneira que, ao manipular os materiais, o aluno motivado venha interagir com o objeto de aprendizagem e alcançar uma aprendizagem significativa.

A presente dissertação foi dividida em quatro Capítulos, Conclusão, Referências bibliográficas e Apêndices:

O Capítulo I apresenta o *Referencial Teórico* utilizado na dissertação.

Já o Capítulo II destina-se à história, aplicações e *Espelho plano e a reflexão da luz em espelhos planos*.

O Capítulo III, *Metodologia*, descreve como foi realizada a investigação para o desenvolvimento desta pesquisa. A abordagem metodológica do processo, dos elementos de coleta e a forma de análise dos dados.

No Capítulo IV são apresentados os *Resultados e discussões* sobre as análises resultantes do trabalho.

A *Conclusão* dos dados analisados no capítulo anterior, busca responder os objetivos centrais e gerais dessa dissertação. Apresenta também uma contribuição àqueles que venham a utilizar o produto educacional.

As *Referências Bibliográficas* são as utilizadas no desenvolvimento desse trabalho.

Os Apêndices, ao final do trabalho, possuem os roteiros experimentais desenvolvidos para as atividades com espelhos planos e com Sextante, uma síntese histórica sobre o Sextante, assim como as instruções de montagem e utilização do mesmo.

## **Conclusão**

A partir das observações e das afirmações dos professores participantes, nota-se a participação e envolvimento dos alunos na realização das atividades, conforme os professores: Professor A: “Quando cheguei com os espelhos, os alunos ficaram curiosos perguntando do que se tratavam os materiais”; “não paravam de me perguntar o que iriam fazer (como sabendo que se tratava de uma atividade diferenciada)”; “Os alunos ficavam super empolgados quando eu levava os espelhos para sala de aula”; “Nas aulas seguintes, os alunos me perguntavam quando usariam os espelhos novamente”. Segundo o professor B: “O trabalho é muito interessante [...] Percebe-se grande interesse por parte dos alunos na manipulação dos espelhos”.

Pesquisas demonstram a importância do desenvolvimento e aplicação de atividades envolvendo materiais concretos para o ensino, proporcionando motivação à aprendizagem dos alunos e evitando um possível bloqueio devido ao desinteresse, relacionando teoria e prática (ALVES e STACHAK, 2005; NOVELO et al, 2009). Esses resultados puderam ser observados no trabalho desenvolvido.

O professor/mestrando também pode inferir que alguns alunos que não faziam absolutamente nada em sala de aula, participaram das atividades experimentais propostas. Também vale ressaltar que a quantidade de questionários recolhidos ao final de cada atividade, correspondia ao número total de alunos da respectiva turma participante da atividade. Apontando o envolvimento e interesse dos alunos de forma geral.

Durante a introdução da oficina, com Sextante, os alunos perceberam a inter-relação entre as diversas áreas do conhecimento, conforme observado sobre algumas discussões entre eles. A maneira como foram conduzidas as atividades também tiveram um papel importante, visto que os alunos não ficaram o tempo todo parado em uma sala de aula. Alguns participantes diziam estar cansados de ficar na sala de aula, durante aquela semana, e que, a atividade proporcionou-lhes algo diferente de seus cotidianos na escola.

Ao discutir sobre o tema *As Grandes Navegações* com a segunda série do ensino médio, um professor de História (da Unidade Escolar), informado sobre o presente projeto desenvolvido, convidou o professor/mestrando para

participar de uma de suas aulas e apresentar aos alunos o instrumento desenvolvido assim como seu funcionamento. O professor de História afirmou que citava uso do Sextante dentre os instrumentos de navegações antigos, mas que não conhecia, até então, o funcionamento do mesmo, indicando a importância do instrumento em sua disciplina.

Os resultados obtidos das medidas realizadas com o Sextante indicaram um bom funcionamento do instrumento desenvolvido.

O percentual de acertos nos questionários é satisfatório em relação às atividades desenvolvidas regularmente durante as aulas sem a intervenção realizada no presente trabalho. Visando que o objetivo principal do questionário não é o de buscar o maior número de acertos, mas registrar a quantidade de participantes nas atividades indicando o envolvimento e uma possível motivação por parte dos alunos nas atividades propostas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, Mitzi. Build a Simple Sextant (teacher's version). Disponível em: <[http://solarscience.msfc.nasa.gov/suntime/sxtnt\\_tchr.pdf](http://solarscience.msfc.nasa.gov/suntime/sxtnt_tchr.pdf)> Acesso em 19/08/2016
- ALVES, Vagner Camarini. STACHAK, M. A Importância de Aulas Experimentais no Processo de Ensino-Aprendizagem em Física: Eletricidade. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <[http://uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS\\_7859\\_1276288519.pdf](http://uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS_7859_1276288519.pdf)> Acesso em: 19/02/2016
- CARINA, H. S. "A importância da utilização de atividades praticas como estratégia didática para o ensino de ciências" 2009, PE. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0610-2.pdf>> Acesso em: 19/02/2016
- CARUSO, F. Estudo da simetria de translação e de suas consequências: uma proposta para o ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 3, 3309 (2008).
- CORREA, I. C. S. Equipamentos Antigos de Agrimensura e Navegação. Instituto Overmundo, 2009.
- CYRINO, M. C. C. T.; SOUZA, L. G. S.; ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P. A.; PALHARINI, Bárbara N.; VERTUAN, R. E. O mundo da Matemática. Episódio 13. Obras de Escher. Decisões Permanentes. 2010.
- DAMSMA, Welmoet. Mirror, mirror on the wall... Eight Lessons on Mirrors Worksheets Version B, April 2009: Grade 1 & 2. AMSTEL Institute University of Amsterdam. Disponível em: <[www.nsta.org/elementaryschool/connections/200912TeacherGuide.pdf](http://www.nsta.org/elementaryschool/connections/200912TeacherGuide.pdf)> Acesso em: 18/08/2016
- DANTE, L. R. Projeto Telaris. Matemática, 7º Ano. São Paulo. Editora Ática, 2008.
- DECI, E. L., VALLERAND, R.J., PELLETIER, L.G., RYAN, R. M. Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, v. 26, n.(3 & 4), p. 325-346, 1991.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencia da teoria de Vigotsky. Investigações em Ensino de Ciências, v.10, n.2, p. 227-254, 2005.
- GUIMARÃES, S. E. R.; BZUNECK, J. A. Propriedades psicométricas de um instrumento para a avaliação da motivação de universitários. Revista Ciências e Cognição v.13, n.1, p.101-113, 2008.
- GUIMARÃES, S. É. R; BORUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da Teoria da



Autodeterminação. Psicologia: Reflexão e Crítica, Porto Alegre, v.17, n. 2, p.143-150, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. 7. ed. Editora LTC, 2006. v. 4. p. 18-19.

IFLAND, Peter. The History of the Sextant. Coimbra, Outubro 2000. Disponível em: <<http://www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/Novemb00/H61iflan.htm>> Acesso em: 20/08/2016

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 3: p. 382-404, dez. 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Cap. 10, p. 151-165. In: Teorias da Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EPU, 1999.

NOVELO, Tanise Paula, SILVEIRA, Daniel da Silva, LUZ, Vanessa Silva da, COPELLO, Gláucia Brasil, LAURINO, Débora Pereira, ANO 2009. Material concreto: uma estratégia pedagógica para trabalhar conceitos matemáticos. Disponível em: <[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3186\\_1477.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3186_1477.pdf)> Acesso em: 19/02/2016

NUSSBAUM, Teoria de Grupos Aplicada. Espanha: Editorial Reverté, S.A. 1974. p 1-4.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. Astronomia e Astrofísica. 2. Ed. Livraria da Física, 2004. p. 177-181.

RIBEIRO, J. L. P. Construção geométrica e demonstração experimental da formação da “imagem ciclópica” em uma associação de dois espelhos planos. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 4, 4401 (2014)

SANDOVAL, J. D.; SANDOVAL, J. S. de. Ótica geométrica: Introdução ao estudo da interação da luz com a matéria. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.7, n.1: p. 21-30, abr. 1990.

SANT'ANA, B.; MARTINE, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. Conexões com a Física. São Paulo: Editora Moderna, 2010. Vol. 2. p. 230.

THE X-TANT PROJECT. Build your own sextant. Disponível em: <<http://www.tecepe.com.br/nav/XTantProject.htm>> Acesso em 25/08/2016

XAVIER, Fernando R. Simetria Molecular e Teoria de Grupo. UDESC. 2013. Disponível em: <[http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/frxavier/materiais/Aula\\_6\\_\\_\\_Simetria\\_Molecular.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/frxavier/materiais/Aula_6___Simetria_Molecular.pdf)> Acesso em: 12/09/2016