

## **Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso**

**Cassiana Barreto Hygino, Nilcimar dos Santos Souza e Marília Paixão Linhares**

Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil. E-mail: [cacahygino@yahoo.com.br](mailto:cacahygino@yahoo.com.br), [nilcimars@yahoo.com.br](mailto:nilcimars@yahoo.com.br) e [paixaoli@uenf.br](mailto:paixaoli@uenf.br).

**Resumo:** A presente pesquisa visa investigar a prática de utilização da história da ciência em aulas de física. Elaboramos uma proposta didática apoiada no método de estudo de caso, através de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, para trabalhar com episódios da história da ciência do Brasil colonial em uma turma de alunos da Educação de Jovens e Adultos em formação profissional. O episódio histórico selecionado, que é alvo de investigação neste artigo, está relacionado às observações de cometas no Brasil, no século XVII, pelo jesuíta astrônomo Valentin Stansel. A condução da pesquisa se fundamentou metodologicamente nos referenciais da pesquisa qualitativa. Os dados obtidos durante a execução da proposta didática foram submetidos à análise de conteúdo, gerando resultados que demonstraram que a prática desenvolvida permitiu que os alunos pudessem refletir sobre aspectos envolvidos no processo de construção do conhecimento científico e tecnológico, promoveu o enriquecimento cultural dos estudantes e favoreceu a aquisição de habilidades e atitudes fundamentais para uma formação integral entre a educação básica e a formação profissional.

**Palavras-chave:** estudo de caso, história da ciência, educação de jovens e adultos, natureza da ciência, formação profissional.

**Title:** Episodes from history of science in physics classes with young and adults students: a proposal articulated to the case study method.

**Abstract:** This research aims to investigate the practice of using the history of science in physics classes. We developed a proposal supported by the method of case study, through a virtual teaching-learning environment to work with episodes from history of science of the Brazilian colonial period in a class of students from the youth and adult education in professional training. The historical episode selected, which is under investigation in this article, is related to the comet observations in Brazil, in the seventeenth century by the astronomer Jesuit Valentin Stansel. The conduct of the study was based methodologically on the references of qualitative research. Data obtained during the execution of the didactic proposal were subjected to content analysis, generating results that showed that the practice developed allowed the students reflect on aspects of the process of building scientific and technological knowledge, promoted the cultural enrichment of students

and favored the acquisition of skills and attitudes essential for an integral formation between basic education and technical professional.

**Keywords:** case study, history of science, youth and adult education, nature of science, professional training.

### **Introdução**

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil representa uma modalidade de ensino destinada a uma parcela da sociedade brasileira que não conseguiu nas idades “regulares” concluir sua escolaridade. Mais tarde, muitos destes adultos retornam à escola com a crença de que com maior escolaridade poderão ter maiores condições de alcançarem cargos com melhores remunerações. Com o objetivo de proporcionar a esta parcela da população o direito de concluir a educação básica e também de ter acesso a uma formação profissional de qualidade, foi criado o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), inicialmente no âmbito da rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica através do Decreto nº 5.478/2005 e posteriormente com o Decreto nº 5.840/2006 (atual instrumento legal regulador do PROEJA) ampliado às instituições públicas municipais e estaduais.

A profissionalização de jovens e adultos através do PROEJA tem como principal objetivo a formação no seu sentido lato, “com acesso ao universo de saberes e conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos historicamente pela humanidade, integrada a uma formação profissional que permita compreender o mundo” (Ministério da Educação Brasileiro, 2007).

Depreende-se daí que o ensino profissional não é restrito aos aspectos técnicos das modernas tecnologias do mundo do trabalho, mas abrange “toda a construção histórica que homens e mulheres realizaram, das mais simples, cotidianas, inseridas e oriundas no/do espaço local até as mais complexas, expressas pela revolução da ciência e da tecnologia” (Ministério da Educação Brasileiro, 2007). Desta forma, os propósitos formativos não se esgotam nos conteúdos técnicos e tecnológicos, mas se alongam na compreensão das intrínsecas relações existentes entre o desenvolvimento científico e os fatos e episódios que contribuíram para que houvesse tal desenvolvimento.

Neste sentido, fica evidente a importância que o ensino de ciências tem de buscar superar deficiências na formação científica de nossos estudantes, criando momentos de reflexão sobre as implicações científicas e tecnológicas em sua sociedade e sobre os aspectos envolvidos no processo de construção da ciência. Contudo, segundo Martins (2006), o ensino de ciências tem se preocupado muito pouco em explorar os contextos em que leis e teorias são propostas, há uma predominância de utilização do produto científico pronto.

Essas deficiências na formação científica ficam ainda mais evidentes quando olhamos para o ensino de jovens e adultos. Segundo afirmam Prata e Martins (2008), no que tange ao ensino das disciplinas de ciências, poucos esforços vêm sendo feitos no sentido de explicitar ou discutir seus

contornos e especificidades no campo da educação de jovens e adultos, e poucos são os trabalhos desenvolvidos com este público no campo da educação em ciências.

Acreditamos que uma das estratégias que podem ser utilizadas para tentar superar essa deficiência na formação científica dos estudantes é a inserção da história da ciência no ensino de ciências (Matthews, 1995). A fim de contribuir com a produção de conhecimento sobre estratégias de ensino de física para o PROEJA, buscamos neste trabalho responder a seguinte questão: como atuar no ensino de física com o público de jovens e adultos do PROEJA, utilizando a história da ciência, de maneira que contribua com a formação de visões mais adequadas sobre a natureza da ciência?

A pesquisa apresentada neste texto ocorreu em um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF) durante o segundo semestre letivo de 2009, com uma turma de estudantes jovens e adultos do PROEJA, no contexto da execução de um projeto de pesquisa aprovado no edital PROEJA-CAPES/SETEC nº. 03 de 2006. O projeto, intitulado "Educando Jovens e Adultos para Ciências com Tecnologias de Informação e Comunicação" e oriundo de uma parceria entre um IF e uma universidade estadual, tinha como objetivo geral "contribuir para transformar a escola em espaço de trabalho, pesquisa e formação em Ciências de jovens e adultos" (Linhares e Reis, 2006). Inserimo-nos no projeto como promotores de um conjunto de práticas didático-pedagógicas que visaram contribuir para atingir tais objetivos.

Para o desenvolvimento do trabalho, elaboramos uma proposta didática, que se constituiu na articulação entre a história da ciência (Matthews, 1995), por meio do episódio histórico (Martins, 2006) sobre as observações astronômicas do jesuíta Valentin Stansel no Brasil colonial (neste trabalho, chamaremos de Brasil colonial o território americano denominado América Portuguesa, que esteve sob domínio socioeconômico e político de Portugal até o início do século XIX); e o método de Estudo de Caso (Herreid, 1994), por meio do ambiente virtual de ensino-aprendizagem intitulado Espaço Virtual de Aprendizagem (Linhares e Reis, 2008).

### **A proposta didática: fundamentação teórica**

A proposta didática desenvolvida nas aulas de Física estava fundamentada em dois vieses teóricos: o método de Estudos de Caso e a história da ciência.

O método de Estudo de Caso é uma estratégia de ensino que se utiliza de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas (Herreid, 1994). Colocado no cenário da narrativa, o aluno é incentivado, sobretudo, a ler, a se familiarizar com personagens, a compreender fatos, valores e contextos presentes visando uma solução, que de modo geral, não é a única, distanciando-se principalmente por esta característica, dos métodos mais tradicionais de ensino, especialmente do ensino de Ciências.

Apesar de o método de Estudo de Caso ter durante muito tempo estado ligado essencialmente aos cursos de medicina, direito, economia e engenharia, há nos últimos anos, segundo Sá e Queiroz (2009), um

incremento no número de trabalhos reportados por professores de Física, Química e Biologia em revista da área de educação em ciências.

Durante o trabalho com os Estudos de Caso no ensino de ciências o professor deve prever tarefas individuais e coletivas, aulas expositivas e em laboratórios, ampliar os momentos de debates e discussões e leituras científicas e sobre Ciência (Herreid, 1994). Tudo isso, privilegia a curiosidade, o desejo de continuar interagindo, de identificar problemas, de pesquisar informações, de questionar e confrontar resultados e de propor soluções de problemas e favorece o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação profissional e científica, como por exemplo, raciocínio, autonomia, capacidade de dialogar e de tomar decisões.

No Brasil, um ambiente virtual de ensino-aprendizagem foi desenvolvido a partir do método de Estudo de Caso com o objetivo de se tornar uma ferramenta de apoio à sala de aula presencial de ciências (Linhares e Reis, 2008). O sistema didático virtual em questão se intitula Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA) (Disponível em [www.uenf.t5.com.br](http://www.uenf.t5.com.br)).

No EVA, as ações de ensino se estruturam a partir de grupos de estudo, aos quais são disponibilizadas ferramentas que apoiam e flexibilizam o trabalho com os Estudos de Caso. As ferramentas são: painel de controle, Fórum, Calendário, *Chat*, Portfólio, Aviso, Tarefa e *Kit* Pedagógico.

O trabalho com os Estudos de Caso no EVA visa fazer os estudantes cumprirem as três etapas, que segundo Sá e Queiroz (2009) são necessárias à resolução dos problemas propostos no texto do Estudo de Caso. São elas: i) identificar e definir o problema; ii) acessar, avaliar e usar informações necessárias a solução de problemas e iii) apresentar a solução do problema (Sá e Queiroz, 2009, p.12). Em torno desta sequência didático-pedagógica o EVA foi organizado. Assim, quando um Estudo de Caso é trabalhado os alunos seguem três passos (Linhares e Reis, 2008):

Passo 1: leitura inicial do Estudo de Caso pelos alunos, elaboração e escrita de uma solução preliminar para o(s) problema(s) proposto(s). Nesta fase é apresentado o tema, a justificativa de sua escolha e sugerimos, após envio da solução inicial, leituras de textos disponibilizadas no EVA.

Passo 2: dentre os textos disponibilizados, é selecionado um para ser resenhado pelo estudante. Também são ministradas aulas, encaminhadas outras leituras e pesquisas sobre o tema paralelamente ao trabalho no EVA e em sala de aula. Todas as atividades visam se constituir momentos de estudo, reflexão e interação.

Passo 3: cada estudante encaminha sua proposta de solução final que deve incorporar elementos das leituras e discussões realizadas. Neste momento eles apresentam uma defesa de suas principais ideias.

No que diz respeito à produção dos Estudos de Caso que são trabalhados no EVA, nos orientamos pelas diretrizes estabelecidas por Herreid (1998) para se criar um "bom caso". O "bom caso", segundo o autor, narra uma história; desperta o interesse pela questão; produz empatia com os personagens centrais; inclui citações; é relevante ao leitor; tem utilidade pedagógica; provoca um conflito; força uma decisão; faz generalizações.

Por estar direcionado para o ensino de ciências, os Estudos de Caso produzidos no EVA pertencem aos dois tipos de Estudos de Caso identificados por Sá e Queiroz (2009), o Estudo de Caso de caráter científico ou sócio-científico. Contudo, nos últimos anos uma nova modalidade de Estudo de Caso tem se difundido: os Estudos de Caso Históricos (Allchin, 2010; Viana e Porto, 2009).

Decidimos investir nessa última modalidade de Estudo de Caso em nossa proposta. As razões para esta decisão caracterizam o segundo elemento que fundamenta o planejamento de nossa proposta: a história da ciência e seu uso no ensino.

De acordo com Pietrocola (2003) e Forato (2009) quando pensada adequadamente no contexto das salas de aula de ciências, a história da ciência assume um papel importante como estratégia de ensino para alcançar diversos propósitos formativos, como por exemplo, promover um melhor aprendizado de conceitos científicos ao se estudar a gênese de leis e teorias científicas e conhecer os debates que culminaram na edificação de teorias. Além disso, a adoção da história da ciência pode tornar as aulas mais interessantes, desafiadoras e reflexivas (Matthews, 1995).

Com a história da ciência se oportuniza discussões sobre a ciência e sua natureza em sala de aula (Forato, 2009, Gil-Pérez *et al.*, 2001), o que pode gerar uma prática contrária a habitualmente mantida por professores de ciências de muitas escolas, onde são desconsideradas nas atividades de ensino as dimensões históricas, sociais, filosóficas e culturais contidas nos processos de construção científica. Os professores nessas escolas acabam apenas retransmitindo resultados de pesquisas científicas de uma forma que deixam de se capacitar para elaborar uma crítica adequada ao saber científico, ao seu próprio saber e ao saber que ensinam (Trindade, 2009).

As pesquisas realizadas nos últimos anos no ensino de ciências têm nos mostrado que estudantes e professores de ciências manifestam concepções deformadas sobre a natureza da ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001; McComas, 1998). Gil-Pérez e cols. (2001) reuniram as sete concepções deformadas mais frequentemente presentes na literatura, que são: i) concepção empírico-indutivista e ateórica; ii) visão rígida; iii) visão aproblemática e ahistórica; iv) visão exclusivamente analítica; v) visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos; vi) visão individualista e elitista da ciência e vii) visão socialmente neutra da ciência.

Estas deformações expressam, em conjunto, uma imagem ingênua e profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico, mas que se consolidou até tornar-se um estereótipo socialmente aceito. Estereótipo reforçado inclusive pela própria educação científica de forma passiva ou ativa (Silva, 2010; Gil-Pérez *et al.*, 2001). Os alunos, por sua vez, como receptores desta imagem ingênua de ciência, vão fixando e repetindo um conhecimento cada vez mais descontextualizado, fragmentado e dogmático (Trindade, 2009).

Com o objetivo de superar tais deficiências na formação científica de crianças, jovens e adultos, diversas metodologias abordando a história da ciência em sala de aula surgiram, como por exemplo, júri simulado (Silva e Martins, 2009), experimentos históricos (Quintal e Guerra, 2009),

encenação teatral (Medina e Braga, 2010), história em quadrinhos (Bernardes e Santos, 2009) e episódios históricos (Braga *et al.*, 2010; Silva e Martins, 2010; Silveira *et al.*, 2010; Batista e Araman, 2009). Este último método foi adotado para ser articulado em nossa proposta com os Estudos de Caso e compor, desta forma, os estudos de caso históricos.

Os episódios históricos constituem-se em aproximações da história da ciência ao ensino de ciências mais valorizadas nos últimos anos (Allchin, 2010; Forato, 2009; Martins, 2006). A adequada utilização dos episódios históricos favorece, segundo Martins (2006), o entendimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Este entendimento é importante, pois a ciência não pode ser vista de forma isolada e atemporal, como se os cientistas elaborassem suas teorias em um passe de mágica e suas ideias não tivessem relações com as discussões de sua época. Desta forma, estimula-se a compreensão do processo de desenvolvimento do conhecimento científico como um processo que ocorre de forma lenta e gradativa, com erros, dúvidas, discussões e debates essenciais para a edificação de teorias e leis.

A aproximação dos Estudos de Caso à história da ciência (Allchin, 2010 e Stinner *et al.*, 2003) se deve, em grande parte, à capacidade dos Estudos de Caso proporcionarem a compreensão de fatos, valores e contextos presentes em sua narrativa, que pode ser uma narrativa histórica, impregnada de conflitos e questionamentos de uma época.

Apoiados nos dois elementos apresentados, decidimos investir na utilização dos Estudos de Caso históricos, por meio do EVA e dos episódios históricos, com os alunos do PROEJA, em uma proposta didática construída como um caminho para responder à nossa questão de pesquisa.

### **A proposta didática: orientações metodológicas**

Com base na questão anunciada anteriormente que orienta esse trabalho, consideramos que os procedimentos vinculados às abordagens qualitativas de pesquisa se mostraram mais adequados para o tipo de investigação que nos propomos empreender. Para Bogdan e Biklen (1994), cinco principais características identificam uma investigação de natureza qualitativa: i) a fonte direta de dados é o ambiente natural; ii) a pesquisa é descritiva; iii) os investigadores interessam-se mais pelo processo que pelos resultados ou produtos; iv) os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva e v) o significado é de importância vital em investigações dessa natureza.

Percebemos que na pesquisa qualitativa o interesse não está em fazer inferências estatísticas, o enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. A interpretação dos dados é o aspecto crucial da pesquisa qualitativa. Isto é, interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significados dos sujeitos. Por isso, a narrativa torna-se valorizada, pois ao invés de usar gráficos, coeficientes e tabelas estatísticas para apresentar resultados e asserções de conhecimento, o pesquisador interpretativo narra o que fez e sua narrativa é enriquecida com trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários

interpretativos procurando persuadir o leitor, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação (Moreira, 2003).

Em resumo, o pesquisador interpretativo observa participativamente, dentro do ambiente estudado, imerso no fenômeno de interesse, anotando cuidadosamente tudo o que acontece nesse ambiente, para buscar “compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 70). É neste sentido que as características da pesquisa qualitativa se coadunam com nossa postura metodológica ao longo da proposta didática.

### **A proposta didática: desenvolvimento das ações**

O desenvolvimento das ações da proposta didática é aqui apresentado por meio de três subseções. A primeira aborda o episódio histórico trabalhado: as observações do jesuíta Valentin Stansel. A segunda trata do estudo de caso construído a partir do episódio. A última corresponde a apresentação das ações de ensino praticadas em sala de aula e no EVA.

#### *O episódio histórico selecionado: as observações astronômicas do padre Valentin Stansel no período colonial do Brasil*

Para selecionar o episódio da história da ciência que comporia a proposta didática, estabelecemos alguns critérios: (i) tratasse de temas controversos e discussões em torno de um problema científico de uma determinada época, que possibilitassem a formação de uma visão de ciência como uma construção histórica. (ii) contivesse alguma relação com o Brasil, pois acreditamos que discutir episódios da atividade científica realizados no Brasil pode contribuir com a valorização da cultura científica nacional (Santos Neto e Pietrocola, 2005, p.3) (iii) versasse sobre o tema de física do semestre em que seria realizada a intervenção, a óptica geométrica.

Para seleção do episódio histórico recorreremos a textos de fontes históricas secundárias, fruto de trabalhos de pesquisa de historiadores da ciência. Esta opção vai ao encontro do que defendem Viana e Porto (2009): “se queremos alcançar as metas da educação científica para o século XXI, temos que estabelecer um diálogo entre historiadores da ciência e educadores de ciências”.

Selecionamos um episódio histórico ocorrido durante o século XVII, no contexto dos debates astronômicos mundiais e das missões jesuíticas no Brasil. As fontes secundárias adotadas para trabalharmos com este episódio foram oriundas de uma parcela das pesquisas publicadas por Camenietzki sobre o jesuíta Valentin Stansel (Camenietzki, 1995, 1999, 2003).

Durante o século XVII o debate sobre temas astronômicos ganhava importância no mundo, especialmente na Europa. Na época, os cometas eram o centro de uma das principais discussões: eles eram fenômenos aéreos (aconteciam na atmosfera) ou celestes (aconteciam nos céus a uma grande distância da terra)? (Camenietzki, 2003).

Do Brasil, o jesuíta Valentin Stansel participou dessa discussão sustentando “que os cometas são compostos de matéria dos planetas e principalmente do sol, que se condensa em partes mais elevadas do espaço,

gerando a figura conhecida com núcleo e cauda" (Camenietzki, 1995), rompendo dessa forma com a astronomia antiga, quando ele aceita que a matéria celeste é corruptível. (op. cit. 1995).

Stansel chegou ao Brasil em 1663, na quadragésima quinta expedição da Companhia de Jesus. Começou a lecionar no Colégio de Salvador, onde também estudava o clima e a natureza local, observava o céu e escrevia sobre temas de grande repercussão na Europa. No Brasil, Stansel observou diversos cometas com auxílio de lunetas, que ele próprio construía, já que naquela época era comum os astrônomos construir seus próprios instrumentos de observação. O primeiro cometa observado por Stansel, em dezembro de 1664, ficava oculto pela luminosidade do sol devido sua trajetória, porém, no mês seguinte tornou a aparecer. A respeito desse cometa, Stansel escreveu sobre sua composição, localização no céu, natureza do brilho, trajetória etc. (Camenietzki, 1999, 1995).

Nos anos seguintes, outros cometas foram observados por Stansel no Brasil. Sobre um cometa observado em 1668, ele faz uma descrição de sua posição e de seu aspecto, ressaltando que ele possuía a cauda oposta ao sol e um brilho intenso. A observação deste cometa foi publicada na Europa em 1673, no periódico *Giornale dei Letterati*. Em seguida, Christiaan Huygens (1629-1695) traduziu o texto e o encaminhou à *Royal Society* de Londres para lá ser publicado em julho de 1674 no *Philosophical Transactions*. Esse trabalho tornou-se amplamente conhecido por vários cientistas como Isaac Newton e Edmond Halley (Camenietzki, 1999, 2003). Newton, buscando comprovar sua teoria sobre esse tipo de astro, utilizou os dados de Stansel e o citou em sua principal obra, *Principios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicada em 1687, no terceiro livro, proposição XLI, problema XXI:

No Brasil, em 5 de Março de 1668, às 7h da noite, St. N. P. Valentin Stansel, viu um cometa próximo ao horizonte, no sudoeste, com a cabeça pequena e corpo "conspícuo" (que atraía a atenção), mas com a cauda extremamente brilhante, tão que a reflexão no mar era facilmente vista por todos que se achavam no litoral. Se parecia como uma barra brilhante de 23 graus de comprimento estendendo-se do ocidente para o sul, quase paralela ao horizonte. Mas esse excessivo esplendor continuou a ser visto por apenas três dias, sofrendo notável decréscimo, e enquanto o esplendor desaparecia o tamanho aumentava (Newton, 1848, p.494).

Grande parte dos relatos de observações de cometas publicados por Stansel, desde o primeiro em 1664, foram compilados pelos seus confrades no livro *Legatus Uranicus ex Orbe Novo in Veterem*, em 1683. O livro analisava as principais teorias sobre os cometas em debate no século XVII, além de expor as teorias astronômicas de Stansel. Uma parte dos trabalhos não foi publicada, pois estavam perdidos, porém, hoje, alguns se encontram ainda manuscritos em bibliotecas europeias (Camenietzki, 2003).

#### *O estudo de caso histórico construído*

A partir do episódio histórico apresentado, prosseguimos no planejamento da proposta didática com a construção de um Estudo de Caso tomando como base as orientações de Stinner e cols. (2003), que veem a estrutura de um Estudo de Caso histórico podendo ser decomposta em três



partes: i) contexto histórico; ii) experimento(s) e ideias principais; iii) implicações para a alfabetização científica e o ensino de ciências. Além disso, as orientações de Herreid (1998) para a criação de um bom caso também foram consideradas.

O texto do Estudo de Caso construído, cujo título foi "Observações Astronômicas do Padre Valentin Stansel no Brasil Colonial", tem seu corpo apresentado a seguir:

O Universo sempre despertou a curiosidade dos homens, desde a Antiguidade até os dias atuais. Procuravam explicações para o movimento do Sol, das estrelas, dos planetas, dos cometas, etc. Um grande salto foi dado com o aperfeiçoamento da luneta por Galileu em 1609. Em 2009 comemoramos 400 anos desde que a luneta foi utilizada pela primeira vez como um instrumento para fins científicos, possibilitando observações mais precisas dos astros e abrindo caminhos para novos conhecimentos.

No Brasil, no século XVII, observações astronômicas foram realizadas, com uma luneta, pelo jesuíta Valentin Stansel. O jesuíta chegou à Bahia em 1663 para lecionar no Colégio de Salvador. Os relatos de suas observações, enviados para a Europa, foram publicados em periódicos importantes da época. Desta forma, apesar da distância, Stansel participava das principais discussões que aconteciam na Europa, a respeito da natureza dos cometas, se eram fenômenos aéreos (aconteciam na atmosfera) ou eram fenômenos celestes (ocorriam nos céus, a uma grande distância da Terra). O relato do cometa por ele observado em 1668 chegou ao conhecimento de Isaac Newton e foi incluído na principal obra deste cientista, *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicada em 1687, onde são apresentadas as famosas três leis do movimento e a Teoria da Gravitação Universal.

O uso da luneta permitiu observações mais precisas e a abertura de caminhos para novas discussões. A partir do episódio do padre Valentin Stansel, convidamos você a refletir sobre: a importância das observações realizadas pelo padre Valentin Stansel no Brasil colonial e a importância do uso da luneta em suas observações para o trabalho científico da época.

A aplicação do Estudo de Caso com o grupo selecionado de estudantes do PROEJA foi planejada de maneira que os objetivos a serem verificados na análise buscassem responder se a prática docente apoiada na integração do Estudo de Caso com a história da ciência favorece a reflexão dos estudantes sobre a importância da luneta para a ciência da época (Silva, 2010); e também acompanhar a evolução das concepções a respeito da natureza da ciência manifestadas pelos alunos (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

#### *Desenvolvimento das ações de ensino em sala de aula e no EVA*

As ações de ensino implementadas a partir do planejamento estiveram orientadas por uma postura investigativa, que priorizava as discussões em sala de aula durante a sequência metodológica de passos no EVA.

Como educadores que buscavam promover um ensino de ciências mais crítico e reflexivo no ensino de jovens e adultos, a primeira autora deste trabalho assumiu a docência, por treze semanas, da turma do quarto período de Eletrônica de um IF, durante uma das duas aulas de Física semanais de 45 minutos presentes na matriz curricular. Todas as aulas ocorreram em laboratório de informática projetado e dedicado às atividades de ensino. Tínhamos disponíveis além de lousa para aulas expositivas, computadores com acesso à internet suficientes para atender individualmente todos os estudantes.

A professora titular da aludida turma também pertencia ao grupo de pesquisa. Quanto aos estudantes jovens e adultos, a turma era composta por oito alunos com perfis heterogêneos, idades variáveis de 18 a 50 anos, alguns com filhos e muitos trabalhavam e/ou residiam em cidades vizinhas.

Para a condução das ações com o estudo de caso apresentado utilizamos seis das treze semanas que nos foram disponibilizadas. O desenvolvimento do trabalho ao longo das seis semanas ocorreu da seguinte forma:

1ª semana: os alunos responderam no EVA, como primeiro passo, às questões contidas no Estudo de Caso. Os 45 minutos de aula desta semana foram utilizados para que todos elaborassem e submetessem suas respostas. Solicitamos que os alunos respondessem durante a aula para assegurarmos que nenhuma consulta prévia seria feita.

No dia seguinte a esta aula avaliamos as respostas no próprio EVA, o qual disponibiliza ao aluno os comentários e sugestões feitos pelo professor sobre sua resposta. Além disso, disponibilizamos no kit pedagógico do EVA o texto "*nos céus do Brasil*" (Camenietzki, 2003), publicado na revista Nossa História. Este texto deveria ser lido, discutido e resenhado pelos estudantes, como segundo passo do estudo de caso, ao longo das quatro semanas seguintes.

2ª semana: a aula foi dedicada à discussão coletiva do texto. Alguns alunos já haviam lido o texto proposto durante a semana e puderam contribuir de maneira mais efetiva expondo e compartilhando suas ideias. Os alunos que ainda não haviam lido acompanharam as discussões e leram durante a aula, em momentos que reservamos para isso. Os pontos que mais suscitaram dúvidas e que acabaram direcionando as discussões foram a vinda de Stansel ao Brasil e os trabalhos científicos realizados pelos jesuítas, de maneira geral, no Brasil.

3ª semana: continuamos a discussão do texto indicado. Nesta semana todos os alunos já haviam realizado a leitura integral do texto. Alguns já haviam submetido no EVA a resenha. O principal tema de discussão desta semana esteve na importância do uso da luneta para o desenvolvimento dos estudos da época e nas diferentes explicações que eram dadas para a natureza dos cometas. As discussões giravam em torno da questão: como era possível os astrônomos da época observarem os mesmos fenômenos e explicarem de formas diferentes?

4ª semana: prosseguimos durante esta semana na discussão da questão que encerrou a semana anterior, sobre os aspectos envolvidos no processo de construção da ciência. Contudo, desta vez, direcionamos para a importância dos debates e divergências para o desenvolvimento científico e

a importância do trabalho coletivo para a elaboração de leis e teorias científicas. Entre a semana anterior e esta mais alguns alunos elaboraram e submeteram suas resenhas.

5ª semana: conduzimos nesta semana uma finalização das discussões, com uma síntese do estudo realizado e retomando pontos relevantes do episódio. Reservamos também um momento nesta aula para que os estudantes que não tinham acesso à Internet fora da instituição pudessem enviar suas resenhas e finalizar o segundo passo.

No dia seguinte a esta aula, avaliamos as resenhas elaboradas, encaminhando comentários para os alunos por meio do EVA.

6ª semana: os alunos responderam novamente no EVA às questões contidas no estudo de caso, como terceiro passo, durante os 45 minutos de aula. À medida que as respostas eram enviadas e lidas, avaliávamos e comentávamos com cada aluno sua concepção final do Estudo de Caso. Aguardávamos não mais textos representativos de visões iniciais, mas sim textos com visões modificadas (ou não) pelo estudo e pelas discussões.

### **Procedimentos de coleta e análise de dados**

A coleta de dados nesta pesquisa ocorreu por meio do próprio EVA, mais especificamente pelo armazenamento das respostas textuais produzidas pelos estudantes aos três passos do Estudo de Caso. Em conformidade com o tipo de pesquisa empreendida, qualitativa, buscamos com os dados dar enfoque descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. De acordo com Moreira (2003), a interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico de uma pesquisa qualitativa.

Para análise, utilizamos as respostas aos primeiro e terceiro passos do Estudo de Caso, pois o interesse estava na percepção das diferentes visões dos alunos a respeito das questões colocadas no estudo de caso no início e no fim do trabalho. Não analisamos os textos produzidos pelos estudantes no segundo passo, resenha do artigo de Camenietzki (2003), pois consideramos esta etapa juntamente com as aulas presenciais, momentos para reflexão e amadurecimento das visões manifestadas no passo inicial.

Submetemos os textos selecionados a uma análise de conteúdo, cujo referencial adotado esteve orientado por Bardin (2009). Dentre as técnicas de análise de conteúdo apresentadas pela autora, utilizamos a análise de conteúdo temática, que segue um processo que envolve três etapas: i) pré-análise; ii) exploração do material (codificação e categorização) e iii) tratamento dos resultados (inferência e interpretação) (Bardin, *op cit.*).

A análise realizada baseia-se no que Bardin (2009) classifica como uma oscilação entre dois pólos: o desejo de rigor na classificação e categorização das falas e a necessidade de descobrir, de adivinhar, de ir além das aparências na interpretação das categorias.

Apresentaremos a seguir os resultados divididos em duas seções. A primeira envolve as visões sobre a ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001) manifestadas pelos alunos e a segunda aborda a importância da luneta para a ciência da época (Silva, 2010). A fim de preservar as identidades dos oito estudantes participantes os chamaremos de A, J, K, M, N, P, R e S.

*Seção 1 – Visões dos estudantes sobre a ciência*

O primeiro foco de nossa análise esteve em identificar que visões sobre a ciência os alunos demonstraram no início e no fim do estudo. Para orientar nossa análise acerca das visões sobre a ciência que surgiram nos textos dos alunos, utilizamos como referencial principal Gil-Pérez e cols. (2001). Os autores reuniram, após experiência com professores atuantes no ensino de ciências, sete visões consideradas deformadas sobre a ciência. Buscamos aqui, identificar a ocorrência destas visões de forma literal ou contrária.

Da pré-análise dos textos do passo inicial, percebemos que um aluno não expressou qualquer elemento caracterizável como visão sobre a ciência. Nas falas dos outros sete houve predominância de visões deformadas, mesmo entre os que também demonstravam alguma visão adequada. Com relação ao passo final, identificamos visões sobre a ciência nos textos de cinco alunos, com predomínio de visões contrárias às deformadas.

Na exploração dos textos, recortamos vinte e cinco Unidades de Significação (US), sendo dez no primeiro passo e quinze no segundo. As dez US do primeiro passo resultaram em seis categorias e as do último passo geraram cinco categorias. Todas as categorias geradas nos passos inicial e final estão apresentadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente, bem como as US contidas em cada uma das categorias.

<b>Categoria</b>	<b>Unidades de significação (Aluno)</b>
Coletiva	1. Ele fazia intercâmbio de informações (Aluno A) 2. As descobertas do padre vieram contribuir para os estudos de Isaac Newton (Aluno M) 3. As contribuições do padre Valentim, serviram para as observações astronômicas que foram realizadas através do uso da luneta (Aluno R) 4. A importância desse estudo foi que chegou ao conhecimento de Isaac Newton (Aluno R)
Acumulativa	1. Os estudiosos da época tiveram uma grande importância para a ciência de hoje em dia pela sua determinação em buscar aprimoramento de suas pesquisas e criações (Aluno N)
Dogmática	1. O homem era bem curioso queria saber o porquê de tudo, o ruim é que eles não deixaram nada para nós pesquisarmos, eles descobriram o que puderam (Aluno P) 2. Eu gostaria de saber se hoje em dia existem cientistas tentando descobrir coisas novas e mudar a teoria dos outros dos antigos (Aluno P)
Não-dogmática	1. Até hoje, os homens, procuram explicações para saber sobre o movimento do sol, das estrelas, dos planetas e dos cometas (Aluno R)
Empírico-indutivista	1. Foi através da luneta que ele relatava todos os acontecimentos que presenciava na natureza (Aluno S) 2. É através das explorações que os cientistas acabam fazendo suas grandes descobertas (Aluno S)
Descontextualizado	1. Eu acho que a exploração do homem no universo é super importante para as grandes descobertas, desde que não venha afetar o mundo (Aluno S)

Tabela 1.- Categorias geradas e US recortadas das falas dos alunos sobre as visões sobre a ciência manifestadas pelos estudantes no passo inicial.

Para interpretação das categorias relativas às visões sobre a ciência dos estudantes no passo inicial, iniciamos pela categoria que diz respeito ao dogmatismo na ciência. As duas US recortadas estavam contidas no texto da aluna P e demonstravam uma concepção dogmática da ciência, ou seja, vê a ciência como detentora da verdade absoluta, encontrando-se pronta e acabada e as teorias não podem ser questionadas ou refutadas (Gil-Pérez et al., 2001).

Outra visão deformada de ciência identificada ocorreu na fala da aluna S. Ela nos revela que considerava possível a ciência se desenvolver desvinculada das complexas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, conforme se verifica no trecho recortado de sua fala apresentado na tabela 1. Esta visão deformada da ciência, classificada como descontextualizada, está relacionada com a concepção de uma percepção que muitas pessoas têm dos cientistas: pessoas “acima do bem e do mal, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções” (Gil-Pérez et al., 2001).

A aluna S também demonstrava acreditar, por meio de duas US recortadas, que o processo de construção do conhecimento científico ocorre por descobertas alcançadas a partir de observações neutras, ou seja, expressando uma visão empírico-indutivista da ciência. A aluna atribui a essência da atividade científica à experimentação seguida de descobertas. Segundo Gil-Pérez e cols. (2001), esta percepção empírico-indutivista e ateorica é a visão deformada de ciência mais comum citada na literatura. “É uma concepção que destaca o papel ‘neutro’ da observação e da experimentação, não influenciadas por ideias apriorísticas, esquecendo-se do papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação” (ibidem).

Uma categoria identificada que representa outra visão deformada sobre a ciência estava contida no texto do aluno N, que indicava uma visão de desenvolvimento linear e acumulativa da ciência. Da única unidade de significação recortada deste aluno, percebemos indícios de que em sua concepção, durante o processo de construção do conhecimento científico, os cientistas procuram resolver e aprimorar os mesmos problemas investigados em outros contextos do passado, descartando as crises e revoluções durante o processo (Martins, 2006, Gil-Pérez et al., 2001, Forato, 2009).

Muitos alunos, inclusive os que apresentavam visões deformadas sobre a ciência, também demonstravam visões consideradas adequadas (El-Hani, 2006). Identificamos nas falas dos alunos A, M e R quatro US que expressavam visões opostas às concepções individualistas e elitistas da ciência, pois denotavam reconhecer a ciência como uma atividade coletiva. Gil-Pérez e cols. (2001) afirmam que não se pode ignorar o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes. A importância dos alunos adquirirem este entendimento está em compreenderem que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe não podem ser suficientes para verificar, confirmar ou refutar uma hipótese ou toda uma teoria. As falas dos alunos vão ao encontro desta abordagem na medida em que identificam que Stansel fazia intercâmbio de

informações, que contribuíram para os estudos de Newton e sua teoria acerca dos cometas.

Por último, a aluna R apresentou elementos em sua fala de uma visão oposta à visão dogmática da ciência, ou seja, de que a ciência permanece em evolução, não está pronta e é mutável (Gil-Pérez et al., 2001). A fala da aluna R indica que ela percebe que mesmo após os trabalhos de Stansel e das citações deste trabalho na principal obra de Newton, ainda não existe um consenso entre os astrônomos sobre o movimento dos cometas e de outros astros.

Encerrada a apresentação das US recortadas das respostas dos estudantes ao primeiro passo do Estudo de Caso no EVA, nos dedicamos agora a explorar as respostas formuladas pelos estudantes no terceiro passo, momento final do trabalho com o Estudo de Caso. Na tabela 2 apresentamos as categorias geradas e US recortadas das falas dos estudantes a respeito das visões sobre a ciência manifestadas por eles no passo final.

<b>Categoria</b>	<b>Unidades de significação (Aluno)</b>
Coletiva	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contribuiu para a teoria de Newton (Aluno A)</li> <li>2. Proporcionando contribuição para Newton da lei mecânica e a teoria da gravitação universal (Aluno K)</li> <li>3. Ele alcançou reconhecimento de Isaac Newton (Aluno M)</li> <li>4. Stansel contribuiu para a teoria de Newton sobre os cometas (Aluno N)</li> <li>5. Suas obras terem ajudado para algumas das teorias de alguns cientistas (Aluno R)</li> <li>6. Stansel não só coletou dados para enriquecer a análise de seus pares europeus (Aluno R)</li> <li>7. Stansel com as suas observações publicou vários trabalhos e enviou para vários lugares, tornando-se amplamente conhecido por uma brilhante geração de cientistas; um deles foi o Isaac Newton (Aluno S)</li> </ol>
Gradativa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eles faziam debates sobre o assunto até que um dia, depois de muitas brigas e conflitos religiosos, esse debate ganhou uma grande importância (Aluno R)</li> <li>2. Ele se envolvia em debates astronômicos (Aluno R)</li> <li>3. Como toda ciência, esse acontecimento gerou várias polêmicas (Aluno S)</li> </ol>
Não-empírico-indutivista	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Não ficou preso somente na religião (Aluno A)</li> <li>2. Stansel conclui que eram cometas celestes e não fenômenos aéreos como diziam ser, ajudando a futuros cientistas para novas teorias (Aluno J)</li> <li>3. Cada um tinha uma ideia diferente sobre os cometas (Aluno R)</li> </ol>
Empírico-indutivista	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Foi através de muitas observações e através da luneta que Stansel pode afirmar que os cometas são corpos celestes, que ocorriam nos céus, a uma grande distância da Terra (Aluno S)</li> </ol>
Anacrônica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O uso da luneta já existia na época só que ela não tinha capacidade para uma observação perfeita, por ela não ter lentes para as ampliações (Aluno R)</li> </ol>

Tabela 2.- Categorias geradas e US recortadas das falas dos alunos sobre as visões sobre a ciência manifestadas pelos estudantes no passo final.

Na interpretação das categorias relativas às visões sobre a ciência manifestadas no passo final, iniciamos destacando as sete US correspondentes às falas dos alunos A, K, M, N, R e S, que demonstravam entender a ciência como construção coletiva. Esta visão é oposta a de que a ciência é produzida de forma individualista e elitista, como obra de gênios isolados. Esta categoria é significativa, pois cinco estudantes reconheceram a importância da cooperação no trabalho científico (Martins, 2006; Gil-Pérez et al., 2001).

Outra categoria gerada está relacionada com a visão gradativa da ciência. Contribuíram para a formação desta categoria as alunas R e S com três US. As alunas consideravam que durante o processo de construção do conhecimento, ocorrem dúvidas, debates entre ideias contrárias e controvérsias, como observado nos recortes apresentados na tabela 2. Neste sentido, as alunas identificam que o conhecimento não ocorre de forma linear e acumulativa, mas sim, de forma gradativa (Martins, 2006, Gil-Pérez et al., 2001).

Os alunos A, J e R apresentavam visões contrárias à concepção de neutralidade na ciência. O aluno A, por exemplo, diz que Stansel não ficou preso somente na religião. Com esta fala, percebemos que ele entende a condição de Stansel como padre e associa isso às discussões da época a respeito da natureza dos cometas, se eram fenômenos aéreos ou celestes. Na época, aqueles que sustentavam que eram fenômenos aéreos, se detinham a uma crença religiosa de que os cometas deveriam acontecer na atmosfera, pois o mundo celeste era incorruptível. Portanto, o aluno valorizava as observações do padre e suas proposições de novas ideias, contrárias às da igreja. Esta visão do aluno caminha no sentido do que Gil-Pérez e cols. (2001) afirmam a respeito da neutralidade na observação de fenômenos: não existe neutralidade na observação, pois ela é influenciada por ideias apriorísticas. Nesta perspectiva, a aluna R demonstra perceber que embora todos observassem o mesmo fenômeno, apresentavam ideias diferentes em suas explicações sobre os cometas, indicando que tais explicações podem ser influenciadas por conhecimentos anteriores. O aluno J reforça a tese de que apesar de observarem o mesmo fenômeno, os astrônomos da época apresentavam explicações distintas.

Apesar de no passo final grande parte dos estudantes apresentarem visões consideradas adequadas sobre a ciência, ainda identificamos, nesta etapa final, visões deformadas da ciência. Estas visões foram encontradas nas respostas das alunas S e R. A primeira apresentou uma visão empírico-indutivista da ciência, na qual as observações são neutras, ou seja, desprovidas de teorias ou conhecimentos anteriores. Percebemos em sua fala que demonstra acreditar que apenas após as observações dos cometas realizadas por Stansel com auxílio da luneta o astrônomo pôde elaborar explicações para a natureza dos cometas.

Já na fala da aluna R identificamos uma visão anacrônica do conhecimento científico. Ao afirmar que a luneta não permitia observações perfeitas devido à ausência de lentes de ampliação, a aluna demonstra uma sobrevalorização da ciência e tecnologia atual, quando olha para o passado com olhos do presente (Forato, 2009). Não reconhece, portanto, a luneta

como um instrumento que atendia as necessidades do trabalho realizado na época.

Após o levantamento das visões sobre a ciência manifestadas pelos estudantes nos passos inicial e final, verificamos uma considerável mudança de percepção do trabalho científico. Inicialmente, no primeiro passo, houve um grande número de categorias identificadas, sendo a maior parte delas consideradas como visões deformadas sobre a ciência por Gil-Pérez e cols. (2001). Mesmo entre estudantes que apresentavam visões adequadas, também ocorreram visões deformadas. No passo final, apenas duas visões deformadas foram identificadas, as visões anacrônica e empírico-indutivista da ciência.

Observamos com naturalidade a presença das visões deformadas no momento final da pesquisa nas falas das alunas R e S, pois a mudança de concepção sobre a natureza da ciência não é alcançada facilmente (Forato, 2009). Além disso, uma das visões ocorridas foi a anacrônica, que segundo Forato (Ibidem), é uma visão amplamente difundida nos livros didáticos e no próprio ensino de ciências e representa uma tendência ainda muito forte entre os alunos, de interpretar as tecnologias e conhecimentos do passado a partir dos conhecimentos atuais. A outra visão ainda presente foi a empírico-indutivista, que de acordo com Gil-Pérez e cols. (2001) é a mais encontrada em concepções de alunos e mesmo de professores de ciências.

Todas as demais visões presentes nas falas dos alunos no último passo são opostas àquelas consideradas deformadas e representam o início da construção de um olhar crítico sobre o trabalho científico.

### *Seção 2 – Importância da luneta para a ciência da época*

O segundo tema de interesse de nossa análise esteve em identificar quais visões os alunos apresentavam nos passos inicial e final do Estudo de Caso a respeito da importância da luneta como instrumento óptico para o desenvolvimento científico e tecnológico da época. Acreditamos que o reconhecimento da luneta como um importante instrumento histórico de observação astronômica favorece o conhecimento mais amplo dos conceitos envolvidos no desenvolvimento da óptica geométrica e da astronomia, levando, assim, mais significado aos temas abordados em sala de aula (Silva, 2010).

Na pré-análise dos textos do passo inicial identificamos que quatro estudantes produziram em suas falas elementos relacionados ao tema, enfocando a importância da luneta para a evolução dos instrumentos ópticos e para as observações astronômicas da época. Já na pré-análise das falas do passo final, seis alunos expressaram visões relacionadas ao tema, mas sem predomínio de uma ideia em particular, havendo bastante equilíbrio entre as visões apresentadas a respeito da importância da luneta para a ciência da época.

Na exploração dos textos, recortamos doze US, cinco do primeiro passo, que geraram duas categorias, e sete no último passo, que geraram quatro categorias. Todas as categorias geradas nos passos inicial e final estão apresentadas nas tabelas 3 e 4, respectivamente, bem como as US contidas em cada uma das categorias.



<b>Categorias</b>	<b>Unidades de significação (Aluno)</b>
Estabelecer uma evolução tecnológica dos instrumentos ópticos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A luneta foi uma evolução naquela época, diríamos que estaria começando a tecnologia, (Aluno K)</li> <li>2. O estudo do padre Valentim teve grande importância no caso dos telescópios (Aluno M)</li> <li>3. Como podemos ver o avanço na tecnologia; as observações da astronomia no dia de hoje, são feitos através dos telescópios (aluno S)</li> </ol>
Contribuiu para as observações astronômicas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A importância das contribuições do padre Valentim serviu para as observações astronômicas que foram realizadas através do uso da luneta (aluno R)</li> <li>2. Foi através da luneta que ele relatava todos os acontecimentos que presenciava na natureza (aluno S)</li> </ol>

Tabela 3.- Categorias geradas e US recortadas das falas dos alunos no passo inicial sobre a importância da luneta para a ciência do século XVII.

No que concerne a interpretação das categorias, iniciamos por aquela que representa as falas dos alunos K, M e S. Estes alunos destacam que a luneta estabeleceu uma evolução tecnológica dos instrumentos ópticos. De fato, o surgimento da luneta representou algum avanço tecnológico frente aos instrumentos utilizados para observações na época e também um ponto de partida para o aprimoramento de instrumentos ópticos, como os telescópios. Desta forma, uma parcela dos alunos compreendeu a importância dos instrumentos ópticos de observação para a época e também para o desenvolvimento de outros instrumentos ópticos atuais, conforme foi citado o telescópio. De acordo com Silva (2010), é fundamental que os estudantes possam perceber a importância dos conteúdos que estão estudando e estabelecer uma relação com o mundo que os cerca.

Os alunos R e S entenderam que a importância do uso da luneta para a época relacionava-se com a possibilidade de realizar observações astronômicas. Percebemos na fala destes alunos uma valorização da construção e do uso da luneta por Stansel, ou seja, houve uma adequação a necessidade de compreensão da ciência destacada por Silva (2010): compreende a importância e as implicações do desenvolvimento tecnológico em determinada época.

Encerrada a apresentação das US recortadas das respostas dos estudantes ao primeiro passo do Estudo de Caso, nos voltamos agora a explorar as respostas formuladas pelos estudantes no terceiro passo. Conforme observamos na tabela 4, mais categorias foram geradas e US recortadas em relação ao passo anterior.

Para a interpretação das categorias do passo final, iniciamos pela categoria que destaca a luneta como um avanço tecnológico para a época, presente nas respostas dos alunos R e S. Esta categoria, identificada também no passo inicial, traduz a percepção de que a luneta estabeleceu um marco na evolução dos instrumentos ópticos e demonstra que as duas alunas conseguiram compreender a relevância do desenvolvimento dos estudos da óptica, como o aperfeiçoamento de lentes e a criação de instrumentos ópticos para os estudos científicos (Silva, 2010).

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de significação (Aluno)</b>
Estabelecer uma evolução tecnológica dos instrumentos ópticos	1. Devido aos avanços tecnológicos as observações são feitas no dia de hoje através dos telescópios.(aluno S) 2. O uso da luneta já existia na época só que ela não tinha capacidade para uma observação perfeita, por ela não ter lentes para as ampliações (aluno R)
Permitir realizar pesquisas sobre os cometas	1. Neste estudo podemos aprender o quanto o uso da luneta foi importante naquela época, pois foi através dela que Valentim Stansel conseguiu desvendar o mistério dos cometas (aluno S) 2. Não esquecendo da luneta, instrumento de grande importância para as pesquisas de stansel. (aluno J)
Permitir observações detalhadas dos cometas	1. Foi através de muitas observações e através da luneta que Stansel pode afirmar que os cometas são corpos celestes, que ocorriam nos céus, a uma grande distância da Terra. (aluno S) 2. A luneta foi um instrumento de grande importância, possibilitando maior visibilidade aos cometas estudados (aluno K)
Contribuiu para realização de observações que subsidiaram Newton na elaboração de sua teoria sobre trajetória dos cometas	1. O desenvolvimento e adaptação da luneta contribuiu para a teoria de Newton sobre os cometas (aluno N) 2. Ele observava os cometas distantes através da luneta e ele alcançou reconhecimento de Isaac Newton (Aluno M)

Tabela 4.- Categorias geradas e US recortadas das falas dos alunos no passo final sobre a importância da luneta para a ciência do século XVII.

A visão de que a luneta permitiu realizar pesquisas sobre cometas gerou outra categoria, representativa das falas dos alunos S e J. Os alunos se reportam às discussões realizadas em sala de aula, em torno deste episódio, para destacar o papel que a luneta pode desempenhar como um importante instrumento óptico para estudar a natureza e trajetória dos cometas.

Os alunos S e K entenderam que a luneta permitiu observações astronômicas mais detalhadas dos cometas, conforme observado na fala da aluna K quando afirma que a luneta foi o instrumento que possibilitou ter maior visibilidade dos cometas. Em complemento, a aluna S disse que por meio da luneta que Stansel pôde formular explicações mais detalhadas sobre este astro. Desta forma, as alunas demonstram reconhecer a importância do desenvolvimento de instrumentos ópticos, tais como a luneta para realizar observações astronômicas que em sua maioria eram feitas a olho nu.

Por último, os alunos M e N apontaram a importância da luneta para as observações que subsidiaram a elaboração da teoria de Newton sobre os cometas. Eles perceberam que as observações realizadas por Stansel, com a luneta, contribuíram para Newton fundamentar suas teorias sobre cometas.

A partir da análise empreendida nos passos inicial e final desta seção, percebemos que além da importância da luneta para o desenvolvimento tecnológico e para as observações astronômicas – ideias que predominaram

no primeiro passo – os alunos no passo final destacaram a importância da luneta para o detalhamento das observações astronômicas, como o caso dos cometas, e para a elaboração de teorias, percebendo as intrínsecas relações da ciência e da tecnologia com a sociedade.

### **Uma reflexão sobre o trabalho**

Após encerrar as etapas anteriores do trabalho, iniciamos aqui o momento final de reflexão sobre as falas dos estudantes.

Iniciamos nossa reflexão sobre os dois objetivos investigados durante a prática docente. O primeiro deles deu-se a respeito das visões sobre a ciência manifestadas pelos estudantes nas respostas ao Estudo de Caso. Nesse ponto de reflexão, compreendemos que as atividades de ensino realizadas com o Estudo de Caso integrado ao episódio histórico dos trabalhos de padre Stansel, permitiram que os alunos percebessem que durante o processo de formação do conhecimento científico ocorrem discussões, debates e visões divergentes sobre um mesmo fenômeno, e que esse processo é fruto de um trabalho coletivo.

A reflexão dos estudantes sobre a compreensão da importância da luneta para a ciência da época nos revela que mesmo apresentando dificuldades em manifestarem suas visões sobre os temas abordados, os alunos, de uma forma geral, conseguiram identificar a luneta como um instrumento de observação importante no século XVII, que possibilitou gerar debates fundamentais para a ciência e estabelecer uma relação do desenvolvimento científico com as necessidades da sociedade em determinadas épocas. Percebemos que os alunos puderam enxergar de outra forma as relações entre ciência e tecnologia, ao verificar as contribuições do desenvolvimento de instrumentos ópticos, como a luneta, para o avanço da óptica geométrica.

De forma resumida, o estudo do episódio permitiu que os alunos do PROEJA pudessem compreender que a construção científica não é restrita a um grupo de pessoas ou cientistas, mas que as pessoas colaboram de formas diferentes, homens e mulheres são envolvidos em um processo histórico de construção de conhecimento, no qual os pequenos episódios contribuem para o desenvolvimento científico. Com isso, outros propósitos formativos puderam ser desenvolvidos, pois à medida que os estudantes foram adquirindo estas compreensões, as aulas de física assumiram mais significados e os alunos apresentavam-se mais motivados e confiantes para participar das discussões.

### **Considerações finais**

O trabalho apresentado neste texto ocorreu durante as aulas de física de uma turma de eletrônica do PROEJA. A questão de pesquisa que guiou a investigação foi: como atuar no ensino de física com o público de jovens e adultos do PROEJA, utilizando a história da ciência, de maneira que contribua para a formação de uma visão adequada sobre a natureza da ciência? Buscando responder esta questão e orientados pelos referenciais da pesquisa qualitativa, planejamos, executamos e avaliamos uma proposta didática baseada na integração do método de Estudo de Caso com a história

da ciência através do EVA e do episódio das observações astronômicas do jesuíta Valentin Stansel no Brasil.

Identificamos que a prática adotada permitiu que aspectos relacionados ao processo de construção do conhecimento científico e tecnológico fossem problematizados, possibilitando a reflexão e a exposição, o debate e o compartilhamento de ideias. O estudo apresentou-se com mais significados, favorecendo a compreensão da importância do uso da luneta e promovendo um enriquecimento cultural, ao discutir temas relevantes da ciência realizada por jesuítas em nosso país.

Durante o trabalho, outros propósitos formativos foram alcançados e se traduzem, em sua maioria, em habilidades e atitudes fundamentais para uma formação integral, que compreenda a formação básica e a profissional técnica, como por exemplo, o hábito de leitura e escrita e a capacidade de refletir, dialogar, expor ideias oralmente e buscar soluções e alternativas para os problemas encontrados. Essas habilidades e atitudes observadas decorrem das opções metodológicas para as atividades empreendidas durante a proposta didática. Dos textos propostos para leitura, alguns deles deveriam ser resenhados e, conseqüentemente, interpretados pelos alunos. A discussão a respeito destes textos em sala de aula criou uma atmosfera propícia para que os alunos refletissem e manifestassem suas opiniões sobre os temas de estudo. Ao formularem opiniões próprias sobre os assuntos abordados, os alunos puderam exercer sua capacidade crítica a fim de propor soluções e alternativas para os problemas que eram levantados durante o estudo do episódio.

É relevante ainda destacar o papel do EVA na proposta. O EVA possibilitou auxiliar na inclusão digital dos estudantes, pois ao trabalharem com o computador no contexto do EVA, eles foram incentivados a utilizarem mecanismos de pesquisa na Internet, navegar entre páginas da Web e utilizarem aplicativos de edição de texto. Além disso, o EVA foi uma ferramenta que contribuiu para o professor ampliar os limites de sua sala de aula, pois as atividades que solicitava aos estudantes poderiam ser feitas em outros locais, que não a escola, rompendo com algumas limitações de tempo. Desta forma, o EVA contribuiu decisivamente para alcançarmos os resultados descritos, pois apenas com as aulas disponibilizadas pela professora titular da turma, seria dificultada a realização do trabalho.

Esse trabalho nos trouxe a oportunidade de, em nossa prática, assim como orienta o documento base para o PROEJA (Ministério da Educação Brasileiro, 2007), criar relações entre educação profissional, ensino médio e EJA, "trançando os fios que entrelaçam a perspectiva de pensar de forma integrada um projeto educativo" (ibidem).

Concluimos, por meio de nossa pesquisa, que uma possibilidade de atuar no ensino de física de jovens e adultos, com a história da ciência, para contribuir com a formação de uma visão adequada sobre a natureza da ciência, e ainda permitir a aquisição de habilidades e atitudes essenciais à formação profissional dos estudantes, pode estar no uso de episódios históricos de forma crítica e problematizadora aliada ao método de Estudos de Caso.

## Referências bibliográficas

Allchin, D. (2010). From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education. 1ª Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group. *Atas da Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group* (Impresso).

Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Batista, I.L. e E.M.O. Araman (2009). Uma abordagem histórico-pedagógica para o ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 2, 466-489. Em: [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART5\\_Vol8\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART5_Vol8_N2.pdf).

Bernardes, O.A. e R.A. Santos (2009). História da ciência no ensino fundamental e médio: de Galileu às células-tronco. *A Física na Escola*, 10, 2, 11-15.

Bogdan, R. e S. Biklen (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.

Braga, M.; Guerra, A. e J.C. Reis (2010). The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biot and Ampère. *Science & Education (Dordrecht)*, 21, 6, 921-934. Em: <http://www.springerlink.com/content/p883nt7l31606u74/fulltext.pdf>.

Camenietzki, C.Z. (2003). Nos céus do Brasil. *Nossa História*, 1, 30-34.

Camenietzki, C.Z. (1999). Esboço Biográfico de Valentin Stansel (1621-1705), matemático jesuíta e missionário na Bahia. *Ideação*, 3, 1, 159-182.

Camenietzki, C.Z. (1995). O Cometa, o Pregador e o Cientista Antonio Vieira e Valentin Stansel observam o céu na Bahia no século XVII. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 14, 37-52.

Decreto nº 5.478 de 24 de junho de 2005, publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 27 de junho de 2005. Em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Decreto/D5478.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Decreto/D5478.htm).

Decreto nº 5.840, de 13 de julho de 2006, publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 14 de julho de 2006. Em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/Decreto/D5840.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/Decreto/D5840.htm).

El-Hani, C. (2006). Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. Em C.C. Silva (Ed.), *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino* (pp. 3-21). São Paulo: Livraria da Física.

Forato, T.C.M. (2009). *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da natureza da luz*. [Doutorado em Educação]. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Gil-Pérez, D.; Montoro, I.A.J; Cachapuz, A. e J. Praia (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7, 2, 125-153.

Herreid, C.F. (1998). What Makes a Good Case? Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. *Journal of College Science Teaching*, 27, 3, 163-165.

Herreid, C.F. (1994). Case studies in science – a novel method of science education. *Journal of College Science Teaching*, 23, 4, 221-229.

Linhares, M.P. e E.M. Reis (2006). *Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação*. (Projeto de pesquisa). Em: <http://forumeja.org.br/pf/sites/forumeja.org.br.pf/files/capesrelatorio.pdf>.

Linhares, M.P. e E.M. Reis (2008). Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. *Ciência & Educação*, 14, 3, 55-74.

Martins, R. (2006). Introdução: A história e seus usos na educação. Em C.C. Silva (Ed.), *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino* (pp. vii-xxx). São Paulo: Livraria da Física.

Matthews, M. (1995). História e Filosofia da Ciência: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense Ensino de Física*, 12, 3, 164-214.

McComas, W.F.; Almazroa, H. e M.P. Clough (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education (Dordrecht)*, 7, 6, 511-532. Em: <http://www.springerlink.com/content/pn37w793307746v2/fulltext.pdf>.

Medina, M. e M. Braga (2010). O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27, 2, 313-333.

Ministério da Educação Brasileiro. (2006). *Edital nº 003*. Brasília: CAPES/SETEC. Em: [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf1/edital\\_proeja\\_capes\\_setec07.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf1/edital_proeja_capes_setec07.pdf).

Ministério da Educação Brasileiro. (2007). *Documento base para o programa nacional de integração da educação profissional com educação básica na modalidade de educação de jovens e adultos: educação profissional técnica de nível médio/ensino médio*. Em: [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/proeja\\_medio.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/proeja_medio.pdf).

Moreira, M.A. (2003). Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. *Actas del PIDEC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias*, 5, 101-136.

Newton, I. (1848). *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*. New York: Daniel Adee. Em: (<http://books.google.com/books>).

Pietrocola, M. (2003). A história e a epistemologia no ensino de ciências: dos processos aos modelos de realidade na educação científica. Em A.M.R. Andrade (Ed.), *Ciência em perspectiva: estudos, ensaios e debates* (pp. 133-149). Rio de Janeiro: MAST/SBHC.

Prata, R.V. e I. Martins (2008). Educação em ciências e educação de jovens e adultos: pela necessidade do diálogo entre campos e práticas. *Ciência & Educação*, 14, 2, 125-153.

Quintal, J.R. e A. Guerra (2009). A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. *A Física na Escola*, 10, 1, 21-25.

Sá, L.P. e S.L. Queiroz (2009). *Estudo de Casos no Ensino de Química*. Campinas: Átomo.

Santos Neto E.R. e M. Pietrocola (2005). Identificando o obstáculo cultural em aulas de física do ensino médio. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (CD-ROM).

Silva, B.V.C. (2010). *Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática*. [Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Silva, B.V.C. e A.F.P. Martins (2010). A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da história e da filosofia da ciência no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5, 2, 71-91. Em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID1110/v5\\_n2\\_a2010.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID1110/v5_n2_a2010.pdf)

Silva, B.V.C. e A.F.P. Martins (2009). Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. *A Física na Escola*, 10, 1, 17-20.

Silveira, A.F, Ataíde, A.R.P. Silva, A.P.B. e M.L.F. Freire (2010). Natureza da ciência numa seqüência didática: Aristóteles, Galileu e o movimento relativo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5, 1, 57-66. Em: [www.if.ufmt.br/eenci](http://www.if.ufmt.br/eenci).

Stinner, A.; McMillan, B.; Don Metz; Jilek, J. e S. Klassen (2003). The Renewal of Case Studies in Science Education. *Science & Education (Dordrecht)*, 12, 7, 617-643. Em: <http://www.springerlink.com/content/vrv362lwp211x211/fulltext.pdf>.

Trindade, L.S.P. (2009). História da ciência na construção do conceito de ciência. Em M.H.R. Beltran; F. Saito; R.N. Santos e W. Wuo (Eds.), *História da ciência e ensino: propostas, tendências e construção de interfaces* (pp. 91-96). São Paulo: Livraria da Física.

Viana, H.E.B. e P.A. Porto (2009). The Development of Dalton's Atomic Theory as a Case Study in the History of Science: Reflections for Educators in Chemistry. *Science & Education (Dordrecht)*, 19, 1, 75-90. Em: <http://www.springerlink.com/content/16555n56v1134111/fulltext.pdf>.