

# UMA EXPERIÊNCIA SOBRE GALILEU EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA NA MODALIDADE À DISTÂNCIA

## AN EXPERIENCE ON GALILEU IN A COURSE OF BACHELOR IN PHYSICS IN THE LONG-DISTANCE MODALITY

Luiz O. Q. Peduzzi<sup>1</sup>  
Angelisa Benetti Clebsch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Física/Curso de Licenciatura em Física na Modalidade à Distância, peduzzi@fsc.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Física/Pólo de Educação à Distância/Laguna, angelisaclebsch@ead.ufsc.br

### Resumo

Este artigo apresenta e discute os resultados de uma experiência interdisciplinar envolvendo a utilização da história da ciência em um Curso de Licenciatura em Física na Modalidade à Distância da Universidade Federal de Santa Catarina. Ela foi implementada junto às disciplinas Física Básica A e Educação e Sociedade, no Pólo de Laguna.

**Palavras-chave:** Galileu, história da ciência, ensino à distância.

### Abstract

This article presents and discuss the results of an interdisciplinary experience involving the use of the history of science in a Course of Bachelor in Physics in the long-distance modality of the Universidade Federal de Santa Catarina. It was implemented in the disciplines Física Básica A and Educação e Sociedade, at Laguna pole.

**Key-words:** Galileu, history of science, long-distance education.

### Introdução

O Curso de Licenciatura em Física na modalidade à distância (CLFD) da Universidade Federal de Santa Catarina visa formar um educador capacitado a desenvolver o ensino-aprendizagem da física valorizando a sua interação com as ciências afins, o mundo tecnológico e as ciências humanas e sociais. Voltado prioritariamente para a formação do professor em serviço, ancora-se em três importantes conceitos: a interação, a cooperação e a autonomia.

As disciplinas que integram a grade curricular são as mesmas do curso de Licenciatura em Física na modalidade presencial. Nas disciplinas teóricas, 30% da carga horária total é presencial, sendo desenvolvida em encontros com professores da disciplina, tutores, videoconferências e provas. Nas disciplinas experimentais, a carga horária presencial é de 70%, sendo todos os experimentos realizados em aula, com o professor da disciplina. Em geral, os pólos da UFSC, localizados em cidades do interior do estado de Santa Catarina, dispõem de uma boa estrutura física e de recursos humanos indispensáveis para a sua operacionalização, como tutores, secretário, coordenador e auxiliar técnico.

Os conteúdos de cada disciplina do curso são trabalhados através de um livro-texto e de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), com acesso restrito, que dispõe de conteúdo complementar, atividades, vídeo-aulas e ferramentas de comunicação que possibilitam, além do

envio de tarefas, a interação dos alunos entre si, com tutores do pólo, tutores da UFSC e professores. A aprendizagem dos alunos é acompanhada pelo professor da disciplina, pelo tutor/UFSC e pelo tutor do pólo que atende um grupo de 25 a 30 alunos.

O tutor/pólo, mediador entre os professores, alunos e a instituição, realiza encontros presenciais com sua turma de alunos, orienta os trabalhos de grupo, aplica avaliações, detecta deficiências e problemas e procura saná-los. Sem dúvida, é um dos pilares dessa modalidade de ensino.

De início, o CLFD foi implementado regularmente em seis pólos, localizados nas cidades de Araranguá, Criciúma, Lages, Laguna, Tubarão e Turvo. Posteriormente, esse número foi ampliado para onze, com a inclusão dos pólos de Braço do Norte, Canoinhas, Chapecó, Pouso Redondo e Praia Grande.

No primeiro semestre letivo, o primeiro grupo de alunos cursou duas disciplinas da área de formação pedagógica geral (Introdução à Educação à Distância e Educação e Sociedade) e duas de formação específica, uma na área de física (Física Básica A) e outra na de matemática (Pré-Cálculo). Foi nas disciplinas Física Básica A e Educação e Sociedade que se desenvolveu uma experiência de ensino com a história da ciência, centrada em Galileu.

Segundo Matthews (1995), a história, filosofia e sociologia da ciência pode humanizar as ciências, tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, contribuir para o entendimento mais integral da matéria e melhorar a formação de professores ao ensejar o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica. A história da ciência mostra como o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que as teorias científicas são objeto de constante revisão. Contribuindo também para um melhor entendimento das relações entre ciência, tecnologia, cultura e sociedade, pode levar o aluno a se interessar mais pelo ensino da ciência, e da Física em particular (Peduzzi, 2001).

Contudo, há críticas à utilização da história da física no ensino de física, e desde o clássico simpósio realizado no Massachusetts Institute of Technology, em 1970, e nos anos que se seguiram, elas se tornaram bem explícitas. Para Klein (1972), por exemplo, a riqueza do fato histórico é tão complexa e rica que a sua articulação com a “objetividade” do conhecimento físico leva, necessariamente, a uma história de má qualidade – uma pseudo-história. Sendo assim, seria melhor não utilizá-la no ensino.

Withaker (1979) chama de quasi-história uma história propositadamente falsificada para um fim específico (didático, ideológico etc.). Algo semelhante ao que Lakatos designava por uma reconstrução histórica racional (Lakatos, 1979).

O certo é que não há uma história neutra, objetiva, isenta das concepções científicas e epistemológicas de quem faz a seleção ou recorte dos fatos que compõem um episódio histórico, seja ela um professor interessado em levar esse conteúdo para a sala de aula ou um historiador.

No caso de Galileu, a tradução de sua obra e interpretação de sua metodologia ilustram o problema da teoria que afeta a forma como os fatos e documentos históricos são vistos. Para os filósofos e cientistas do século XIX, Galileu era indutivista e empirista... À medida que o positivismo ascendia, Galileu passava a ser retratado como um positivista. Mach afirma que Galileu não fornecia uma teoria da queda dos corpos, mas investigava, livre de opiniões pré-concebidas, os fatos reais da queda. Na década de 30, um raio desabou sobre as leituras empiristas de Galileu quando Alexandre Koyré anunciou que ele era, na verdade, um platônico... A imagem que se tem a partir dos muitos livros e artigos de Stillman Drake é a de Galileu como o experimentalista paciente. A interpretação anarquista recente, ou dadaísta, que Paul Feyerabend empresta a Galileu é bem conhecida e foi o principal argumento que ele utilizou contra a primazia de qualquer método científico isolado. (Matthews, 1995)

Ou seja, Galileu é um cientista de múltiplas interpretações na história da ciência. Em um artigo voltado ao professor, Zylbersztajn (1988) discute quatro diferentes perspectivas da obra galileana: “Galileu – o empirista”, “O herdeiro da física medieval”, “O platonista” e “O

manipulador de idéias”.

Deve-se também considerar que por muito tempo pensou-se que a instauração da ciência moderna teria ocorrido porque Galileu e filósofos ingleses criaram o método científico (Videira, 2006). A idéia de um método, universal e único, ainda hoje é mantida por muitos cientistas e amplamente difundida em sala de aula, apesar das críticas da moderna filosofia da ciência.

Assim, em uma situação de ensino, deve ficar claro que Galileu se pretende apresentar aos alunos, futuros professores de física, definindo com critério os materiais a serem utilizados pelos mesmos. No caso de um curso à distância, o cuidado deve ser ainda maior, porque a relação professor-aluno se estabelece, em grande parte, através dos materiais de ensino.

Segundo Holmberg (1985), o material didático deve ser auto-instrucional, acompanhado de uma vasta bibliografia, já que a aprendizagem é uma atividade individual, onde o aluno tem a possibilidade de organizar seus estudos de acordo com o seu ritmo de aprendizagem, com maior ou menor grau de independência, dependendo dos contatos que estabelece com os professores e tutores. Além dos materiais de ensino, professores e tutores, os ambientes virtuais contribuem para que ocorra a comunicação bidirecional (de ida e volta), definida por Holmberg como uma espécie de conversação orientada para a aprendizagem.

### **A apresentação de Galileu aos alunos**

O capítulo “Força e movimento: uma síntese de Aristóteles a Galileu”, do texto “Física Básica A” (Peduzzi; Peduzzi, 2006), mostra que é bastante antiga a preocupação da ciência com o movimento dos corpos e suas (possíveis) causas. Colocando no centro das discussões o movimento de projéteis e a controvertida questão de um movimento sem resistência, contempla conteúdos divididos em onze seções: 1. Introdução; 2. O universo aristotélico; 3. Aristóteles e os movimentos naturais; 4. A ‘lei de movimento’ de Aristóteles; 5. O movimento violento de um projétil; 6. A noção de força impressa: Hiparco e Filoponos; 7. Do reaparecimento da força impressa no século XI ao impetus de Buridan; 8. Novos questionamentos à dinâmica dos projéteis; 9. A física de Galileu; 10. O movimento neutro e a lei da inércia de Galileu; 11. Galileu e o movimento de projéteis.

Através desse desenvolvimento histórico, espera-se que o aluno seja capaz de: a) Caracterizar os mundos sub e supralunar no universo de Aristóteles; b) Discutir a dinâmica aristotélica; c) Explicitar as críticas de Hiparco e Filoponos à antiperistasis; d) Analisar a ‘lei de força’ de Hiparco e Filoponos e a possibilidade do movimento no vazio. e) Explicar o movimento de um projétil, segundo a dinâmica do impetus. f) Mostrar como Galileu chegou, teoricamente, a relação  $d \propto t^2$ ; g) Discutir a função do experimento na física de Galileu; h) Explicar o movimento de um projétil de acordo com a física galileana.

Além do material impresso, disponibilizou-se no ambiente virtual de aprendizagem quatro textos que procuram reforçar a importância de uma abordagem histórica da mecânica. Dois deles explicitam resultados consensuais da pesquisa em ensino de física, que dizem respeito ao aprendizado do aluno: “Teoria aristotélica, teoria do impetus ou teoria nenhuma: um panorama das dificuldades conceituais de estudantes de física em mecânica básica” (Rezende; Barros, 2001) e “Desenvolvimento histórico da dinâmica: referente para a evolução das concepções dos estudantes sobre força e movimento” (Harres, 2002). Os outros dois, “Galileu e a teoria copernicana” (Peduzzi, 1998) e “A física de Galileu” (Peduzzi, 1998) encerram uma visão mais detalhada dos estudos de Galileu – as suas descobertas com o uso do telescópio e o mito da experiência da torre de Pisa, entre outras coisas.

A disciplina Educação e Sociedade, no capítulo “A modernidade é a sociedade ambivalente” do material impresso (Meksenas, 2005), discute os conceitos de modernidade e ambivalência para a compreensão da transição histórica da sociedade medieval (pré-

modernidade) à sociedade moderna. Com o propósito de estabelecer um vínculo da mesma com um personagem da física que contribuiu tanto com a dinâmica da ciência como da sociedade em um período de transição entre a era medieval e a moderna, os professores destacaram a importância de Galileu neste período. Como no material impresso não há nenhuma consideração específica a Galileu, isto foi feito em encontros presenciais. Posteriormente, os professores propuseram aos estudantes uma tarefa envolvendo este cientista, disponibilizando no AVA um trecho de um documentário sobre Galileu como subsídio para a realização do trabalho. O documentário (<http://www.ufsc.br/~portal/fil/galileu.mpg>), de 2 minutos e 38 segundos, mostra que Galileu defendia a mobilidade da Terra, contra a evidência dos sentidos, incluindo na argumentação um clássico experimento de pensamento análogo ao do marujo que solta um objeto do alto da torre de observação de um barco em movimento com velocidade constante (presente no AVA da disciplina Física Básica A).

Através dos professores de Educação e Sociedade, procurou-se entender melhor a inserção de Galileu na disciplina Educação e Sociedade. Assim, a professora P1 comenta que não conhece profundamente a vida de Galileu, mas sabe que o mesmo viveu em uma época onde o conhecimento aceito pela Igreja estava sendo questionado – um período de confronto entre o velho e o novo. A sociedade liberal pregava que o modelo vigente era o fim da história da humanidade. Para os nobres, aquela era a forma de vida eterna, definitiva, natural. Mas no mundo tudo (ou quase tudo) se move – há movimentos no céu, na Terra e também nas sociedades, que não são, e nem podem ser, “estáticas”. A ciência teve que travar luta contra a antiga filosofia (antiga ciência) para se desenvolver, da mesma forma, as alterações na sociedade também demandam questionamentos e “lutas”.

A professora P1 menciona ainda que, com o uso do telescópio, Galileu faz importantes revelações que mostram que um novo mundo, com novas necessidades, está emergindo. Por colocar em questão as velhas relações sociais feudais, Galileu pode ser considerado a personificação de uma necessidade social. A sociedade feudal está se tornando insuficiente na organização da vida das pessoas e uma nova forma de vida começa a emergir. Galileu prefere o novo e por isso é tachado de herege. Mesmo forçado a negar o movimento da Terra, pela Inquisição, Galileu dá seqüência a seus trabalhos científicos, marcando época nos estudos das ciências exatas.

## **A Prática como Componente Curricular**

A Prática como Componente Curricular (PCC) integra e complementa a carga horária de disciplinas do CLFD, já a partir da primeira fase, tendo como objetivo familiarizar o aluno com atividades ligadas ao ensino.

Na disciplina Educação e Sociedade, a PCC envolvia uma pesquisa individual sobre Galileu, e a elaboração de um parágrafo dissertativo de aproximadamente 15 linhas, enviada aos professores através do AVA. Em uma segunda etapa, utilizando o conteúdo da dissertação, os alunos deveriam elaborar um cartaz ou banner incluindo fotos, desenhos, frases ou poesias. No caso de alunos-professores, sendo possível, este material deveria ser levado à sala de aula, para explorar o seu conteúdo e mensagem junto aos alunos. A socialização dos trabalhos deu-se em um encontro específico com o tutor do pólo.

Com essa tarefa, os professores da disciplina visavam estimular o aluno, licenciando em Física, à elaboração de um material didático para ser utilizado em uma situação de ensino-aprendizagem, na perspectiva de relacionar aspectos dos conteúdos de Educação e Sociedade com a prática docente em Física. Outro objetivo era o de promover um contato do aluno com um autor clássico, que marcou a física.

Segundo a professora P2, era esperado que os alunos, focalizando aspectos pessoais de Galileu e as suas principais contribuições para a ciência, tivessem uma noção sobre o "fazer

científico", as suas facilidades e, sobretudo, as suas dificuldades. Nessa perspectiva, os alunos deveriam mostrar também que Galileu defende o novo.

Na disciplina de Física Básica A, a PCC envolvia a elaboração de uma aula envolvendo aspectos históricos trabalhados na disciplina, não necessariamente sobre a física de Galileu.

Sem dúvida, atividades que estabeleçam uma conexão com a sala de aula para alunos de um curso semipresencial, muitos deles já professores, é sempre motivadora, pois podem contribuir para a sua formação. A socialização desses trabalhos (no caso, a aula e o cartaz) é muito importante, já que possibilita a troca de experiências, a demonstração da criatividade e o incentivo a permanecer no curso. A relação teoria-prática e o princípio da ação-reflexão-ação estão presentes na atual formatação do CLFD da UFSC e são norteadores dos procedimentos metodológicos (Guia do aluno, 2005).

## Discussão da experiência

No primeiro semestre letivo de 2006, 16 alunos cursaram Educação e Sociedade no pólo de Laguna, realizando a PCC sobre Galileu. Para um estudo mais detalhado desta atividade, na expectativa de encontrar um possível relacionamento da mesma com o conteúdo da disciplina Física Básica A, selecionou-se, sem preocupações de generalização, uma amostra de seis alunos, em função dos seguintes temas: “Galileu na ciência e na sociedade”, “Fé e razão”, “Inércia”, “O uso da matemática e do telescópio por Galileu”, “O método científico”.

Embora a tarefa envolvendo Galileu previsse a utilização do cartaz ou banner em sala de aula, e o “feedback” dessa aplicação, constatou-se que apenas dois alunos da turma o fizeram. Os demais optaram por apresentar o mesmo no pólo, para os seus colegas, seja por não estarem ministrando aulas de Física ou por não terem interesse em fazê-lo no momento, já que isso não era, necessariamente, exigido.

Os dados foram coletados a partir da dissertação elaborada pelos alunos, do cartaz desenvolvido e da apresentação e discussão dos mesmos em sala de aula, assistida pela tutora da disciplina (um dos autores deste trabalho).

Na análise, avaliou-se o entendimento dos alunos em relação aos temas abordados, as preocupações (se tiveram) conceituais, possíveis vínculos com o material de Física Básica A e/ou com a bibliografia apresentada no ambiente desta disciplina e o cuidado com a fidedignidade das informações obtidas nos sites consultados.

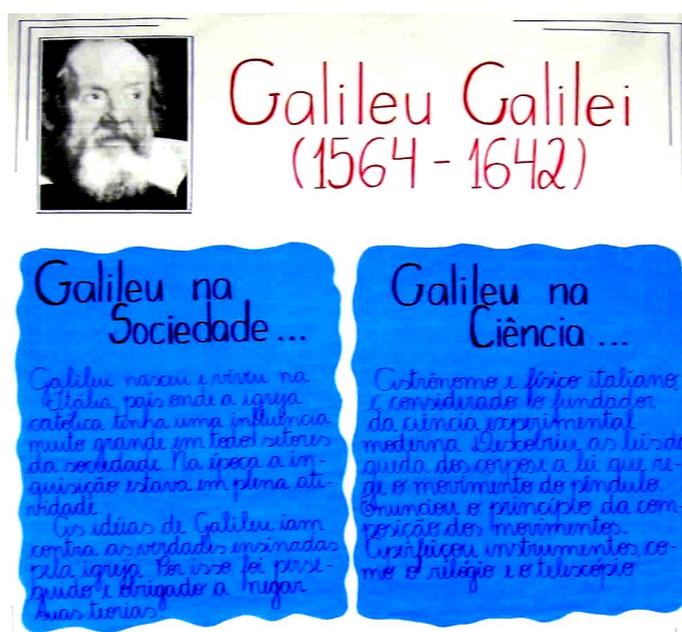


Figura 1: Cartaz elaborado pelo aluno A1

O aluno A1, com apenas um ano de experiência como professor de Física e cursando licenciatura em matemática em outra instituição, estrutura o cartaz (figura 1) fazendo considerações específicas sobre Galileu na sociedade e na ciência. A sua abordagem satisfaz as exigências da disciplina Educação e Sociedade, além de se mostrar potencialmente útil para lidar com uma das imagens distorcidas que o ensino tradicional acaba conferindo ao trabalho do cientista, que é o de colocá-lo em “torres de marfim”.

Na apresentação, relata que para realizar a tarefa utilizou alguns livros didáticos de física do ensino médio e sites da internet (mas, nesse caso, não se preocupou em verificar a autenticidade das informações). Com a redação: *O astrônomo e físico italiano é considerado o fundador da ciência experimental moderna*, passa a idéia de um Galileu empirista. Isto é (mais) uma evidência de que esse aluno claramente ignorou o Galileu trabalhado tanto no texto da disciplina Física Básica A como em seu AVA.

A aluna A2, formada em artes cênicas e professora de arte no ensino médio, leu livros e acessou diversos sites da internet, mas sem se preocupar com a fidedignidade das informações. Não menciona o material de Física Básica A. Na apresentação do cartaz (figura 2), salienta que a maior contribuição de Galileu foi a indagação científica em si mesmo. Segundo ela: *Galileu libertou o homem do comodismo intelectual. Ele fracassou na época pelo fato de ter que abjurar*. Afirma também que no tempo de Galileu as pessoas estavam acomodadas – que não se produzia conhecimento científico. Apesar de alguns equívocos, entre eles a idéia de Galileu como pai da ciência moderna (por sua ligação direta com o experimento), a sua dissertação é bem elaborada, como mostra a transcrição a seguir:

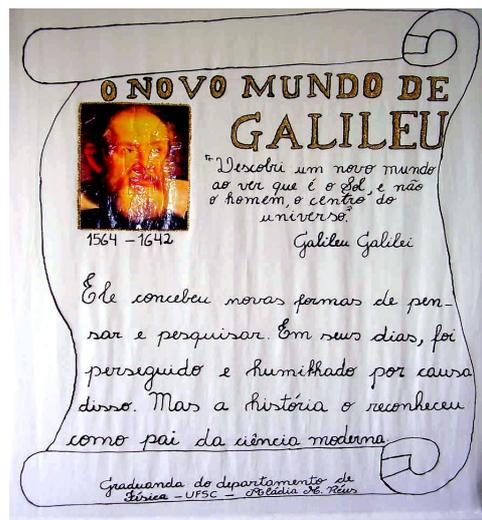


Figura 2: Cartaz elaborado pela aluna A2

*Galileu Galilei concebeu novas formas de pensar e pesquisar. Em seus dias foi perseguido e humilhado por causa disso. Mas a história o reconheceu como pai da ciência moderna.*

*Por ter afirmado que a Terra se move em torno do Sol, Galileu Galilei, um dos gênios da grande revolução científica do século XVII, foi preso e, sob ameaça de tortura, obrigado a uma retratação humilhante. Seu julgamento pelos tribunais da Inquisição é um dos grandes marcos negativos da história do pensamento.*

*No entanto, a importância de Galileu vai muito além do seu histórico confronto com a Inquisição. Em torno de sua figura criaram-se lendas e equívocos.*

*Sua maior contribuição à ciência, não está numa descoberta particular, mas no fato de ter reabilitado o método experimental, portanto pode ser considerado, o pai da Física Moderna.*

*As descobertas de Galileu são uma decorrência de sua concepção de ciência. Sua*

contribuição à elaboração do método científico revolucionou não apenas a Física de seu tempo, mas serviu de impulso para uma nova compreensão da natureza.

As descobertas de Galileu foram sempre título de observação e de análise, feita por um cérebro intuitivo, ágil e perspicaz. A glória de Galileu reside no fato de ter acreditado no homem e em seu espírito de raciocínio e observação.

O esforço de Galileu serviu para lembrar o homem, que a constatação de um fato físico, ainda que genial, permanece insuficiente se não foi assimilado pelo espírito e a ele harmonizado, para a obtenção de um significado maior e universal.

Cabe salientar que as dissertações de todos alunos foram bastante sucintas.

O aluno A3 utiliza várias imagens e frases com o objetivo de mostrar aspectos da biografia de Galileu, suas realizações e importância para a sociedade da época (figura 3). Na apresentação, relata que o seu objetivo foi elaborar um trabalho que pudesse ser utilizado em aula, abordando aspectos de física, história e matemática. Comenta também sobre o aperfeiçoamento e utilização do telescópio para observações do céu, referindo-se a uma fase da vida de Galileu marcada por grandes polêmicas científicas e atritos pessoais, quando defende e sustenta o sistema copernicano.

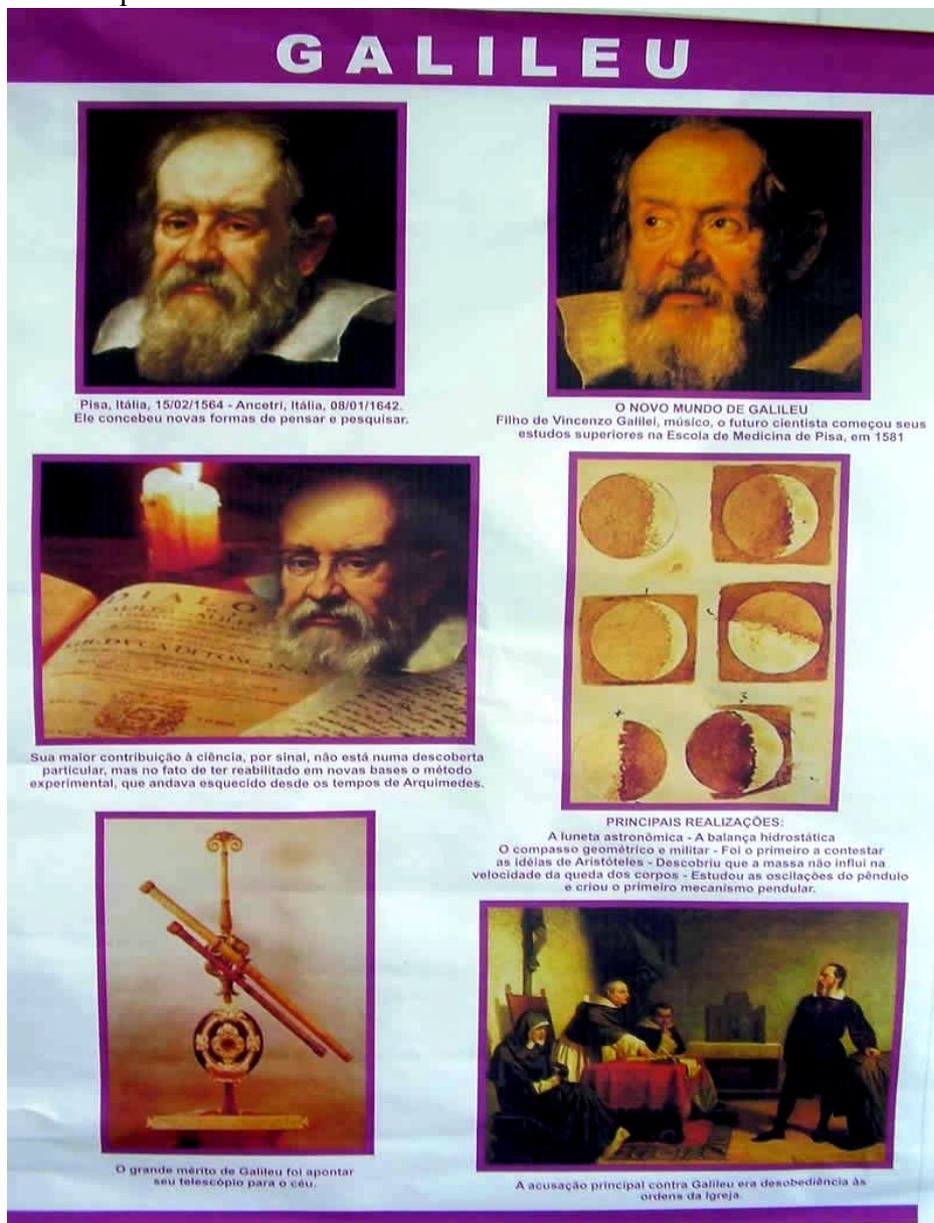


Figura 3: Cartaz elaborado pelo aluno A3

No cartaz, ele afirma que Galileu *foi o primeiro a contestar as idéias de Aristóteles* e, portanto, incorre em erro. Conforme mostra o texto de Física Básica A, Aristóteles foi fortemente contestado ao longo da história. A última imagem do cartaz explicita o julgamento de Galileu – um cientista contestador. Aprofundando um pouco mais o assunto, o aluno poderia ter incluído no cartaz a última publicação de Galileu (Discursos e demonstrações matemáticas sobre duas novas ciências), escrita após a sua condenação. Mesmo confinado, Galileu não se calou.

Na dissertação, o aluno faz afirmações que evidenciam que algumas idéias da Física de Galileu não lhe ficaram claras: [Galileu] *estabeleceu o experimento e a formulação matemática dos resultados das experiências como fundamento das ciências exatas; Nunca atirou pesos do alto da torre de Pisa para demonstrar que corpos de massas diferentes caem com a mesma velocidade, entretanto chegou a essa conclusão realizando experiências com bolas de ferro em que fazia rolar sobre um plano inclinado e reabilitou em novas bases o método experimental que estava esquecido desde os tempos de Arquimedes*. Apesar de destacar a importância da matemática e do experimento no trabalho de Galileu, e de refutar o “mito de Pisa”, a idéia que transmite é de que os experimentos com o plano inclinado foram realizados para Galileu chegar à relação de proporcionalidade entre  $d$  e  $t^2$  e não para corroborar uma concepção prévia.

Esse aluno não ignorou o Galileu apresentado e discutido na Física Básica A, mas ele não compreendeu bem a função do experimento em Galileu – o que foi confirmado posteriormente pelo próprio aluno, quando indagado a respeito.

A aluna A4 relata na apresentação que, imaginando criar um trabalho diferente dos seus colegas, não abordou conceitos de física, optando por fazer um confronto entre ciência e religião (figura 4). Diz que o pensamento aristotélico era dominante e que Galileu separou a fé (dogma, verdades absolutas) da razão. Essa é a idéia central que ela tenta transmitir através do cartaz.



Figura 4: Cartaz elaborado pelo aluna A4

Quando afirma na dissertação que *Por divulgar sua descoberta, foi julgado pela Igreja e condenado à prisão perpétua, sua sentença de morte na fogueira (tradição da inquisição) foi amenizada por ter abjurado*, não demonstra saber que Galileu foi transferido de Roma a Siena

para cumprir prisão em cárcere privado no luxuoso e confortável castelo de um arcebispo. Mas esse “detalhe”, sem dúvida, é mais técnico, embora esteja presente no texto “Galileu e a teoria copernicana”, do AVA da Física Básica A, sendo portanto acessível aos alunos.

Comenta também que: *A igreja errou ao condenar Galileu a viver trancado o resto de seus dias, tanto estava errada que em 1992 o então Pontífice da Igreja Católica o Papa João Paulo II pediu perdão pelos erros da inquisição e reabilitou 450 anos após a morte do astrônomo que suas descobertas estavam corretas.*

Menciona ter utilizado como fonte de pesquisa os seguintes sites da internet, que considerou confiáveis: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2005/papa/0058.shtml>; <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u3867.shtml>. Convém salientar que esta aluna, diferentemente dos demais, registrou com cuidado os sites consultados. Afirma não ter usado o material de Física Básica A por considerá-lo muito extenso.

Ao que parece, o que fica para a aluna, pedagoga e especialista em Metodologia e Prática Interdisciplinar de Ensino, é a idéia de um Galileu contestador, bem no espírito da disciplina Educação e Sociedade.

O aluno A5, um estudante que tem alguns anos de experiência como professor de física no ensino médio, relata na apresentação que utilizou o texto de Física Básica A e outros materiais complementares na realização do trabalho de Galileu, preocupando-se em utilizar referências confiáveis e ao mesmo tempo aprofundar os temas abordados.

O questionamento que ele faz: *E se Aristóteles tivesse uma luneta? Como seria o mundo?* (Figura 5), “solto”, sem uma melhor caracterização ou contextualização, resulta sem sentido, pois um objeto terrestre não pode gerar informações sobre o mundo supralunar, perfeito, incorruptível. Esse foi, exatamente, o argumento usado por muitos aristotélicos para não olhar os corpos celestes através do instrumento de Galileu.



**Figura 5: Cartaz elaborado pelo aluno A5**

Na dissertação, faz considerações relevantes sobre o impacto das descobertas de Galileu com o telescópio: *Utilizando uma luneta, aperfeiçoada por ele, provou que além do mundo corruptível (terra e até aonde ela influenciava), o universo não era perfeito como se imaginava (mundo incorruptível). Este universo, com os planetas perfeitamente esféricos, lisos, constituídos de éter, foi desmistificado com a comprovação das manchas encontradas no sol. Com efeito, após verificar que Júpiter possuía quatro luas em sua órbita, publicou o achado em uma de suas obras, corroborando com a teoria de Copérnico, a qual coloca o sol como centro do universo.*

Afirma também que *A sua maior contribuição foi a utilização de experimentos,*

*observação e o uso da matemática para provar suas teorias.* Essa afirmação sugere fortemente que ele entendeu que os experimentos e a matemática eram usados por Galileu para corroborar suas teorias (conforme o Galileu explorado no texto de Física Básica A). Na parte inferior do cartaz, o aluno retratada a importância do experimento no trabalho de Galileu.

A preocupação com os conceitos de Física também foi constatada no trabalho do aluno A6, que abordou o tema inércia. Na apresentação, comenta que esta é a idéia principal do trabalho de Galileu, a ser destacada e trabalhada com os alunos do ensino médio, uma vez que a lei da inércia contraria o senso comum (figura 6). Relata na dissertação que: *A compreensão do princípio da inércia para estudantes de ensino médio é particularmente difícil, pois o professor precisa se opor ao senso comum de que um objeto só se move se uma força atuar constantemente. Esta idéia Aristotélica é muito forte na cabeça dos estudantes.*



**Figura 6: Cartaz elaborado pelo aluno A6**

A dissertação e os comentários realizados durante a apresentação comprovam que esse aluno utilizou como fonte de pesquisa o material da disciplina Física Básica A, além de outros livros de física do ensino médio. Ele menciona também o uso da matemática e de gráficos primitivos no estudo da queda dos corpos, por Galileu (no estilo do Galileu herdeiro da física medieval, abordado por Zylbersztajn (1988) e pelo livro-texto de Física Básica A), bem como a comprovação da teoria heliocêntrica de Copérnico (neste caso, incorrendo em erro).

Por fim, comenta na apresentação a sua preocupação ao abordar conceitos de física em um trabalho de uma disciplina pedagógica: *Tentei escrever o texto de uma maneira clara para que o professor da disciplina de Educação e Sociedade entendesse.*

### **Considerações finais**

A maioria dos alunos achou interessante a realização da PCC da disciplina Educação e Sociedade, principalmente a socialização dos trabalhos, que possibilitou a todos o conhecimento da forma com que cada um viu e desenvolveu o trabalho sobre Galileu. O espaço para a manifestação da criatividade do aluno é sempre algo muito bom. E isto, de certa forma, foi conseguido pelos professores de Educação e Sociedade, que consideraram que os estudantes cumpriram os requisitos da tarefa proposta.

De acordo com a professora P1, a experiência foi positiva, muito bem recebida pelos alunos e os resultados foram surpreendentes. Para a professora P2, os alunos pareceram interessados. Segundo ela: *Física é algo vivo e o trabalho sobre Galileu, que fazia experimentos, contestava idéias, ajudou os alunos graduandos a perceberem a física como algo vivo, em movimento.*

É importante observar que a apresentação de um Galileu empirista, por alguns alunos, contribui para reforçar e disseminar este tipo de concepção sobre o trabalho de Galileu, não

apenas entre os próprios estudantes, mas também em professores não graduados em física, como no caso da professora P2.

Contudo, Galileu é um personagem complexo, de muitas interpretações, como mostra a história da ciência, e isto precisa ser conhecido, e entendido, pelo estudante de Física, futuro professor. Como ressalta Zylbersztajn (1988), “o problema não é o de que professores de física adotem, e propaguem, uma versão empirista de Galileu e de ciência (isto até que seria aceitável desde que fundamentado em uma decisão informada), mas que o façam sem que lhes tenha sido oportunizado o acesso a outras versões”.

Infelizmente, os professores de Educação e Sociedade não tiveram nenhuma preocupação em contatar os professores de Física Básica A para saber se o conteúdo dessa disciplina poderia, de alguma forma, oferecer subsídios para os alunos desenvolverem o trabalho sobre Galileu. Exceto por um pequeno vídeo (documentário) sobre Galileu existente no AVA de Educação e Sociedade, que talvez por estar talvez diluído entre muitas outras informações sobre esta disciplina não foi consultado pela maioria dos alunos, os professores não disponibilizaram ou indicaram nenhuma outra bibliografia que pudesse dar algum suporte teórico ao trabalho. Desse modo, e pelo desconhecimento da complexidade epistemológica do personagem escolhido, oportunizaram o desenvolvimento de uma tarefa interdisciplinar sem o cuidado que ela demandava.

O impacto inicial de uma nova modalidade de ensino, que exige do aluno uma série de comportamentos e ações diferentes das de um curso presencial, pode explicar, ao menos em parte, que os alunos não se tenham valido dos recursos disponibilizados no AVA das duas disciplinas, particularmente de Física Básica A. O que é mais difícil de entender é que alunos de um curso de Física, tendo que desenvolver um trabalho específico sobre um cientista do nível e da importância de Galileu, não tenham dado a devida atenção a um dos capítulos do texto de Física Básica A no qual se discute, amplamente, a sua contribuição para a física.

Cabe ressaltar que dois dos alunos pesquisados não cometeram erros de física, e que se preocuparam em aprofundar os temas abordados. Coincidência ou não, esses estudantes utilizaram o livro-texto de Física Básica A e artigos do AVA desta disciplina.

Equívocos a parte, o trabalho sobre Galileu incentivou o aluno a ler, a acessar informações, a escrever, a falar e a escutar na socialização dos trabalhos, e isso é muito importante na formação de um indivíduo. Mas o conteúdo físico nunca pode ser esquecido. E quando se “leva” o aluno pelos caminhos da história isto tem que ser feito com muita consciência sob pena de reforçar as críticas dos que se opõem ao uso da história no ensino, por não acreditarem que ela possa ser utilizada com qualidade.

## Referências bibliográficas

**Defesa do movimento da Terra por Galileu.** Disponível em: <http://www.ufsc.br/~portal/fil/galileu.mpg>. Acesso em: 15 ago. 2007.

HARRES, J. B. S. Desenvolvimento histórico da dinâmica: referente para a evolução das concepções dos estudantes sobre força e movimento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p. 89-101, 2002.

HOLMBERG, B. **Educación a distância: situación y perspectivas.** Buenos Aires: Kapelusz, 1985. (Traducción de 1981. Londres).

KLEIN, M. J. History in the teaching of physics: Proc. Int. Working Seminar on the Role of History of Physics in Physics Teaching. BRUSH, S. G.; KING, A. L. (eds). University Press of New England, 1972.

LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica, In: Lakatos, I.; Musgrave, A. (Orgs.) **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n.3, p.164-214, 1995.

MEKSENAS, P. **Educação e Sociedade**. UFSC/EAD/CED/CFM. Florianópolis, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q; PEDUZZI, S. S. **Física Básica A**. UFSC/EAD/CED/CFM. Florianópolis, 2006.

PEDUZZI, L. O. Q. Livro 1: **Força e movimento: de Thales a Galileu** (cap.6). In: PEDUZZI, L. O. Q. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da filosofia da ciência em um curso de mecânica. 1998. 850 p. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis.

PEDUZZI, L. O. Q. Livro 1: **Galileu e a teoria copernicana** (cap. 5). In: PEDUZZI, L. O. Q. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da filosofia da ciência em um curso de mecânica. 1998. 850 p. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In PIETROCOLA, Maurício, organizador. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 151 – 170.

QUARTIERO, E. M. **Guia do aluno**. UFSC/EAD/CED/CFM, Florianópolis, 2005.

REZENDE, F.; BARROS, S. S. Teoria aristotélica, teoria do impetus ou teoria nenhuma: um panorama das dificuldades conceituais de estudantes de Física em mecânica básica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 43-56, 2001.

VIDEIRA, A. A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, C. C. (org.). **Estudo de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 23 – 40.

WHITAKER, M. A. B. History and Quasi-history in Physics Education Pts I, II. **Physics Education**, v. 14, p. 108-112, 239-242, 1979.

ZYLBERSZTAJN, A. Galileu – um cientista e várias versões. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, número especial, p. 36-48, 1988.