



**X COLÓQUIO
INTERNACIONAL**
"Educação e Contemporaneidade"
22 a 24 de Setembro de 2016
São Cristóvão/SE - Brasil



ISSN: 1982-3657

O Julgamento de Galileu e a Metodologia do Laboratório não Estruturado no Projeto PIBID

LUIZ ADOLFO DE MELLO

EIXO: 6. ENSINO SUPERIOR NO BRASIL

Resumo: Vamos relatar uma experiência do uso da metodologia "laboratório não estruturado" e os desafios na implementação de um projeto multidisciplinar de ensino de ciências no departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe (UFS), através do programa institucional de Bolsa à Iniciação à Docência (PIBID). O tema central da experiência didática é o experimento histórico do plano inclinado de Galileu. Aproveitando a polêmica se Galileu fez ou não fez os experimentos com o grau de acuracidade por ele afirmada, se propôs a duas escolas realizarem uma peça teatral denominada "o julgamento de Galileu". Com esse intuito, elaborou-se uma sequência didática norteadora para duas escolas fazerem o papel de defensoria e promotoria do cientista Galileu. Devido ao fato que os estudantes terão papel ativo na execução e elaboração dos experimentos e na argumentação, a atividade será do tipo laboratório com ênfase no experimento e com enfoque epistemológico. O projeto é baseado na metodologia da "Aprendizagem baseada em Projetos". Os referenciais teóricos utilizados são os da aprendizagem significativa de Ausubel e Concepções Alternativas. Abstract: We will report an experience of using the methodology "unstructured laboratory" and the challenges in implementing a multidisciplinary project of science teaching in the Physics Department of the Federal University of Sergipe (UFS) through the Institutional Program of Scholarship to Introduction to Teaching (PIBID). The central theme of teaching experience is the historical experiment of the inclined plane of Galilleo. Taking advantage of the controversy whether Galileo did or did not the experiments with the degree of accuracy that he affirmed, we proposed to two schools perform a play called "The Galileo's Judgment". For this purpose, we elaborated a guiding didactic sequence to two schools play the

role of defense counsel and prosecution of scientist Galileo. Due to the fact that students will have an active role in the implementation and development of experiments and arguments, the activity will be of the laboratory type with emphasis on experiment and with epistemological approach. The project is based on the methodology named "Project Based Learning". The theoretical frameworks used are meaningful learning of Ausubel and Alternative Conceptions.

Introdução Se olharmos com atenção as estatísticas de procura de vagas no ensino superior veremos que na média somente 20% optam pelos cursos de exatas [Erasmus, 2016]. Assim, Fiolhais (2003) percebeu que um dos fatores das dificuldades do ensino de Física no ensino médio se encontra no fato de que em geral se ensina Física como se todos os alunos fossem fazer Física ou se tornar cientistas. Se olharmos as pesquisas em ensino de Física veremos que uma das grandes preocupações dos pesquisadores em ensino está centralizada na problemática de como se transpor a atividade científica ao ambiente escolar [Izquierdo, 2003 e 2005; PSSC, 2015]. Mas, pesquisas recentes [Osborne, 2008] apontam a necessidade de que o ensino de ciência na escola seja uma educação em ciência e não uma forma de treinamento pré-profissional. Desde o projeto Havard [Holton, 1967; Jefferson, 2006] introduziu-se algumas metodologias de ensino humanísticas no ensino de ciências em geral. Dentre estas temos a da "Aprendizagem Baseada em Projetos", "Aprendizagem Baseada em Problemas", a Interdisciplinaridade, o uso das CTSA, e etc. Temos projetos de ensino que usam do recurso de tiras em quadrinhos [Caruzo, 2002 e 2009; Frederico, 2012], museus de ciência [Gruzman, 2007; Chagas, 1993; Marandino, 2005], filmagens [Nascimento, 2004; Hennessy, 2006], documentários, peças teatrais [Baroni, 1997; Kerby, 2010] e assim por diante. Todos esses recursos tem se mostrado muito mais eficiente, como técnica de ensino aos estudantes que não desejam ou que não possuem vocação para serem cientistas. Muito antes de Cristo os gregos e os romanos já faziam uso da dramatização como recurso didático. Temos várias vantagens desta técnica em um laboratório didático. A primeira é o engajamento dos estudantes que possuem vocação para o curso de direito, letras, e artes cênicas em geral. Outra vantagem é o do trabalho em grupo de pessoas com diversas vocações. Outra vantagem é certo grau de liberdade na escolha e confecção dos experimentos. No caso específico dessa peça, outra vantagem é a competição entre as duas escolas. Assim, apesar de se ter um roteiro pré-definido nos fatos históricos narrados por Galileu em seu texto "Diálogos entre duas novas ciências", as narrativas, as argumentações e os experimentos de suportes aos dois grupos de contendores – promotoria e defensoria – não estão definidos a priori. Assim, classificamos essa atividade laboratorial como não estruturada. [Moreira, 1983; 1993; Moreira & Levandowski, 1983] A escolha do tema foi inspirada nos textos de Neves (2008) e Soares (2008), e na sequência didática "Galileo and the Inclined Plane" [Dartmouth, 2015]. No artigo de Neves (2008) encontramos um excelente resumo sobre a polêmica de Galileu ter ou não realizado a experiência do plano

inclinado. Na sequência didática “Galileo and the Inclined Plane” [Dartmouth, 2015] se pode encontrar a descrição minuciosa dos problemas técnicos e das possíveis indagações que ocorreram a Galileu. A proposta apresentada aqui de uma peça teatral é uma adaptação desta sequência didática. Sobre a viabilidade do projeto tivemos inspiração no trabalho de Soares (2008). Neste podemos ler:

*A atividade experimental é aberta, de modo que os alunos tenham oportunidade de explorar, testar e discutir soluções para todo o processo de medida, desde o uso de sensores LDR nos sistemas de detecção até a construção dos gráficos utilizando uma planilha eletrônica. Após as atividades de laboratório nossos estudantes duvidaram que com os métodos do tempo de Galileu fosse possível fazer a interpretação feita por ele dos resultados experimentais. **A Escolha do Tema Baseado em Fatos Históricos.** Ao se realizar uma busca no scholar Google usando as palavras chaves “O experimento do plano inclinado de Galileu” se obtém a ocorrência de 18.800 entradas. No Google temos mais de 32.000 links. O interessante é que não há um consenso entre os historiadores da ciência quanto à veracidade da realização destes experimentos. Koyré (1991, pg 71), ao comentar a experiência de Pisa, diz que:*

historiadores que se ocuparam de Galileu – e os historiadores de ciência em geral – atribuem às experiências de Pisa uma grande importância. Habitualmente, nelas vêem um momento decisivo da vida de Galileu.... Neves (2008) comenta citando Koyré que

*depois de citar alguns historiadores que descreveram a experiência de Pisa como se realmente tivesse sido realizada por Galileu, o autor conclui que todos estes relatos “[...] são pura e simplesmente por eles inventados, pois a única fonte autêntica de que dispomos, o Racconto istorico, de Vincenzo Viviani, não contém uma única palavra a respeito” (Koyré, 1991, p. 200). Alexandre Koyré alega que este relato foi modificado e ampliado pelos sucessores de Viviani. Confirmando as dúvidas de Koyré, Cohen (1988) diz que apesar de Viviane ser o Biógrafo de Galileu, convivendo com o mesmo nos últimos anos de sua vida, não há qualquer registro do relato acima em outra fonte [Neves, 2008]. Por outro lado, Galileu deixou registrado brilhantemente a demonstração matemática da relação de que a distância percorrida por um corpo é proporcional ao quadrado do tempo de queda, na sua obra famosa *Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências a respeito da mecânica e dos movimentos locais* [Galileu, 1986]. Assim, para muitos Galileu obteve racionalmente a lei do quadrado da distância e se estes experimentos*

existiram, serviram apenas como uma comprovação. Outros possuem uma posição intermediária, acreditam que os esquemas teóricos sobre este tipo de movimento surgiram após vários experimentos com bolas e planos inclinados. Deste modo, temos duas visões sobre o cientista Galileu, uma *racionalista* e outra *empirista*. [Neves, 2008] Deste modo a peça não ficará limitada ao fato de ter sido possível ou não a realização experimental com tal grau de precisão. Além do mais, como uma das escolas envolvidas é uma escola padrão (a defensoria) que possui aulas de iniciação científica, a peça será enriquecida com o debate do “que seria fazer ciência”. Com isso os estudantes da escola tradicional serão privilegiados com o debate. **O Roteiro Baseado em Fatos Históricos.** Como motivação e introdução da problemática se deve fazer uma aula inaugural percorrendo todos os passos feitos por Galileu. Isto é, conta-se a história de que nesta época não se dispunha de relógios e muito menos de cronômetros[1]. Que Galileu foi quem descobriu que se poderia usar a periodicidade do movimento pendular para se confeccionar relógios (dispositivos para medição de intervalo de tempo). Que na época só se dispunha de ampulhetas, relógios d’água e do batimento cardíaco (pulso) com a função de se medir intervalos de tempo. Relata-se que é certeza que Galileu fez a experiência de demonstração de que corpos de massas e tamanhos diferentes ao cair não obedecem à lei da proporção de seus pesos, como é declarado por Aristóteles, mas todos se movem com a mesma velocidade. Como afirma Koyré, (1991, p. 201)

O que demonstrou em repetidas experiências, feitas no alto do campanário de Pisa, na presença de todos os outros professores e filósofos e de toda a Universidade [...] Em seguida escolhe-se uma moça e se pede que ela vá a um lugar alto e solte uma bola de frescobol ou similar e tenta-se medir o tempo de queda usando os batimentos cardíacos, um pêndulo e o celular. Demonstra-se pela lei da queda livre que para uma Torre similar à de Pizza (~ 50 m de altura) o tempo de queda é de aproximadamente 3 segundos. Depois, se fornece réguas aos participantes e pede-se para eles estimar o tempo de reflexo de cada um ao pegar a régua solta na vertical um pouco acima de suas mãos. A partir da constatação da impossibilidade de se medir o tempo de queda livre passa-se a discutir quais seriam as alternativas para se medir este tempo. Com o intuito de fazer com que os estudantes entendam mais profundamente a problemática de Galileu, fazemos a filmagem de uma esfera (bola de frescobol) em queda livre e fazemos a análise do movimento usando o software de aquisição de dados Tracker [CREF, 2015]. Solicitamos a eles que observem a diferença de espaçamentos entre as posições sucessivas da esfera e que elas aumentam à medida que esta se aproxima do solo. O software Tracker permite aos

estudantes analisar o comportamento da velocidade do móvel através da função *tabelar as velocidades*, de modo que estes verificam diretamente as afirmações abaixo. Discutimos com eles o papel da modelagem matemática nas ciências os preparando para o debate. Obs.: Esta atividade é feita em geral antes de propormos a peça. Quando se aplica esta sequência na disciplina de instrumentação para o ensino de Física ou no mestrado em ensino de ciência (sem o uso da teatralização) se discute que nas aulas de laboratório usuais se procura determinar a dependência do quadrado do deslocamento em função do tempo e a aceleração da gravidade. Mas, nessa sequência didática o enfoque recai sobre o estudo do comportamento da velocidade. Em todas as turmas comentamos que no caso de Galileu só podemos medir as variações da velocidade. Assim, relatamos que no início do século XVII Galileu faz uma afirmação (ou hipótese) sobre o movimento natural de um corpo em queda livre ("movimento natural" é uma Linguagem aristotélica). Galileu afirmou que se um objeto cair naturalmente vai ganhar[2] quantidades iguais de velocidade em quantidades iguais de tempo. Se estiver correta, isso significa que

- i. a velocidade do objeto aumenta à medida que cai e
- ii. a taxa em que aumenta a velocidade não muda durante a queda.

Como observamos acima, objetos que caem livremente movem-se muito rapidamente para que possam ser estudados ou seja gravado o seu movimento diretamente. Com os relógios do século XVII não era possível medir os tempos curtos envolvido. Esses problemas práticos tornavam difícil para Galileu passar tal afirmação por qualquer teste experimental. Assim, Galileu tentou retardar[3] o movimento através da substituição do objeto caindo por uma bola rolando em um plano suavemente inclinado.

"A fim de fazer uso de movimentos tão lento quanto possível ... Eu também pensei em fazer objetos móveis descerem ao longo de um plano inclinado não muito elevado acima da horizontal "(Galileo, duas novas Ciências, p. 87). Note que Galileo adivinhando (ou assumindo) que os objetos que descem um plano inclinado ganham velocidade exatamente da mesma maneira como os objetos que caem! No ensino médio seguimos a sequência didática original [Dartmouth, 2015]:

Essencialmente, ele raciocinou da seguinte maneira. A bola rolando uma ladeira íngreme vai pegar velocidade mais rápida do que uma bola rolando um declive suave, mas a maneira em que aumenta a sua velocidade será a mesma. Queda livre, raciocinou, é simplesmente o equivalente a uma rampa vertical. O carácter do movimento da bola em queda livre deve ser o mesmo que o carácter do movimento

de uma bola de "queda" para baixo pelo plano inclinado. Se olharmos Neves (2008) e referências veremos que os cientistas da época não eram tão ingenuos assim. Eles já intuam ou sabiam que havia uma diferença essencial entre os dois movimentos. Na linguagem atual temos que a descrição cinemática dos dois movimentos são a mesma, mas a dinâmica não. A esfera ao descer a rampa rola e toca esta última. No ensino médio só mencionamos este fato. Já no ensino superior advocamos que, a semelhança do caso do princípio da inércia, Galileu raciocinou por indução que à medida que o ângulo da canaleta vai atingindo 90° esta se tornaria queda livre, já que a esfera não tocava mais a canaleta. Por outro lado, tomemos uma rampa em que vamos diminuindo sua inclinação, ou seu ângulo α , até atingir 0 graus. No limite de α tendendo a zero a rampa tende a plano horizontal. Outro problema técnico surge na medição da velocidade. Se a hipótese de Galileu fosse certa, a velocidade do objeto em queda livre mudaria continuamente. Galileu não podia medir mudanças de velocidades diretamente, mas ele podia medir distâncias e tempos. Galileu, portanto, usa a matemática para transformar sua afirmação sobre os tempos e velocidades em uma afirmação sobre os tempos e distâncias. Seu argumento matemático é resumido assim:

Se um objecto adquire velocidade a uma taxa constante e se o objecto é liberado a partir do repouso, então, a distância total percorrida pelo objecto será proporcional ao quadrado do tempo necessário para ocorrer a viagem[4]. Neste laboratório se diz às duas escolas que eles vão se colocar no lugar de Galileu. O trabalho deles é coletar e apresentar provas convincentes em apoio ou contra à ideia de Galileu sobre o movimento dos corpos em queda. Eles terão de enfrentar algumas das questões de design experimental e tentar replicar os resultados de sua famosa experiência com uma configuração experimental semelhante àquela que Galileu descreveu em seus diálogos *Dois Novas Ciências* de 1638. Eles terão que realizar o experimento usando cronômetros com o intuito de se familiarizarem com a dispersão dos dados. Os dois grupos vão usar um dispositivo moderno para registrar a viagem de um objeto em queda livre. A ideia é que eles, também, usem o software de aquisição de dados tracker. Isto lhes permitirá testar se o caráter do movimento de queda livre é o mesmo que de uma bola rolando pela rampa e discutir a viabilidade do mesmo ser testado por Galileu. **Como você mede o tempo com os relógios do século 17?**

Em seu livro *Dois Novas Ciências*, Galileu descreve o relógio que ele usa:

Para a medição do tempo, foram usados grandes recipientes de água colocados

numa posição elevada, a parte inferior deste recipiente foi soldada a um tubo de diâmetro pequeno fornecendo um fino jato de água, que foram coletados em um pequeno copo durante o tempo de cada descida ... a água foi recolhida e pesada, depois de cada descida, numa balança de muita precisão, a diferença e relações desses pesos nos forneceu as diferenças e os razões dos tempos ... O princípio básico por trás deste relógio parece sólido, mas o que garante que à medida que o balde esvazie o fluxo de água se mantenha constante?

Ou seja, que garantias existem de que este "relógio" não atrase ou adiante. Na linguagem da sequência original: não ganha ou perde tempo?

Uma vez que você quiser fazer uma afirmação matemática específica envolvendo medidas de tempo, é fundamental que suas medições de tempo sejam precisas. No curso superior fazemos a seguinte afirmação: No limite do volume de água tendendo ao infinito (muito grande) o fluxo d'água (tempo) se torna constante ou uniforme[5].

Nos dois níveis de ensino fazemos as mesmas perguntas da sequência original:

1 - Nesta passagem, Galileu parece estar assumindo que existe uma relação matemática específica entre a quantidade de água recolhida e a quantidade de tempo decorrido. Qual é o pressuposto que Galileu parece estar fazendo sobre a relação matemática entre a quantidade de água e a quantidade de tempo?

2 - Você esperaria que esse relógio funcionasse de modo contínuo?

Porque ou porque não?

(Dica: Suponha que o tanque estava quase cheio e você o deixa esvaziar por 1 segundo e recolhe a água, então você faz a mesma coisa, só que desta vez com o nível da água muito mais baixo do que antes. Será que você irá coletar a mesma quantidade de água em ambos os casos?

O que você poderia esperar?

) Lembre-se que a rampa que Galileu fez tinha oito (8) metros de comprimento. Logo, 3 - Se a rampa for muito íngreme a esfera descerá muito rapidamente e será muito difícil medir os tempos. Se esta for quase horizontal será mais fácil de medir o tempo, mas o relógio gastará mais água. Façam testes para definir uma faixa ideal de inclinação para a rampa. 4 - Façam medidas do tempo de descida para percursos com distâncias diferentes. Cada grupo tem que definir o ângulo de inclinação e as distâncias a serem percorridas. Baseado nestes dados e na afirmação que Galileu fez em *Dois Novas Ciências*, sobre a qualidade de suas medições de tempo:

... Observamos ... o tempo consumido na execução de todo o caminho, repetindo o

mesmo processo várias vezes, a fim de ter certeza quanto à quantidade de tempo, na qual ele nunca encontrou uma diferença de até a décima parte de uma batida de pulso. Os dois grupos contendores terão que persuadir seus colegas de classe, os jurados, sobre se era possível ou não a Galileu realizar este experimento com tal grau de acuracidade. Municaremos a promotoria com a informação de que o principal argumento dos que acreditam em um Galileu racionalista (não tenha feito o experimento) é de que os resultados encontrados são muito precisos para os precários meios experimentais utilizados. Ou seja, “[...] a própria perfeição de seus resultados é uma rigorosa prova de sua inexatidão” (Koyré, 1991, p. 275). Para estes, Galileu fazia uso frequente das “experiências de pensamento”, encarnando a herança do platonismo [Neves, 2008]. Por outro lado, municaremos a defensoria com o fato que há na literatura vários artigos onde se reconstrói a experiência do plano inclinado o mais fiel possível à descrição original para provar a veracidade dos resultados afirmados por Galileu [Neves, 2008; e referencias].

Resultados e Conclusões Apresentamos uma adaptação na forma cênica da sequencia didática original na disciplina de instrumentação ao ensino de Física e na disciplina “métodos experimentais no ensino de ciências” do programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática NPGECIMA. O professor da disciplina recorda aos estudantes como eram os fatos do século XVII, conta um pouco da cultura Italiana e apresenta a sequencia. Nos cursos universitários discutimos a afirmação de Newton que ele tinha se apoiado em ombros de gigantes quando discutíamos que as ideias do limite do cálculo diferencial estavam de alguma forma posta na forma de lógica ou filosofia. Os estudantes ficam em geral muito entusiasmados e impressionados com o fato de que em nenhum momento de sua formação chamaram sua atenção para o fato da importância dos reflexos humanos na medição. Sobre o fato de que podemos ter eventos físicos com mesmas descrições cinemáticas, mas com descrições dinâmicas completamente distintas. Sobre a problemática de se medir o tempo e qual seria a origem do termo: “o fluxo do tempo”. Todos concordam com as possibilidades desta sequencia ser transformada em uma peça teatral, de modo que um dos nossos estudantes aceitou o desafio de pô-la em prática.

Referências Barone, T., & Eisner, E. (1997). Arts-based educational research. *Complementary methods for research in education*, 2, 75-116. Caruso, F., & de Freitas, N. (2009). Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(2), 355-366. Caruso, F., CARVALHO, M., & Silveira, M. C. (2002). Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. *Ciência & Sociedade*, 8. Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista*

de Educação, 3(1), 51-59. Cref (2016). Analisando imagens e videos com o computador. Em: <http://>

[www.](http://www.if.ufrgs.br)

[if.ufrgs.br](http://www.if.ufrgs.br)

[/cref/uab/lab/tracker.htm](http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.htm)

|

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Dartmouth (2015). Galileo and the Inclined Plane. Em: <http://>

[www.](http://www.dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf)

[dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf](http://www.dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf)

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Drake, S. (1986). *Galileo*. Madrid: Alianza. Erasmus (2016). Programa Erasmus. Em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/ Programa_Erasmus](https://pt.wikipedia.org/wiki/Programa_Erasmus).

Acessado em: 09 jan. 2016. Frederico, F. T., & Gianotto, D. E. P. (2012). Metodologia no ensino de ciências: contribuições da utilização de histórias em quadrinhos para ensinar física. *Revista NUPEM*, 4(7), 199-215. Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3).

Galilei, G. (1986). *Discursos sobre Duas Novas Ciências*. São Paulo: Nova Stella. Gruzman, C., & Siqueira, V. H. F. D. (2007). O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 402-423.

Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43. Izquierdo i Aymerich, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.

Jefferson, B., & Junior, O. F. (2006). Uma conversa com Gerald Holton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(3), 315-328. Hennessy, S., Deaney, R., & Ruthven, K. (2006). Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching. *International Journal of Science Education*, 28(7), 701-732.

Kerby, H. W., Cantor, J., Weiland, M., Babiarz, C., & Kerby, A. W. (2010). Fusion Science Theater Presents The Amazing Chemical Circus: A New Model of Outreach That Uses Theater To Engage Children in Learning. *Journal of chemical education*, 87(10), 1024-1030.

Koyré, A. (1991). *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária. Marandino, M. (2005). A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. *Hist. ciênc. saúde-Manguinhos*, 12(supl), 161-181.

Moreira, M. A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física*.

Universidade Portucalense. Moreira, M. A., & Levandowski, C. E. (1983). *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Moreira, M. A., & Ostermann, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. *Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis. Vol. 10, n. 2 (ago. 1993), p. 108-117.*

Moschetti, M. (2004) Qual Galileu?

Sobre diversas leituras possíveis do texto galileano. *Guairacá. Guarapuava, 20, 71-83.*

do Nascimento, V. B., & de Carvalho, A. M. P. (2004). A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. Em: <http://>

fep.if.usp.br

[/ ~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf](http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf)

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Neves, M. C. D., Batista, J. M., Costa, J. R., Gomes, L. C., Batista, M. C., Fusinato, P. A., ... & Pereira, R. F. (2008). Galileu fez o experimento do plano inclinado?

Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias, 7(1), 226-242. Holton, G. (1967).

Harvard project physics. *Physics Today, 20, 31.* Osborne, J., & Dillon, J. (2008).

Science education in Europe: Critical reflections (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation. Em: <http://>

[www.](http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)

[nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf](http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Soares, R.R. (2008) & P.F. Borges - O Plano Inclinado de Galileu e a História da Ciência na Sala de Aula do Ensino Médio de Física. Trabalho apresentado nos anais: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008.

Em:

Acessado em: 09 jan. 2016. Simões, A. (2007) História das Ciências, de Galileu a Einstein. Notas de aula. Em: <http://>

fisica.fc.ul.pt/~asimoes/Sumarios_aulas.pdf

.

Acessado em: 09 jan. 2016.

[1] Cronômetros como os conhecemos não existia no tempo de Galileu. Só em 1700 que os artesãos começaram a fazer pequenos relógios mecânicos confiáveis.

[2] Na sequência didática original [Dartmouth, 2016] eles usam a palavra “pick up” velocity.

[3] Na sequência didática original (20xx) eles usam a palavra “slow down” the movement.

[4] Essa ideia é baseada na lei da velocidade média de Nicole d’Oresme [Nelves, 2008, pg 229]

[5] Veja que a ideia de limite está embutida nos trabalhos de Galileu.

Referências Barone, T., & Eisner, E. (1997). Arts-based educational research. *Complementary methods for research in education*, 2, 75-116. Caruso, F., & de Freitas, N. (2009). Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(2), 355-366. Caruso, F., CARVALHO, M., & Silveira, M. C. (2002). Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. *Ciência & Sociedade*, 8. Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, 3(1), 51-59. Cref (2016). Analisando imagens e vídeos com o computador. Em: [http://](http://www.ifufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.htm)

[www.](http://www.ifufrgs.br)

[if.ufrgs.br](http://www.ifufrgs.br)

[/cref/uab/lab/tracker.htm](http://www.ifufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.htm)

|

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Dartmouth (2015). Galileo and the Inclined Plane. Em: [http://](http://www.dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf)

[www.](http://www.dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf)

[dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf](http://www.dartmouth.edu/~phys1/labs/lab1.pdf)

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Drake, S. (1986). *Galileo*. Madrid: Alianza. Erasmus (2016). Programa Erasmus. Em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/ Programa_Erasmus](https://pt.wikipedia.org/wiki/Programa_Erasmus).

Acessado em: 09 jan. 2016. Frederico, F. T., & Gianotto, D. E. P. (2012). Metodologia no ensino de ciências: contribuições da utilização de histórias em quadrinhos para ensinar física. *Revista NUPEM*, 4(7), 199-215. Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). Física no Computador: o Computador como uma

Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3). Galilei, G. (1986). *Discursos sobre Duas Novas Ciências*. São Paulo: Nova Stella.

Gruzman, C., & Siqueira, V. H. F. D. (2007). O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 402-423.

Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43. Izquierdo i Aymerich, M. (2005). Hacia una teoría de los

contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122. Jefferson, B., & Junior, O. F. (2006). Uma conversa com Gerald Holton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(3), 315-328.

Hennessy, S., Deaney, R., & Ruthven, K. (2006). Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching. *International Journal of Science Education*, 28(7), 701-732. Kerby, H. W., Cantor, J., Weiland, M., Babiarz, C., & Kerby, A. W. (2010). Fusion

Science Theater Presents The Amazing Chemical Circus: A New Model of Outreach That Uses Theater To Engage Children in Learning. *Journal of chemical education*, 87(10), 1024-1030. Koyré, A. (1991). *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária. Marandino, M. (2005). A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. *Hist. ciênc. saúde-Manguinhos*, 12(supl), 161-181. Moreira, M. A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física*. Universidade Portucalense. Moreira, M. A., & Levandowski, C. E. (1983). *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Moreira, M. A., & Ostermann, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. *Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis. Vol. 10, n. 2 (ago. 1993), p. 108-117*. Moschetti, M. (2004) Qual Galileu?

Sobre diversas leituras possíveis do texto galileano. *Guairacá*. Guarapuava, 20, 71-83. do Nascimento, V. B., & de Carvalho, A. M. P. (2004). A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. Em: [http://](http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf)

fep.if.usp.br

[/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf](http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf)

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Neves, M. C. D., Batista, J. M., Costa, J. R., Gomes, L. C., Batista, M. C., Fusinato, P. A., ... & Pereira, R. F. (2008). Galileu fez o experimento do plano inclinado?

Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias, 7(1), 226-242. Holton, G. (1967). Harvard project physics. *Physics Today*, 20, 31. Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation. Em: [http://](http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)

[www.](http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)

[nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf](http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)

.

Acessado em: 09 jan. 2016. Soares, R.R. (2008) & P.F. Borges - O Plano Inclinado de Galileu e a História da Ciência na Sala de Aula do Ensino Médio de Física. Trabalho apresentado nos anais: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008. Em:

Acessado em: 09 jan. 2016. Simões, A. (2007) História das Ciências, de Galileu a Einstein. Notas de aula. Em: [http://](http://fisica.fc.ul.pt/~asimoes/Sumarios_aulas.pdf)

fisica.fc.ul.pt/~asimoes/Sumarios_aulas.pdf

.

Acessado em: 09 jan. 2016.

[1] Cronômetros como os conhecemos não existia no tempo de Galileu. Só em 1700 que os artesãos começaram a fazer pequenos relógios mecânicos confiáveis. [2] Na sequência didática original [Dartmouth, 2016] eles usam a palavra “pick up” velocity. [3] Na sequência didática

original (20xx) eles usam a palavra "slow down" the movement. [4] Essa ideia é baseada na lei da velocidade média de Nicole d'Oresme [Nelves, 2008, pg 229]
[5] Veja que a ideia de limite está embutida nos trabalhos de Galileu.

Recebido em: 04/07/2016

Aprovado em: 04/07/2016

Editor Responsável: Veleida Anahi / Bernard Charlort

Metodo de Avaliação: Double Blind Review

E-ISSN:1982-3657

Doi: