

ASPECTOS HISTÓRICOS DE GALILEU GALILEI E SUAS INFLUÊNCIAS NAS PRÁTICAS DE UM PROFESSOR DE FÍSICA

Paulo Fernando Zaratini [paulo_zaratini@hotmail.com]

Marcos Cesar Danhoni Neves [macedane@yahoo.com]

Sani de Carvalho Rutz da Silva [sani@utfpr.edu.br]

Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Campus Ponta Grossa, 84016-210, Ponta Grossa, PR – Brasil.

Resumo

Neste artigo são apresentadas discussões sobre o método experimental reconstruído historicamente como tal, devido aos trabalhos de Galileu Galilei, seus contextos históricos, e as diferentes abordagens presentes na atividade experimental para o ensino de Física. Para o desenvolvimento dessa proposta, realizou-se uma pesquisa experimental, exploratória, interpretativa, observando os diferentes enfoques e abordagens atualmente empregados na atividade experimental para o ensino de física. Sugere-se também, um experimento de óptica inserido em uma abordagem demonstrativa com enfoque investigativo, para o ensino de ciências nas séries finais do Ensino Fundamental. Conclui-se que dentro de uma perspectiva de ensino não tradicional, os métodos experimentais iniciados por Galileu, e que hoje estão apoiados por teorias de aprendizagem contemporâneas, podem ser eficientes, contribuindo de forma significativa para o ensino aprendizagem em ciências. Além de que, oferece ao professor, um método instrucional facilitador, para a promoção da mudança conceitual, transformando as aulas de ciências em momentos ricos de interações sociais, favorecendo a ligação entre a linguagem conceitual presente nas ciências e o mundo empírico.

Palavras-chave: Atividade experimental; História das Ciências; óptica; Ensino de Física.

INTRODUÇÃO

A atividade experimental tem reconhecida importância por inúmeros pesquisadores e professores de Ciências, como meio eficaz para o ensino aprendizagem. As pesquisas atuais têm procurado caracterizá-la por propósitos, abordagens e em seus diferentes enfoques (Araujo & Abib, 2003).

Do ponto de vista educacional, presume-se que a experimentação em Física possa, além de trazer respostas aos questionamentos feitos pelos estudantes sobre a validade ou limitações de modelos físicos, gerar novas questões, influenciando diretamente o ensino de ciências.

No tocante à Ciência, Tecnologia e Sociedade, a construção de aparatos experimentais para a comprovação teórica, pode gerar soluções de desenvolvimento menos agressivas ao planeta, questão determinante nos rumos da qualidade de vida de toda uma população.

Neste contexto, percebe-se que para compartilhar conceitos e significados em ciências, ampliar os saberes nos âmbitos educacionais e tecnológicos, independente das abordagens experimentais usadas, está presente o assim denominado *método experimental*.

A partir dessa perspectiva desenvolveu-se o presente trabalho apoiado em discussões sobre o método experimental, iniciado por Galileu Galilei, mas que, hoje, tem sua ênfase modificada, sendo apresentado nas salas de aula por professores, por meio de inúmeras e distintas abordagens.

A fim de suscitar reflexões sobre o tema, apresenta-se, também, uma atividade experimental em Óptica, com abordagem demonstrativa com enfoque investigativo, como meio de contribuição para o ensino de Física para Séries Finais do Ensino Fundamental.

GALILEU GALILEI, A EXPERIMENTAÇÃO, ASPECTOS HISTÓRICOS.

Historicamente o assim denominado *método experimental* remonta uma história de mais de 400 anos, formalizada, por assim dizer, pelos trabalhos do físico pisano Galileu Galilei, na Itália. A partir das contribuições de Galileu, aliado ao método cartesiano e baconiano, novos métodos surgiram no sentido de superar a cegueira causada pelo próprio empirismo, além dos extravios do puro racionalismo, e que acabariam reformulando novas ideias na história do pensamento científico (Galileu, 1945).

Galileu nasceu em Pisa em 1564, na Itália, e vinte e sete anos mais tarde, iniciou seus estudos nas ciências médicas, na Universidade de Pisa. Influenciado pelas obras de Euclides e de Aristóteles, deixou a área médica e interessou-se pelas Ciências Matemáticas. De 1592 a 1632, desenvolveu estudos envolvendo a descrição geométrica dos movimentos e detalhando suas descobertas telescópicas no seu *Sidereus Nuncius*, revolucionando a Física e a Astronomia e destronando o sistema aristotélico-tomista como descrição do mundo físico (Resquetti & Neves, 2011).

Nos primeiros documentos de Galileu, nota-se forte influência da Física desenvolvida no *Medioevo* sobre os trabalhos do físico pisano, especialmente relativos ao movimento dos corpos, e, a princípio de forma teórica, sem ainda a presença predominante da atividade experimental.

Segundo Resquetti & Neves (2011), até 1604 por influência de Nicollò Tartaglia (1550-1557), Galileu, acreditava que a velocidade dos corpos em queda, era proporcional à distância percorrida; Tartaglia, não acreditava em movimentos mistos, ou seja, com dois componentes de velocidade. Este defendia que a velocidade de um corpo, durante o movimento natural de descida, aumentava em função do espaço percorrido e não de uma suposta aceleração. Embora Tartaglia, tenha se equivocado nas afirmações anteriores, ele foi o primeiro a submeter a ciência do lançamento de projéteis a um rigor matemático (Koyré, 1982).

Com a obra *Discursos e Demonstrações Matemáticas acerca de Duas Novas Ciências* (1638), uma de suas obras mais importantes, Galileu Galilei, apresenta sob outro viés a Mecânica, em um diálogo rico realizado entre três interlocutores: *Salviati*, o próprio o Galileu, sábio experimentador; *Sagredo*, o homem prático, de mente progressiva e sem raízes ou crenças, e *Simplicio*, apresentador de um ponto de vista aristotélico de professor dogmático, que defende velhas teorias, procurando a todo custo, fundir as teorias reformuladas com as teorias aristotélicas.

Nesta obra, Galileu, conduz o diálogo para que a explicação dos fenômenos observáveis em Mecânica não possa ser totalmente caracterizada por meio de uma abordagem qualitativa, teórica e imaginária.

Sobre a obra de Galileu, Resquetti & Neves (2011), ressaltam que “o esquema Galileano, parece inaugurar a ciência (esquecendo-se de dois mil anos que precederam Galileu Galilei, especialmente, na grande Física de Aristóteles)”.

Na abordagem Galileana, verifica-se que o método experimental empregado na época não tinha objetivo instrucional, mas como prova experimental para refutação de uma teoria, a qual Galileu não concordava.

Em oposição, hoje, 400 anos mais tarde, parece pertinente afirmar que o mesmo método utilizado por Galileu para verificar uma teoria, seja destinado a instruir, colocando o professor como responsável para assumir a atividade experimental com outros enfoques e diferentes abordagens.

Sem a pretensão de apontar as falhas nos métodos conteudistas e livrescos presentes no ensino de Física, percebe-se, de fato, que muitas concepções errôneas ainda permanecem ancoradas na mente dos estudantes, e poderiam, no entanto, ser modificadas por resultados experimentais simples.

O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL E A RECONCEITUALIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOB A LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O ensino de ciências da natureza tem sido influenciado por diferentes tendências educacionais, que ainda hoje se apresentam nas salas de aula (Brasil, 1999). No Brasil o Ensino de Física, teve seu início no período colonial com a participação dos Jesuítas que atuavam no ensino secundário e superior.

Mais tarde durante o Império, a disciplina era apresentada no 5º ano do ensino intitulado secundário, sendo que 20% da carga horária total era destinada a matemática e física (Bezerra, Gomes & Souza, 2009). Na metade do século XX, com a constituição de 1934, a carga horária da disciplina aumenta e alcança o nível de 27,3%, e, após a revolução de 1930, chega a um terço da carga horária total, ou seja, 33,3%.

Com a implantação da LDB nº 4024/61 as aulas de Ciências, eram ministradas apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginásial. Passada uma década, com a LDB 5.692/71, as Ciências passaram a ser um obrigatório nas 08 (oito) séries iniciais do ensino fundamental.

Neste período, o conhecimento científico era tomado como neutro e não se colocava em questão a verdade científica, as metodologias adotadas ou empregos de teorias de aprendizagem, que pudessem melhorar o ensino.

Com o advento dos Parâmetros Curriculares Nacionais, o objetivo do Ensino de Ciências da Natureza passou a ser de oportunizar condições para o aluno participar da alfabetização científica (Delizoicov & Lorenzetti, 2001), dando espaço para que a ciência e tecnologias fossem questionadas.

O ensino de Física, componente de importância para realização da alfabetização científica, tem sido tema de inúmeras discussões. Partes dessas pesquisas são direcionadas para os diferentes métodos e abordagens que podem ser adotadas pelo professor nas salas de aula para promoção de seu ensino.

Abib & Araújo (2003), após revisão de aspectos predominantes em mais de 100 artigos publicados em dois periódicos no Brasil de 1992 a 2001, destacam que os trabalhos publicados nestes periódicos, se dividiram fundamentalmente em 05 (cinco) abordagens experimentais, dentre eles: a ênfase matemática; o grau de direcionamento – atividades demonstrativas e observacionais; uso de novas tecnologias, associação com cotidiano e montagem de equipamento.

A abordagem mais frequente encontrada nesta revisão direciona para a ênfase experimental utilizada para demonstração ou verificação de uma lei física. Essa abordagem possibilita a professores e alunos, realizarem associações entre conceitos e fenômenos físicos, reduzindo o grau de abstração presente na teoria. Os mesmos autores, enfatizam que atividades demonstrativas, tornam as aulas mais interessantes e motivadoras, e conseqüentemente mais participativas, favorecendo a aprendizagem significativa de conceitos.

Somado a essas potencialidades, (Séré, Coelho & Nunes, 2003), argumentam que a experimentação demonstrativa ou de verificação de uma lei, poder ser concebida como uma forma onde o aluno aprende a se servir de um método, a manipular uma lei e inclusive, verificar sua validade.

Ressaltam ainda que, atividades experimentais, podem ser concebidas como uma forma de estabelecer uma ligação entre a linguagem natural, matemática, simbólica, o mundo dos conceitos e o referencial empírico.

Nesta direção, a realização das atividades experimentais podem ser...

...enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os

modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento (SÉRÉ, COELHO & NUNES 2003, P.39).

Embora haja relevância a atividade experimental detém um enfoque diferenciado das abordagens utilizadas por Galileu. Atualmente, após maior compreensão de como ser humano aprende, cognitivistas reconhecem haver uma necessidade do método experimental ser reconceitualizado à luz de teorias sócio interacionistas (Neves; Caballero & Moreira, 2006).

A teoria desenvolvida por (Ausubel & Hanesian, 1978), por exemplo, encontra-se no cognitivismo, numa tendência construtivista e tem como eixo central a Aprendizagem Significativa. Segundo estes mesmos autores o objetivo principal da educação formal é a reorganização da informação para os alunos, exposição de ideias conceitos de maneira precisa e a possibilidade de sua aquisição de forma significativa.

Moreira (2008) reconhece vantagens no ensino por descoberta, direcionando alguns aspectos positivos para o método experimental, desde que não seja trabalhada de uma forma rotineira e redutora.

Nesta concepção, há uma necessidade de escolha por parte do professor do que se pretende com relação à atividade experimental, caso contrário à atividade pode ser caracterizada como entretenimento ou ainda arbitrária ou subjetiva para os alunos, ocasionando retenção de conceitos, sem significado.

Na mesma direção, (Moreira, 2008) defende que a atividade experimental pode constituir um banco de provas permitindo que os alunos avaliem seus modelos de entendimento a respeito dos fenômenos naturais, favorecendo a aprendizagem.

Dentro do que se pretende no contexto da aprendizagem significativa há uma necessidade de compartilhamento e negociação de significados em ciências, requerendo reciprocidade e responsabilidades diferenciadas por parte de professores e alunos.

Portanto, neste contexto educacional, a atividade experimental como método, exige a implantação de uma relação dialógica entre professores e alunos no entorno dos conceitos científicos, mas cabe ao professor determinar que conceitos que pretende compartilhar com eles.

Sendo assim, concebe-se que, por meio da atividade experimental cria-se um espaço para estabelecer conflitos cognitivos nos alunos, relacionando os conceitos prévios, oriundos de suas interações sociais anteriores e opô-los quando o desenvolvimento da atividade experimental ocorre.

Essa metodologia corrobora com a mudança conceitual, questão, determinante na Educação Científica e Tecnológica.

A partir desses apontamentos, cabe-nos concluir que a utilização de teorias de aprendizagem na abordagem experimental, podem ser contribuintes para que o aluno realize a mudança ou reestruturação conceitual, oportunizando que haja compreensão de seus significados para o entendimento do mundo.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracterizou-se como exploratória, experimental e interpretativa com apoio bibliográfico, visto que a proposta centrou-se no fato de sugerir uma prática experimental com abordagem demonstrativa, visando o compartilhamento de significados em óptica.

Nessa perspectiva optou-se pelo aparato de Dircks (Medeiros, 2006), popularmente conhecido como: a Vela Fantasma. Dentro do contexto da aprendizagem significativa, aparatos experimentais utilizados para o ensino, podem favorecer a não arbitrariedade, ou seja, podem ser concebidos como materiais potencialmente significativos, permitindo a relação entre novos conceitos, com os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 2008). O enfoque adotado foi direcionado para investigação dos fenômenos de reflexão e refração da luz.

A população participante desta atividade contou com uma turma de 28 (vinte e oito) alunos das séries finais do Ensino Fundamental regularmente matriculados em uma escola privada do Município de Ponta Grossa, Estado do Paraná, Brasil.

Para a construção do aparato experimental, foram utilizados os seguintes materiais:

- 01 placa de vidro de 40x40cm;
- 01 placa de madeira enegrecida de 80x40cmx2cm, com friso para fixação perpendicular do vidro;
- 01 (uma) vela;
- 02 (dois) copos;
- Sala, ambiente, onde haja possibilidade de variar a intensidade luminosa.

O aparato experimental em fase final, pode ser visualizado por meio da figura 01.

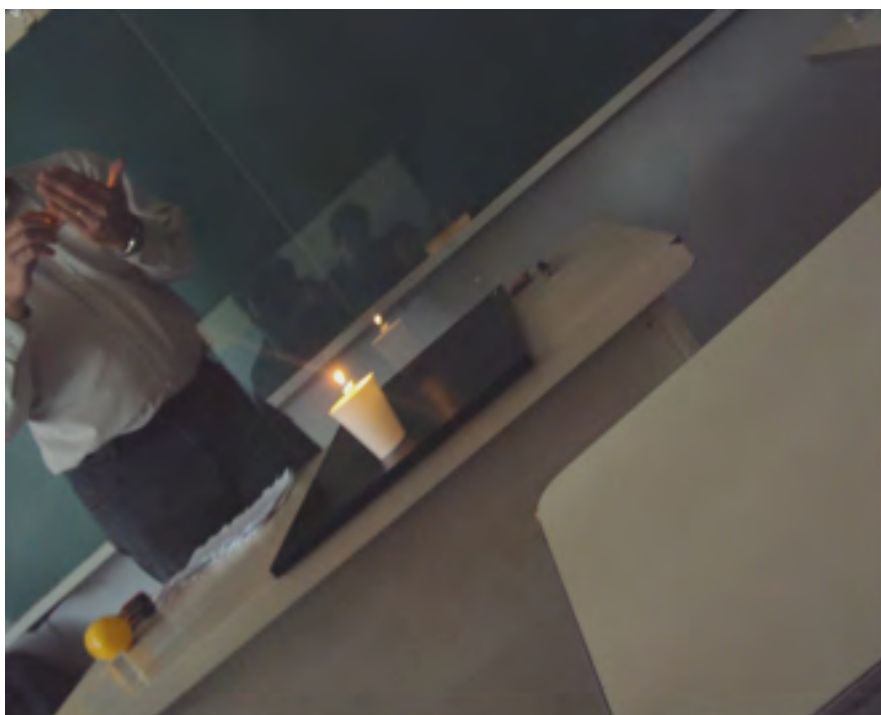


Figura 01 – Aparato de Experimental.

Após a montagem do aparato experimental, optou-se, como já salientamos anteriormente, por uma abordagem demonstrativa com enfoque investigativo. Alternou-se a possibilidade de observação do fenômeno de conjugação de imagem pelo vidro, em dois momentos; com alta e baixa intensidade luminosa, Figuras 02 e 03.

O princípio físico do experimento que foi apresentado, é modelado pelas leis da reflexão e refração da luz permitindo que, quando há variação da quantidade luminosa em um ambiente, pode ser realizada a transformação de um material transparente como vidro, em uma superfície a reflexão parcial da luz.

Por meio da variação da intensidade luminosa no ambiente, tornou-se possível a verificação dos limites das leis da reflexão da luz, isto é, com luminosidade homogênea dispersa na sala, a luz refletida pelo copo, atravessa o vidro refratando a luz e atenuando os efeitos de reflexão.

Ao escurecer o ambiente, a luz predominante é proveniente da vela, possibilitando que o vidro seja transformado em uma superfície com maior poder reflexivo, como revela a Figura 03.

Neste momento há impressão de haver dois objetos, mas o que ocorre na realidade, é a formação de uma imagem no vidro caracterizada como virtual e simétrica ao objeto real.



Figura 02- Conjugação da imagem do objeto com alta intensidade luminosa com predominância da continuidade óptica.

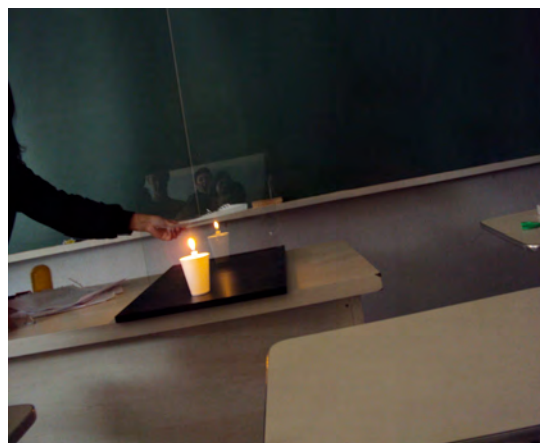


Figura 03- Conjugação da imagem com predominância da reflexão especular.

Logo após o desenvolvimento da atividade experimental, abriu-se espaço para discussão entre professor e alunos sobre o que foi observado. Após essa etapa, foram dirigidas questões aos alunos para que pudessem refletir sobre aquilo que observaram. Tais questões foram colocadas aos alunos para favorecer uma aprendizagem por descoberta contemplando o enfoque investigativo;

Segue uma amostra do padrão de questões, dirigidas aos alunos.

1- Qual é a relação entre a variação da intensidade luminosa no ambiente, e a formação da imagem?

2- Qual é a relação entre a lei $n = \frac{c}{v}$, onde n representa o índice de refração (grau de dificuldade que a luz apresenta ao atravessar um meio, diferente do ar), c a velocidade aproximada da luz no vácuo, e v a velocidade da luz em outro meio, no experimento apresentado?

3- Há predominância de algum fenômeno físico? Qual(is) reflexão(ões)? refração? difração?

4- As situações apresentadas nesta atividade se assemelham em situações que ocorrem no cotidiano? Caso julgue afirmativa, explique sua resposta.

DISCUSSÃO

Após as reflexões geradas pelas indagações, os alunos participaram da etapa da avaliação. A proposta foi da construção de relatos e mapas conceituais. Nesse momento abre-se um espaço para discussão para (re)formulação de conceitos pelos alunos, e a origem de proposições com as possíveis explicações sobre o fenômeno.

A Figura 04 indica um modelo mental, elaborado por uma aluna participante da aula, momento após a finalização da atividade experimental. Os mapas elaborados pelos participantes podem contribuir para que os mesmos organizem e externalizem os conceitos assimilados, visto que na atividade experimental há momentos ricos de compartilhamento de conceitos e significados.

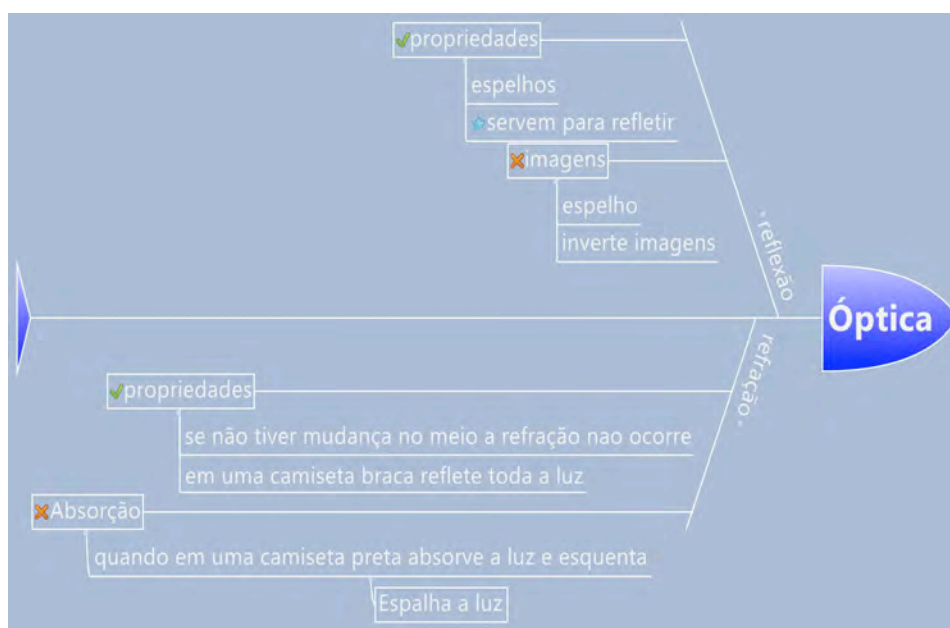


Figura 04- Modelo mental, elaborado por uma aluna após a realização da atividade experimental - Fonte própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos diferentes aparatos experimentais e da visualização das imagens pretendeu-se realizar uma experimentação em Ciências como campo de possibilidades ao professor e alunos para o compartilhamento de significados e conceitos em óptica.

De acordo com Perelman (1985), o ensino de física recreativo, não segue o sistema comumente empregado nos livros didáticos. Nesses livros, há um espaço muito pequeno para descrições de experimentos de Ciências divertidos e espetaculares. A Física, reduzida a um formulismo insuportável, sem história, memória, questionamentos e superações, acaba exilando as possibilidades dos alunos em serem atraídos pela empresa sempre bem vinda da interpretação da natureza.

Indiretamente, práticas dessa natureza reforçam o papel do professor de se constituir em um mediador, para que o desenvolvimento de sua prática pedagógica estimule os alunos a usar a criatividade e capacidade de reflexão e questionamentos sobre os fenômenos da natureza.

Em todos os momentos, foi perceptível um maior envolvimento dos alunos participantes. A predisposição, o esforço deliberado, gerado pela curiosidade que a atividade experimental oferece, oportunizou um espaço para negociação e compartilhamento de significados a respeito dos fenômenos ópticos, entre os alunos e professor e entre alunos.

Dessa forma, foi notória a percepção de que a atividade experimental apresentada pelo professor, com abordagem demonstrativa, e com enfoque investigativo, constitui-se em uma experiência enriquecedora para o ensino de ciências, e, portanto, não deve ser abandonada em ambientes escolares.

Para que o aluno não permaneça no mundo conceitual, podem ser realizadas outras indagações sobre as aplicações de tais dispositivos no cotidiano, possibilitando que o aluno refaça ligações que não foram contempladas explicitamente no experimento.

Dentro de uma perspectiva para o Ensino de Física, onde inúmeros são os métodos e abordagens que contribuem para o ensino aprendizagem, concebe-se que, métodos experimentais para o ensino de física, tornam-se mais eficientes quando reconceptualizados por meio de teorias de aprendizagem, favorecendo as interações entre professores, alunos e o mundo dos conceitos físicos.

Conclui-se que dentro de uma perspectiva de ensino não tradicional, os métodos experimentais iniciados por Galileu, e hoje apoiados por teorias de aprendizagem contemporâneas são contribuintes para o ensino aprendizagem em Física.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. (1978) **Educational Psychology: a cognitive view**. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston.
- BEZERRA, D. P.; Gomes E. C. S.; MELO E. S. N.; Souza T. C. (2009) A Evolução do Ensino da Física – Perspectiva docente. **Scientia Plena**, vol. 5, num. 9,
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (1999) **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação. 360 p.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. (1997) **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF.
- GALILEI, G. (1945) **Diálogos Acerca de Dos Nuevas Ciencias**. Buenos Aires: Losadas, s.a. 375 p.
- KOYRÉ, A. (1982) **Estudos Históricos do Pensamento Científico**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. (2001) Alfabetização científica no contexto das séries iniciais: **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis-sc, v. 03, n. 01, p.01-17, 01 jun. Semestral.
- MEDEIROS, A. (2006) A História e A Física do Fantasma de Pepper. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 03, p.329-344.
- MOREIRA, M. A. (2008) Negociação de significados e aprendizagem significativa. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.1, n.2, p 2-13.
- NEVES, M. C. D. (2006) **O Sonho do Vôo Humano**. Divulgando a Ciência: de brinquedos, jogos e do vôo humano. 1 ed. Maringá: Massoni/MCT-SBPC, v. 1, p. 9-14.
- PERELMAN, Y. (1983) **Física recreativa**. 5. ed. Urss: Mir Moscu. 2 v. (FISICA RECREATIVA).
- RESQUETTI, S. O.; NEVES, M. C. D. (2011) **Galileu e sua obra no ensino de Física hoje**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá. 211 p.
- NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. (2006) Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 11, n. 3, p. 383-401.
- SÉRÉ, M.G. ; COELHO, S. M. ; NUNES, A. D. (2003) O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 20, n.1, p. 30-42.