

Investigações em Ensino de Ciências – V15(1), pp. 7-59, 2010

HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO SOBRE O ENSINO DE ATRAÇÃO GRAVITACIONAL DESENVOLVIDO COM FUTUROS PROFESSORES (History of Science in Physics Teaching: A Study About the Teaching of Gravitational Attraction Developed Among Prospective Teachers)

Sandra Regina Teodoro Gatti [sandragatti@fc.unesp.br]

Apoio CNPq.

Roberto Nardi [nardi@fc.unesp.br]

Departamento de Educação, Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Bauru.

Dirceu da Silva [dirceuds@uol.com.br]

Departamento de Metodologia de Ensino, Faculdade de Educação, FE/UNICAMP.

Resumo

Relatamos aqui resultados de uma pesquisa referente à análise de uma experiência didática visando integrar a História da Ciência ao ensino de Física, tendo como pano de fundo o desenvolvimento histórico do tema atração gravitacional. A pesquisa, de natureza qualitativa, refere-se a um estudo de caso e foi desenvolvida junto a uma amostra de onze alunos de um curso de Licenciatura em Física de uma universidade estadual paulista. Procuramos inicialmente revelar as pré-concepções dos licenciandos sobre o tema, fornecendo um panorama que pôde ser usado para orientar as atividades a partir da realidade diagnosticada. O objetivo foi promover discussões sobre a existência e persistência das concepções alternativas, sobre a evolução histórica do tema atração gravitacional, além de leituras e debates de textos contemplando discussões recentes sobre a pesquisa em ensino de Ciências, de modo a gerar insatisfações com modelos tradicionais de ensino. Os licenciandos construíram suas próprias propostas de ensino, através do desenvolvimento, em situações reais no Ensino Médio, de um minicurso a partir das discussões realizadas em sala de aula, utilizando a História da Ciência e com base nas concepções alternativas levantadas junto a estudantes do Ensino Médio. A pesquisa foi realizada durante um ano letivo. Neste artigo relatamos o levantamento das concepções iniciais dos licenciandos e o desenvolvimento do curso proposto, além dos detalhes da aplicação dos minicursos desenvolvidos pelos participantes em situações reais de sala de aula, sua coerência e as mudanças de postura observadas nos licenciandos envolvidos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Formação inicial de professores, História e Filosofia da Ciência, Atração Gravitacional.

Abstract

We report here some outcomes of a research related to a didactical experience aiming to integrate the History of Science to the Physics Teaching, taking as background the historical development of the gravitational attraction. The research, of qualitative approach, is a case study and it was carried out in a sample of eleven students belonging to an undergraduate physics program (called *licenciatura* in Brazil) designed to form High School physics teachers in a São Paulo State Public University. We tried initially to reveal prospective teachers' conceptions in order to provide a prepare that was used to guide the activities from the reality's diagnosis. The aim was to promote discussions on the existence and persistence of alternative conceptions, on the historical evolution of the subject gravitational attraction, through readings and debates of texts contemplating recent subjects on the Science Education research, in order to generate dissatisfaction with traditional teaching models. The future High School physics teachers were asked to construct their own teaching proposal, through the development, in real situations, in a High School, of a mini-course based on: debates and synthesis developed in University classroom, the History of the Science and the student's alternative conceptions. In this paper we will analyze future teachers'

alternative conceptions, the development of the course proposed, and details of the mini-courses taught by the prospective teachers in real situations, among High School students, its coherence and the posture changes observed in them.

Keywords: Physics teaching, Teachers initial training, History and Philosophy of Science, Gravitational Attraction.

1. Introdução

Não é necessário fazer uma análise em profundidade sobre o ensino de Ciências no Brasil para verificar a distância profunda entre as propostas inovadoras, fruto de investigações na área de ensino de Ciências, e as ações desenvolvidas em sala de aula dos cursos de nível médio.

Os cursos de formação inicial e continuada de professores não têm, na maioria dos casos, conseguido lograrem avanços significativos, principalmente por desconsiderar o fato de que os docentes possuem pré-concepções sobre o que é importante ensinar, como fazê-lo, quais as causas do fracasso dos estudantes etc. (Levy e Sanmartí, 2001).

Neste sentido, muitos estudos (Gil Perez, 1991; Hasweh, 1996; Mellado, 1996; Hewson et. al., 1999 a-b; Levy e Sanmartí, 2001, entre outros) têm mostrado a existência e persistência de concepções tradicionais que os docentes possuem sobre a ciência e sobre os processos de ensino e aprendizagem, além de discutir sua influência sobre a prática docente.

Outros problemas e dificuldades também têm sido apontados nos cursos de formação de professores como, por exemplo, a dissociação entre a formação em conteúdos científicos e aqueles de natureza pedagógica, revelando que a formação limita-se, na maioria dos casos, à soma de conteúdos científicos e outros de cunho pedagógico, geralmente desvinculados.

Outro problema refere-se à falta de contato maior entre os pesquisadores que propõem projetos inovadores e os professores que, na condição de meros consumidores, devem modificar seu desempenho, adaptando-se às propostas (Cunha, 1999).

A transição para práticas coerentes com novos paradigmas requer uma discussão sobre os processos de ensino e aprendizagem (Levitt, 2001), pois o modelo tradicional, como um sistema paradigmático de concepções e crenças, comportamentos e atitudes, possui certa coerência e parece fornecer respostas para a maioria dos problemas educacionais (Furió, 1994).

Diante da constatação das problemáticas apontadas, o que fazer?

A discussão contida neste relato visa contribuir para as pesquisas sobre formação inicial de professores, partindo dos resultados apontados na literatura, buscando superar algumas limitações e deficiências, como acima citadas.

A pesquisa foi desenvolvida durante dois semestres letivos, a partir da realização de um curso com os licenciandos de Física, procurando acompanhá-los em sua evolução durante o processo, tanto no que se refere às concepções iniciais, quanto à aceitação de novas metodologias. Ou seja, o curso desenvolvido na experiência aqui relatada não considerou o futuro docente como um mero consumidor dos resultados de pesquisas, mas pretendia lhe oferecer oportunidades para o questionamento de sua prática e dos pressupostos que a permeiam.

A pesquisa buscou compreender se essa experiência didática centrada na integração da História da Ciência no ensino, levando-se em conta as concepções e experiências didáticas de futuros docentes, poderia contribuir para a aceitação de novas metodologias de ensino.

O planejamento do curso foi baseado em: dados sobre a evolução dos modelos de mundo, buscando evidenciar como o conceito de atração gravitacional desenvolveu-se historicamente; nas concepções alternativas mais comuns encontradas na literatura, incluindo um breve esboço de noções diagnosticadas em uma amostra de docentes de Física de ensino médio¹; e em sugestões de leituras e discussões de resultados de pesquisas recentes sobre os processos de ensino e aprendizagem de Ciências.

Há quatro pontos fundamentais a serem destacados nesta proposta:

1. A preocupação com as concepções que os futuros docentes apresentam sobre os processos de ensino e aprendizagem, já que muitos dos fracassos relatados em tentativas anteriores têm sido atribuídos à incapacidade dos cursos de formação em explicitar e confrontar as concepções dos professores (Hewson et. al., 1999 a-b).

2. A utilização da História da Ciência como um fio condutor das discussões que permeiam o curso, entendendo que ignorar a dimensão histórica da Ciência reforça uma visão distorcida e fragmentada da atividade científica (Castro e Carvalho, 1995). Uma visão positivista sobre a construção do conhecimento científico, por exemplo, implica na adoção de metodologias de ensino baseadas na transmissão e recepção passiva de conhecimentos, considerados como verdadeiros e imutáveis, dificultando a aceitação de metodologias inovadoras (Hewson et. al., 1999 a-b).

3. O desenvolvimento de conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de Ciências é considerado fundamental e integra a proposta. A promoção de discussões sistemáticas sobre os resultados de pesquisas referentes aos modelos de mudança conceitual e às concepções alternativas são atividades que facilitam a construção de uma concepção de ensino como mudança conceitual (Marion et. al., 1999).

4. O desenvolvimento e a aplicação de um minicurso elaborado pelos participantes em situações reais de sala de aula no Ensino Médio pode representar oportunidades para que os futuros docentes reflitam sobre sua prática e os pressupostos que a permeiam, além de contribuir para o desenvolvimento de relações mais complexas entre o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico (Cochran e Jones, 1998). A participação dos futuros docentes em situações de ensino é importante para que se estabeleçam reflexões entre a explicitação de suas idéias, a teoria discutida durante o desenvolvimento do curso e a sua prática docente.

Dessa forma, nesse artigo relatamos o processo de construção do modelo de formação proposto com estudantes de um curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública, realizadas dentro das disciplinas de Prática de Ensino de Física, as quais os futuros docentes estavam cursando.

Para tanto, esta comunicação analisa atividades desenvolvidas durante um ano letivo, incluindo o levantamento das concepções iniciais dos licenciandos e o desenvolvimento do curso proposto, além da aplicação dos minicursos desenvolvidos pelos participantes em situações reais de sala de aula, discutindo sua coerência e possíveis mudanças de postura dos licenciandos envolvidos.

2. Metodologia da pesquisa

A pesquisa aqui relatada trata-se de um **estudo de caso** e tem, portanto, um caráter **qualitativo**. É permeada por referenciais geralmente descritos na literatura como construtivistas² dos processos de ensino e aprendizagem, tendo como ponto de partida os resultados de pesquisas

¹ Questões foram aplicadas junto a uma amostra de 34 docentes participantes de projeto de educação continuada (Pró-Ciência).

² Nesta perspectiva, a aprendizagem é vista como um processo facilitado pela interação social, onde o sujeito constrói ativamente seu próprio conhecimento.

sobre: a) as concepções alternativas e os modelos de mudança conceitual, b) a utilização da História da Ciência no ensino e c) trabalhos recentes sobre a formação de professores.

A necessidade de compreender as possíveis mudanças de postura dos futuros docentes frente aos processos de ensino e aprendizagem, além de revelar os fatores que conduzem ou limitam a aceitação de novas metodologias de ensino nos conduziram à opção por uma metodologia qualitativa.

Os dados obtidos são predominantemente descritivos, incluindo transcrições de entrevistas, depoimentos, notas de campo, fotografias, descrições de pessoas e situações etc. Neste sentido, a preocupação é analisar os processos vivenciados e não apenas os produtos.

A **pesquisa qualitativa** segundo Bogdan e Biklen (1994), tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e a justificativa para o contato direto do pesquisador com a situação onde os fenômenos ocorrem é que, neste tipo de pesquisa admite-se que o comportamento humano é influenciado pelo contexto.

Isto implica verificar como um determinado problema

“(...) se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas”. (Ludke e André, 1986).

O **estudo de caso** representa uma das formas que uma pesquisa qualitativa pode assumir. Sua principal característica é a concentração em um incidente particular, envolvendo um único evento ou uma série de casos relacionados em um determinado período de tempo (Hitchcock e Hughes, 1995).

“Um estudo de caso refere-se a uma coleção e apresentação de informações detalhadas e relativamente não estruturadas de uma gama de fontes sobre um indivíduo particular, um grupo ou instituição, geralmente incluindo os relatos dos temas”. (Hammersley, 1989, p.93 apud. Hitchcock e Hughes, 1995, P.317-8).

Cohen e Manion (1994) revelam que a proposta desse tipo de pesquisa é estudar e analisar intensivamente um determinado fenômeno com vistas a possíveis generalizações.

Nesse sentido, Ludke e André (1986) salientam que os estudos de caso resultam em vantagens, porque são apropriados a casos singulares sem, no entanto restringir a possibilidade de novos estudos.

O estudo de caso mostrou-se importante nesta pesquisa porque acompanhamos as manifestações do processo de formação de nossa amostra de professores, em um contexto determinado, buscando retratar a realidade de forma profunda a fim de compreendê-la e interpretá-la.

Para tanto, uma das técnicas utilizadas nesta pesquisa é a entrevista do tipo **Grupo focal**. Este tipo de entrevista envolve uma discussão objetiva, conduzida ou moderada que introduz um assunto a um grupo e direciona o debate de maneira não estruturada (Parasuraman, 1986, apud. Giovinazzo, 2001).

Tal procedimento, como uma entrevista em grupo, permite coletar dados em curto espaço de tempo e em quantidade adequada (Giovinazzo, 2001).

“O uso do Focus Group é particularmente apropriado quando o objetivo é explicar como as pessoas consideram uma experiência, uma idéia ou um evento, visto que a discussão durante as reuniões é efetiva em fornecer informações sobre o que as pessoas pensam ou sentem ou, ainda, sobre a forma como agem”. (Giovinazzo, 2001).

Osborne e Collins (2001) argumentam que a utilização do Grupo focal apresenta vantagens sobre as entrevistas individuais por oferecer oportunidades de exploração de temas de interesse de uma forma dinâmica, utilizando a interação do grupo para desafiar e investigar as posições expostas pelos participantes.

Nesta pesquisa, a utilização do Grupo focal revelou-se imprescindível para a reorganização, reformulação e melhor adequação do planejamento de curso elaborado para as situações reais de sala de aula.

Além disso, contribuiu para a explicitação e reflexão das concepções dos futuros docentes sobre os processos de ensino e aprendizagem e sobre a possibilidade da aproximação da História da Ciência no ensino.

Outro aspecto que merece destaque é a utilização do **VOSTS**³, como instrumento de coleta de dados. Trata-se de um questionário de múltipla escolha, empiricamente construído, que procura avaliar as concepções de ciência em uma perspectiva de interligação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

A versão completa do instrumento é constituída por 114 questões, o que seria demasiadamente longa e exigente para ser utilizada nesta pesquisa. Deste modo, optamos por utilizar uma escala abreviada do VOSTS, com oito questões que versavam sobre os seguintes temas: 1) definição de Ciência, 2) uniformidade do conhecimento científico, 3) a natureza do conhecimento científico, 4) efeito do gênero nas carreiras científicas, 5) natureza dos modelos científicos, 6) o método científico, 7) a importância do consenso na Ciência e 8) produção do conhecimento.

3. Descrição e análise da experiência didática

3.1 – Os licenciandos da amostra

O trabalho acompanhou aspectos da formação pedagógica de onze licenciandos durante um ano letivo, enquanto cursavam as disciplinas de Prática de Ensino de Física.

Para preservar as identidades dos participantes optamos por adotar nomes fictícios: Ana, Carolina, Celso, Elaine, Fabiana, Felipe, Gustavo, Karina, Mariana, Renato e Roberta.

Com relação à experiência profissional dos futuros docentes, Ana e Elaine já haviam lecionado em situações reais de sala de aula no Ensino Fundamental como professoras eventuais. Renato e Gustavo tinham trabalhado com alfabetização de adultos. Felipe, Celso e Carolina estavam trabalhando em escolas particulares de Ensino Médio. Os demais (Fabiana, Karina, Mariana, Roberta) nunca haviam lecionado e só possuíam experiência sobre situações de ensino e aprendizagem enquanto estudantes.

3.2 – Etapas do processo

O trabalho desenvolvido nas disciplinas de Prática de Ensino de Física, durante um ano letivo foi estruturado como mostra o Quadro 1:

³*Views on Science-Technology-Society.* (Aikenhead e Ryan, 1992).

Quadro 1: Estrutura geral dos momentos de intervenção em sala de aula.



A fim de permitir uma melhor compreensão do processo, durante o relato das atividades desenvolvidas, dividiremos a análise em quatro momentos, conforme explicitado no Quadro 2:

Quadro 2: Momentos de análise dos dados.

		Momentos do Curso	Elementos de análise
1º Semestre	O trabalho com os futuros docentes: o curso	1º Momento Levantamento de concepções iniciais.	Análise das concepções iniciais dos participantes.
		2º Momento Desenvolvimento do curso baseado em dados sobre a evolução dos modelos de mundo, buscando evidenciar como o conceito de atração gravitacional desenvolveu-se historicamente; nas concepções alternativas mais comuns encontradas na literatura, incluindo um breve esboço de noções diagnosticadas em uma amostra de docentes de Física de ensino médio; e em sugestões de leituras e discussões de resultados de pesquisas recentes sobre os processos de ensino e aprendizagem de Ciências.	Análise da participação e resistência dos licenciandos durante as atividades do curso.
2º Semestre	Aplicação da proposta em sala de aula.	3º Momento Elaboração das propostas de minicursos e desenvolvimento em situações reais no Ensino Médio.	As propostas de minicursos desenvolvidas pelos licenciandos e os resultados da aplicação em sala de aula no ensino médio.
		4º Momento Levantamento de concepções finais.	Considerações sobre a evolução dos licenciandos e análise das concepções ao final do processo.

3.3 – MOMENTO 1: Análise das concepções iniciais dos licenciandos

a) Concepções alternativas sobre o tema atração gravitacional

Para este levantamento utilizamos um questionário escrito que foi respondido pelos alunos. Foram aplicadas seis questões que buscavam revelar as noções dos licenciandos sobre os seguintes aspectos: 1) força impressa no lançamento de corpos, 2) necessidade de um meio para a atuação da força atrativa, 3) queda dos corpos e 4) o movimento orbital.

Esses temas aparecem com frequência nos estudos sobre concepções alternativas e já haviam sido apontados anteriormente como padrões de noções mais comuns (Teodoro, 2000).

Optamos por analisar as concepções dos participantes estabelecendo categorias. Segundo Bardin (1994),

“Classificar elementos em categorias, impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com os outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles” (Bardin, 1994, p.118).

Utilizamos, para tanto, o procedimento por “milha”⁴, onde o sistema de categorias não é fornecido e o título conceitual de cada categoria só é definido no final da operação (Bardin, 1994).

Assim, as respostas dos alunos ao questionário inicial foram classificadas em quatro categorias de análise que nós agrupamos, da menos elaborada, para a mais elaborada, e que são sintetizadas no Quadro 3 a seguir.⁵

Quadro 3: Características das categorias de análise.

	Força impressa.	Necessidade de um meio físico.	Queda dos corpos.	Movimento orbital.
CATEGORIA 1	Não há indícios de concepções de força impressa.	Toda força necessita de um meio para se propagar.	Velocidade de queda proporcional ao peso.	No espaço quase não há gravidade.
CATEGORIA 2		Não.	Os corpos caem ao mesmo tempo. Forças iguais.	Não há gravidade no espaço.
CATEGORIA 3		Não.	Os corpos caem ao mesmo tempo no vácuo. Aceleração é a mesma para ambos.	Referência à gravidade e a um movimento de queda livre. Não explícita.
CATEGORIA 4		Não.	Os corpos caem ao mesmo tempo no vácuo. Aceleração é a mesma para ambos.	Referência a um movimento circular, a uma força central e uma velocidade tangencial.

Quadro 4 evidencia a distribuição dos alunos pesquisados em categorias de respostas, da concepção menos elaborada (categoria 1) para a mais elaborada (categoria 4).⁶

⁴ Para Bardin (1994), a categorização pode empregar dois processos inversos. O primeiro, quando é fornecido o sistema de categorias e repartem-se da melhor maneira os elementos, à medida que vão sendo encontrados. O segundo, quando o sistema de categorias não é fornecido *a priori*, resultando da classificação analógica e progressiva dos elementos. É o que a autora classifica como procedimento “por milha”.

⁵ Tal abordagem dos dados foi inspirada no modelo utilizado por outros pesquisadores da área de Ensino de Ciências, tais como Silva (1995) e Covolan (2004).

⁶ A análise dos dados, disponível em Gatti (2005), pode ser acessada em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000349631>

Quadro 4: Distribuicão dos sujeitos da amostra por categorias de respostas.

ALUNOS	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4
Ana	X			
Carolina			X	
Celso			X	
Elaine		X		
Fabiana		X		
Felipe				X
Gustavo		X		
Karina	X			
Mariana			X	
Renato		X		
Roberta	X			

As concepções iniciais dos licenciandos sobre alguns aspectos do conceito de gravidade revelam resultados semelhantes aos evidenciados em pesquisas anteriores.

De modo geral, os alunos têm dificuldades em relacionar eventos terrestres e celestes, explicando o movimento de um astronauta e de sua nave como devido ao fato de não haver gravidade no espaço, ou desta ser muito fraca (resposta apresentada por sete participantes nas categorias 1 e 2).

“A nave mantém-se em órbita devido ao fato de estar longe da Terra e de haver pouca gravidade no espaço” (Roberta – categoria 1).

“A nave permanece em órbita e o astronauta flutua pois quase não há gravidade no interior da mesma” (Ana – categoria 1).

“O astronauta no interior da nave experimenta uma situação de imponderabilidade ou ausência de peso, pois a nave para estar em órbita fica fora do campo gravitacional do planeta, com a ausência de força gravitacional, tanto o astronauta quanto a nave permanecem em uma situação de como se estivessem flutuando” (Gustavo – categoria 2).

A concepção de que corpos no espaço estão fora do alcance da força atrativa tem sido relatada em diversos trabalhos (Zylbersztajn, 1983; Nardi, 1989; Bar et. al., 1994). Em certos casos, o limite de atuação da força gravitacional está relacionado com a atmosfera, justificando o fato de que os movimentos celestes diferem dos movimentos terrestres e que portando deveriam ter uma explicação diferente.

É interessante notar que em nenhum momento houve menção à existência de uma força impressa na direção do movimento de um corpo lançado a fim de mantê-lo. Também a questão da necessidade de um meio físico para a atuação da força atrativa gera dúvidas e confusões para os alunos classificados na categoria 1.

A questão versava sobre um objeto sobre o prato de uma balança em um ambiente totalmente fechado e submetido à ação de uma bomba de sucção. Os alunos deveriam descrever o que aconteceria com a indicação do mostrador.

“A balança irá marcar nada, ou seja, ficará apontando para o zero” (Karina – categoria 1).

“A indicação da balança irá diminuir, pois sem ar, ela não sofre muito com os efeitos da gravidade.” (Ana – categoria 1).

Com relação à queda dos corpos, três alunas ainda sustentam a visão de que a velocidade de queda de um corpo é proporcional ao seu peso.

Este fato motivou reflexões sobre os conhecimentos específicos de Física durante a realização do curso.

Tais informações foram imprescindíveis para nortear as discussões, no sentido de não subestimar as dificuldades dos licenciandos.

b) Concepções sobre a construção do conhecimento científico – o questionário VOSTS.

A utilização de questões do VOSTS - *Views on Science-Technology-Society* (Aikenhead e Ryan, 1992)⁷ nesta pesquisa teve como objetivo revelar algumas concepções dos futuros docentes sobre a construção da Ciência e do conhecimento científico.

Isto se justifica, pois alguns autores (Gallagher, 1991; Hewson, Kerby e Cook, 1995; Porlán e Martín Del Pozo, 1996; Porlán et. al., 1998, apud Aznar et. al., 2001; Hewson et. al., 1999 a-b; Diaz, 2000) têm afirmado que a concepção de Ciência do professor pode interferir na forma como este ensina. Dessa forma, uma visão positivista sobre a construção do conhecimento científico, por exemplo, implicaria na adoção de metodologias de ensino baseadas na transmissão e recepção passiva de conhecimentos considerados como verdadeiros e imutáveis, dificultando aceitação de novas metodologias (Hewson et. al., 1999 a-b).

Canavarro (2000) revela que o VOSTS não pretende colher resultados numéricos e sim agregar concepções quanto a tópicos relacionados com a Ciência e a Tecnologia numa perspectiva de interligação à sociedade.⁸

Entendemos que, por se tratar de um único momento de coleta de dados, com um único instrumento, os resultados aqui discutidos podem oferecer apenas indícios sobre as noções dos participantes. Ainda assim, a análise das respostas dos participantes revela-se importante para que se possa delinear um ponto de partida para nossa proposta de intervenção.

Optamos por fazer essa análise de maneira geral devido a grande dificuldade de estabelecer categorias para os licenciandos com os quais trabalhamos nesta amostra. Pudemos notar uma grande diversidade de respostas e, em certos casos, o mesmo aluno apresentava concepções contraditórias, mais ou menos elaboradas dependendo do aspecto analisado.⁹

É importante salientar que as categorias de respostas apresentadas nos quadros a seguir foram extraídas do questionário VOSTS e não das respostas dos participantes, razão pela qual, em alguns tópicos há assertivas que não foram selecionadas.

⁷ Com exceção das três últimas alternativas de cada questão (Não entendo; Eu não sei o suficiente sobre este assunto para fazer uma escolha; Nenhuma das opções anteriores corresponde ao meu ponto de vista) que durante uma aplicação preliminar com estudantes da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado na UNICAMP foram avaliadas como supérfluas e prejudiciais à interpretação da informação.

⁸ Em sua versão final, o VOSTS aparece composto por 114 itens, dispostos em 8 dimensões de análise. Nesta pesquisa utilizamos os 8 itens extraídos de Aikenhead e Ryan (1992).

⁹ Para esclarecer mais, nosso interesse é analisar o processo como um todo, sem nos restringir às trajetórias individuais dos participantes.

O Quadro 5 revela as concepções dos licenciandos sobre a Ciência.

Quadro 5: Definição de Ciência.

1. Definir Ciência é difícil porque a Ciência é complexa e realiza muitas coisas. Mas, basicamente, Ciência é:	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
A. Um estudo de campos tais como Biologia, Química e Física.											
B. Um corpo de conhecimentos, tais como princípios, leis, teorias, que explicam o mundo ao nosso redor (matéria, energia e vida).				X	X	X	X	X	X		X
C. Explorar o desconhecido e descobrir novas coisas sobre nosso mundo e universo e como eles funcionam.		X									
D. Realizar experimentos a fim de resolver problemas de interesse sobre o mundo ao nosso redor.											
E. Inventar ou projetar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais).											
F. Encontrar e usar conhecimento para fazer este mundo um melhor lugar para se viver (por exemplo, curando doenças, resolvendo problemas de poluição e melhorando a agricultura).	X		X							X	
G. Uma organização de pessoas (chamadas de cientistas) que têm idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.											
H. Ninguém pode definir Ciência.											

À solicitação para definirem Ciência, os sujeitos da amostra optaram de forma muito significativa (sete indivíduos) pela opção B, revelando a Ciência como um corpo de conhecimentos.

Um dos licenciandos optou pela alternativa C, demonstrando uma concepção exploratória da Ciência e outros três, associam-na com a melhoria na vida das pessoas (alternativas E e F).

Os estudantes não relacionam a Ciência aos aspectos sociais da construção do conhecimento científico (alternativa G).

A uniformidade da Ciência, ou seja, sua independência de fatores tais como a intervenção de divindades, é tema da segunda questão relatada no Quadro 6.

Quadro 6: A uniformidade da Ciência.

2. A Ciência apóia-se na suposição de que o mundo natural não pode ser alterado por um ser superior (por exemplo, uma divindade). Os cientistas supõem que um ser superior NÃO alterará o mundo natural:	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
A. Porque o sobrenatural está além da prova científica. Outras opiniões, fora do domínio da Ciência, podem entender que um ser superior pode alterar o mundo natural.			X	X		X		X		X	
B. Porque se um ser sobrenatural existisse, os fatos científicos, mudariam numa piscada de olhos. MAS os cientistas repetidamente obtêm resultados consistentes.					X						
C. Depende. O que os cientistas entendem por ser sobrenatural depende de cada cientista individualmente.											

D. Qualquer coisa é possível. A Ciência não sabe tudo sobre a natureza. Portanto, a Ciência deve ser aberta à possibilidade de que um ser sobrenatural pode alterar o mundo natural.	X	X					X		X		X
E. A Ciência pode investigar o sobrenatural e possivelmente pode explicá-lo. Portanto, a Ciência pode assumir a existência de seres sobrenaturais.											

A concepção predominante entre os alunos pesquisados (6 licenciandos) é coerente com o modelo científico vigente que a uniformidade é um aspecto central do conhecimento científico (alternativas A e B). Entretanto, cinco dos participantes revelam uma concepção compatível com a noção criacionista (alternativa D), ou seja, admitem a possibilidade da intervenção de uma divindade no mundo natural.

A existência de tais preconceções pode ser muito prejudicial a um programa de ensino que busca fazer com que os estudantes construam ou reconstruam significados para os fenômenos (Driver, 1988; West e Pines, 1995 apud Aikenhead e Ryan, 1992).

A questão 3, explicitada no Quadro 7, procura identificar se os licenciandos crêem que o conhecimento científico expressa a realidade do universo (ontologia) ou é uma criação da mente (epistemologia).

Quadro 7: A natureza do conhecimento científico.

3. Para esta questão, considere que o garimpeiro “descobre” o ouro e que o artista “inventa” a escultura. Algumas pessoas acham que os cientistas <i>descobrem</i> as teorias científicas. Outras, que os cientistas <i>inventam</i> as teorias científicas. Qual a sua opinião sobre o assunto?	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
Os cientistas descobrem as teorias científicas:											
A. Porque a idéia já estava lá para ser descoberta.											
B. Porque a teoria científica é baseada em fatos experimentais.					X						
C. Mas os cientistas inventam métodos para encontrar as teorias.							X				
D. Alguns cientistas podem <i>tropeçar</i> numa teoria por acaso, descobrindo-a. Mas outros cientistas podem inventar teorias a partir de fatos que eles já conhecem.	X		X			X		X	X	X	X
Os cientistas inventam as teorias científicas:											
E. Porque a teoria é uma interpretação de fatos experimentais que os cientistas descobriram.		X		X							
F. Porque invenções (teorias) vêm da mente – nós as criamos.											

Apenas dois licenciandos identificaram o conhecimento como construção humana, apresentando uma visão coerente com a epistemologia moderna (alternativas E e F). Outros dois participantes apresentam uma noção ontológica de que o conhecimento científico revela a realidade das coisas que estão postas para serem descobertas (alternativas A, B e C).

Para sete dos licenciandos pesquisados a concepção de que os cientistas fazem descobertas por acaso (alternativa D) é a mais plausível.

Aikenhead e Ryan (1992) sugerem que tal noção pode ter sido influenciada pela mídia e até mesmo por historiadores da Ciência.

A quarta questão procurava verificar se os estudantes identificavam a influência de valores na produção científica (vide Quadro 8).

Quadro 8: O efeito do gênero nas carreiras científicas.

4. Existem muito mais mulheres cientistas hoje do que se costumava ter antes. Isto fará diferença nas descobertas científicas. As descobertas científicas feitas por mulheres tendem a ser diferentes daquelas feitas por homens. <i>Não há diferença nas descobertas feitas por cientistas masculinos ou femininos.</i>	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
A. Porque qualquer cientista competente, eventualmente fará a mesma descoberta de outro cientista competente.							X				
B. Porque cientistas femininos ou masculinos têm o mesmo treinamento.								X			X
C. Porque, acima de tudo, mulheres e homens são igualmente inteligentes.											
D. Porque mulheres e homens são iguais em relação ao que querem descobrir, em Ciência.											
E. Porque os objetivos da pesquisa são definidos por demandas ou desejos não apenas dos cientistas, mas de outros.											
F. Porque todos são iguais, independente do que fazem.											
G. Porque quaisquer diferenças em suas descobertas são devidas a diferenças entre indivíduos. Tais diferenças não têm nada a ver ao fato de ser homem ou mulher.	X	X			X	X			X	X	
H. As mulheres talvez façam descobertas diferentes porque, por natureza ou por educação, mulheres têm diferentes valores, pontos de vista, perspectivas ou características (tais como sensibilidade por conseqüências).			X	X							
I. Os homens talvez façam descobertas diferentes porque homens são melhores em Ciência do que mulheres.											
J. As mulheres igualmente podem talvez fazer melhores descobertas que os homens porque são geralmente melhor do que os homens em coisas como instinto e memória.											

Neste caso específico, discutia-se a questão das sub-culturas masculina e feminina e seu alcance nas decisões científicas.

Algumas pesquisas sobre a produção do conhecimento científico (Bleier, 1988; Keller, 1983; Longino, 1983 apud Aikenhead e Ryan, 1992) têm demonstrado que os valores contextuais de cada sub-cultura influenciam a construção do conhecimento.

No quadro acima, apenas dois licenciandos revelam a noção de que as sub-culturas podem influenciar as decisões e, portanto, o conhecimento produzido por homens e mulheres (alternativa H).

A quinta questão (vide quadro 9) procurava investigar se os participantes encaram os modelos científicos como cópias da realidade (concepção ontológica) ou como construções humanas (visão epistemológica).

Quadro 9: A natureza dos modelos científicos.

5. Muitos modelos científicos são usados em laboratórios de pesquisa (tais como o modelo do neurônio, DNA, ou do átomo). Nesse sentido, podemos considerar que:	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
Os modelos científicos <u>SÃO</u> cópias da realidade:											
A. Porque os cientistas dizem que eles são verdadeiros, então eles devem ser verdadeiros.											
B. Porque muitas evidências científicas provam que eles são verdadeiros.		X	X					X			X
C. Porque eles são verdadeiros para a vida. O objetivo deles é mostrar-nos a realidade ou nos ensinar algo a respeito dela.											
D. Os modelos científicos aproximam-se de ser cópias da realidade, porque eles são baseados em observações científicas e pesquisa.	X				X	X	X		X	X	
Os modelos científicos <u>NÃO SÃO</u> cópias da realidade:											
E. Porque eles são simplesmente úteis para aprendizagem e explicação, dentro de suas limitações.											
F. Porque eles mudam com o tempo e de acordo com o estado de nosso conhecimento, da mesma forma que as teorias.											
G. Porque estes modelos devem ser idéias ou suposições estudadas, uma vez que você realmente não pode ver a coisa real.				X							

De acordo com o quadro acima, podemos perceber que apenas um licenciando identificou o conhecimento como construção humana (alternativas E, F e G).

Quatro participantes apresentam uma concepção ontológica, encarando os modelos como cópias da realidade (alternativas A – C). Tal concepção é compatível com o que Nadeau e Desautels (1984 apud Aikenhead e Ryan, 1992) chamam de “realismo ingênuo”, ou seja, o conhecimento científico é visto como reflexo das coisas como realmente seriam.

Os outros seis licenciandos apresentam uma visão intermediária, não compatível com uma visão puramente epistemológica, pois ainda revela indícios de realismo ingênuo (alternativa D).

A sexta questão (vide Quadro 10) versava sobre a compreensão dos participantes sobre o método científico. Aikenhead e Ryan (1992) revelam que atualmente os epistemólogos concordam que não há um método rígido.

A maioria dos estudantes pesquisados (10) crê em uma forma definida de fazer ciência através da utilização do método científico (alternativas de A – C). Nenhum dos participantes escolheu a alternativa compatível com a visão da epistemologia contemporânea, de que não há um método rígido como aquele proposto inicialmente em etapas (alternativa D).

A opção de que muitas descobertas são realizadas ao acaso, também presentes na terceira questão, surge aqui novamente e foi assinalada por um dos licenciandos (alternativa E). É interessante notar uma certa contradição nas respostas, já que, na terceira questão, sete licenciandos descreveram a Ciência como composta de descobertas casuais.

Quadro 10: O método científico.

6. Os melhores cientistas são aqueles que seguem os passos do método científico.	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
A. O método científico garante validade, clareza, lógica e resultados acurados. Portanto, a maioria dos cientistas segue os passos do método científico.	X							X			
B. O método científico deveria funcionar bem para a maioria dos cientistas, baseado no que nós aprendemos na escola.											
C. O método científico é útil em muitas situações, mas não nos garante resultados. Portanto, os melhores cientistas <i>usarão também</i> originalidade e criatividade.		X	X	X	X	X	X		X	X	
D. Os melhores cientistas são aqueles que usam qualquer método que possa fornecer resultados favoráveis (incluindo o método da imaginação e criatividade).											
E. Muitas descobertas científicas foram feitas por acidente, e não através do método científico.											X

Os futuros docentes também se mostram divididos sobre a questão do consenso na Ciência (vide Quadro 11).

Quadro 11: A importância do consenso em Ciência.

7. Quando uma nova teoria científica é proposta, os cientistas devem decidir se a aceitam ou não. Os cientistas tomam suas decisões por consenso; isto é, os proponentes da teoria devem convencer a grande maioria dos colegas cientistas a acreditar na nova teoria.	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
Os cientistas que propõem uma nova teoria DEVEM CONVENCER outros cientistas:											
A. Mostrando-lhes evidências conclusivas que provam que a teoria é verdadeira.		X			X		X				X
B. Porque a teoria é útil à Ciência somente quando a maioria dos cientistas acredita nesta teoria.											
C. Porque quando um número de cientistas discute uma teoria e suas novas idéias, os cientistas provavelmente irão revisar ou atualizar a teoria. Em resumo; para atingir um consenso, os cientistas tornam as teorias mais precisas.				X		X			X	X	
Os cientistas que propõem uma nova teoria NÃO DEVEM CONVENCER outros cientistas:											
D. Porque a evidência provada fala por si mesma.								X			
E. Porque os cientistas, enquanto indivíduos, decidirão por eles mesmos se usam ou não aquela teoria.											
F. Porque um certo cientista pode aplicar uma teoria até que esta explique resultados e é útil, não interessa o que os outros cientistas pensem.	X		X								

Como pode ser observado na tabela acima, enquanto quatro licenciandos acreditam na importância do consenso para o desenvolvimento científico (alternativas B e C), três o rejeitam simplesmente. (alternativas D – F).

Outros quatro futuros professores acreditam ingenuamente que o consenso é conseguido através da demonstração de resultados conclusivos que mostram que a teoria é verdadeira (alternativa A). Para Nadeau e Desautels (1984 apud AIKENHEAD E RYAN, 1992), nessa concepção há indícios de “experimentalismo crédulo”, ou seja, a experimentação torna possível a verificação conclusiva de hipóteses.

Na oitava questão (vide Quadro 12), os participantes eram convidados a refletir sobre a produção do conhecimento científico. Dois alunos revelam uma visão de ciência compatível com a visão da epistemologia moderna de que há uma constante reconstrução (alternativa B). Outros três alunos crêem que o conhecimento evolui desaprovando o conhecimento do passado (alternativa A). Os demais alunos crêem que os fatos não mudam, possuem uma visão cumulativa do conhecimento (alternativas C e D).

Quadro 12: A produção do conhecimento científico.

8. Mesmo quando as investigações científicas são feitas corretamente, o conhecimento que os cientistas descobrem a partir destas investigações pode mudar no futuro.	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
A. Porque os novos cientistas refutam as teorias ou descobertas de velhos cientistas. Os cientistas fazem isto usando novas técnicas e instrumentos aperfeiçoados, através do domínio de novos fatores ou através da detecção de erros na investigação original “correta”.					X				X		X
B. Porque o conhecimento antigo é reinterpretado à luz de novas descobertas. Os fatos científicos podem mudar.						X				X	
C. O conhecimento científico PARECE mudar porque a interpretação ou explicação de velhos fatos pode mudar. Os experimentos corretamente feitos produzem fatos imutáveis		X		X							
D. O conhecimento científico PARECE mudar porque os novos conhecimentos são somados aos velhos conhecimentos; os velhos conhecimentos não mudam.	X		X				X	X			

A análise dos dados apresentados nesse instrumento permitiu uma idéia geral sobre o que esses licenciandos pensam sobre alguns aspectos da Ciência.¹⁰

De uma maneira geral, pudemos identificar várias dificuldades nas concepções dos licenciandos sobre alguns aspectos da natureza da Ciência:

- A Ciência é vista pela maioria (sete dos sujeitos) como uma enciclopédia de fatos estabelecidos, sem admitir o caráter social de sua construção.
- A uniformidade da Ciência é apontada por seis dos envolvidos. Entretanto, para cinco dos participantes a postura criacionista é totalmente plausível, ou seja, estariam dispostos a admitir a intervenção de uma divindade no mundo natural.

¹⁰ Embora seja imprudente generalizar os resultados obtidos neste estudo, pode-se afirmar que respostas semelhantes podem ser encontradas em outros grupos de licenciandos em cursos de formação.

- Não há uma visão uniforme sobre as teorias científicas, vistas por sete licenciandos como descobertas casuais, enquanto o restante dos participantes se divide entre uma concepção puramente ontológica ou epistemológica.
- A questão da influência dos valores contextuais das sub-culturas é ignorada por nove dos participantes. Outros dez crêem em modelos científicos reproduzindo a realidade a ser descoberta (visão ontológica).
- O método científico e seus passos rígidos são aceitos por dez sujeitos como imprescindíveis ao desenvolvimento da Ciência, admitindo-se uma forma exata de se obter o conhecimento científico.
- Quanto à produção científica, dois participantes revelam uma noção compatível com a epistemologia moderna de que haveria uma constante reconstrução do conhecimento, enquanto outros seis crêem em uma imagem cumulativa da Ciência.

Podemos concluir que os licenciandos não desenvolveram uma noção coerente sobre a Ciência que pretendem ensinar.

c) Concepções sobre a integração da História da Ciência no Ensino de Ciências – A entrevista de grupo focal ¹¹.

Durante a entrevista de grupo focal realizada com os futuros professores, procuramos identificar suas concepções sobre as possibilidades da utilização da História da Ciência no ensino. Foram levantados aspectos referentes ao que os licenciandos determinaram como vantagens e dificuldades de se introduzir a História na prática docente. A análise das repostas revelou dados, em um certo sentido, semelhantes a alguns aspectos discutidos na literatura recente sobre o tema.

Quando indagados sobre as **vantagens** da inserção de aspectos históricos no ensino de Física, quatro aspectos foram citados pelos participantes:

- 1. Como motivação:** a introdução da História aqui é vista como meio capaz de despertar o interesse pelas aulas de Física, o que facilitaria a aprendizagem dos alunos. Esta concepção foi expressa por todos os participantes da amostra. Tal aspecto da inserção da História da Ciência no ensino é defendido por alguns autores (Castro e Carvalho, 1992; Matthews, 1994) por acreditarem que possa, entre outras contribuições, tornar as aulas mais interessantes.
- 2. Como desmistificação:** a História permite aproximar a Ciência do indivíduo, o que tornaria o conhecimento não apenas mais interessante como também mais compreensível. Nessa abordagem, a História da Ciência seria incorporada ao ensino como forma de contribuir para humanizar a Ciência (Diaz, 2000).
- 3. Oferece uma visão de ciência em construção:** a concepção de processo aparece nessa categoria.

¹¹ Este tipo de entrevista envolve uma discussão objetiva, conduzida ou moderada que introduz um assunto a um grupo e direciona o debate de maneira não estruturada (Parasuraman, 1986, apud. Giovinazzo, 2001). Tal procedimento, como uma entrevista em grupo, permite coletar dados em curto espaço de tempo e em quantidade adequada (Giovinazzo, 2001).

4. Como cultura geral: aqui a inserção de aspectos históricos é vista a partir de um caráter informativo.

Com relação às **dificuldades** que enfrentariam, os futuros docentes citaram os seguintes aspectos:

1. Falta de tempo nas aulas: as poucas aulas de Física presentes na estrutura curricular do Ensino Médio público, além da necessidade de se cumprir o programa são apontados pelos alunos como fatores que impossibilitariam a integração de aspectos da História ao ensino.

2. Preconceito dos alunos: os futuros docentes relatam a dificuldade que enfrentariam em convencer os alunos de que uma atividade diferenciada não significa perda de tempo.

3. Falta de conhecimento sobre o tema: os licenciandos revelam a dificuldade em ensinar a partir de uma metodologia diferenciada sem os subsídios históricos necessários.¹²

4. Tempo para o professor preparar as aulas: o fator econômico é citado neste aspecto, revelando o pouco tempo disponível para o planejamento das aulas já que os docentes devem assumir muitas aulas em diferentes unidades escolares, a fim de garantir um salário digno.

5. Falta de materiais disponíveis: os alunos assumem desconhecer bons materiais didáticos sobre a História e a Filosofia da Ciência que poderiam subsidiar o trabalho docente.

Esta dificuldade, relatada pelos alunos tem sido apontada na literatura como um fator que impossibilitaria a integração da História da Ciência no Ensino.

A maioria dos textos didáticos sobre a História da Ciência, apresenta os conhecimentos científicos como uma progressão linear de eventos, produzindo um conhecimento cumulativo e imutável, fruto de descobertas realizadas por cientistas geniais.

Thomas Kuhn (1975) argumenta que o pouco de história contida nesses manuais frequentemente apresenta distorções, faz referências dispersas a “grandes heróis” de épocas anteriores e transmite uma imagem cumulativa e linear do desenvolvimento científico. Sanches Ron (1988) afirma que os estudiosos da história geral não têm explorado a riqueza dos trabalhos produzidos nas últimas décadas por historiadores da ciência. Bastos (1998 a-b) revela que os textos disponíveis dificilmente contemplam as necessidades específicas do ensino fundamental e médio. Conseqüentemente o docente não dispõe de muitas opções quando decide trabalhar com aspectos históricos da evolução dos conceitos.

O Quadro 13 procura sintetizar as concepções sobre a inserção da História da Ciência no ensino relatadas durante a entrevista de grupo focal.

A resistência à adoção de uma nova metodologia de ensino pode ser percebida em diversos momentos da fala dos participantes. Várias são as justificativas apresentadas para que não se tente introduzir mudanças.

¹² Na estrutura curricular deste curso de licenciatura, a disciplina de Evolução dos Conceitos da Física só é ministrada no último semestre.

Quadro 13: Síntese das concepções relatadas pelos alunos durante a entrevista.

		FREQUÊNCIA DAS RESPOSTAS Total de alunos entrevistados = 11
VANTAGENS	Motiva	11
	Desmistifica	11
	Visão de Ciência como Processo	10
	Cultura Geral	3
DIFICULDADES	Falta de tempo nas aulas	11
	Preconceito dos alunos	4
	Falta de conhecimento sobre o tema	9
	Tempo para o professor preparar as aulas	8
	Falta de materiais adequados disponíveis	8

1. Falta de interesse dos alunos:

“(...) lá na escola onde eu fiz estágio, você não sente interesse. Eu não estou querendo ser totalmente negativa, né, mas... Você sente interesse ali num cantinho, mas no geral... parece que eles perderam o interesse.”

“(...) o aluno já chega desinteressado por que, no ensino fundamental ele já foi aprovado sem ele precisar estudar, então faz com que ele não queira saber de nada”.

2. Falta de conhecimentos prévios:

“(...) mas aí tem o negócio da bagagem, né? Porque não adianta você chegar lá numa turma de 2º colegial pra trabalhar com Termo e Ondas, e daí? Eu vou ensiná-los a pensar? Eu acho complicado, com quatro aulas semanais....trabalhar com a Física “pensante”. (...) ajudar o aluno a pensar, raciocinar sozinho, a tirar informações da bagagem que ele tem eu acho complicado.

“(...) mas a gente discute e discute aqui, mas o aluno chega para a gente no Ensino Médio já com uma vivência muito ruim, né? Uma falta de cultura e de educação muito grande. É complicado tentar fazer alguma coisa diferente se eles não tem os pré-requisitos”.

3. A História deveria ser introduzida desde o ensino fundamental:

“(...), mas eu acho importante também que nesse negócio de História da Ciência tem que ser não só introduzido no Ensino Médio, tem que começar desde quando a pessoa é criança. Ele tem Ciências na escola desde a primeira série praticamente. (...) Eles não foram inserindo esses conhecimentos na gente, daí chega lá no ensino médio, chega lá na hora de estudar mesmo, que aperta por causa do vestibular, você não consegue, não tem tempo mais de aprender. Você não aprende aquilo na sua vida, você vai aprender aquilo lá em um ano? E daí só dá tempo de dar fórmulas...”

“(...) o legal é você ir introduzindo a História, não dá pra gente pegar e no ensino médio querer ver... abruptamente introduzir a História da Ciência. Eu acho que tudo isso tem que vir de uma forma crescente, né? [...] Então colocar abruptamente Ciências no ensino médio, falar de História da Ciência assim de repente eu acho que cria um pouco de preconceito, no caso”.

4. A escola pública está em descrédito, afetando a auto-estima dos alunos:

(...) “hoje o que acontece é que a escola, de um modo geral, a escola pública mesmo tá em descrédito, né? Em relação à sociedade. Por que...o desinteresse, hoje a gente tem que discutir o desinteresse dos alunos, né? Não só pela Física, mas por todas, todas as matérias, né? Porque a gente enfrenta muitos problemas no ensino médio.”

“(...) eu acho que a falta de interesse dos alunos começa aí, falar que a escola pública tá em descrédito. Isso atinge a auto-estima dos alunos”.

5. Baixos salários e péssimas condições de trabalho:

“(...) Porque a gente também tava falando que a gente tem que incentivar o aluno a estudar, a aprender, desenvolver metodologias, tudo, tudo, mas que incentivo que dá pro professor, qual que é? R\$ 600,00 de salário por mês? O professor precisa comer, precisa sustentar a família. É muito bonitinho falar assim: ah o professor tem que fazer o papel social. E aí como é que ele vive? O Estado dá incentivo? Dá condição de trabalho? Você tem que ir numa escola onde você tem que enfrentar aluno com faca, com revolver, e aí?”

Embora tenham sido capazes de identificar alguns aspectos propostos para a integração da História da Ciência no ensino discutidos na literatura sobre o tema, os licenciandos mostram uma visão ainda muito arraigada no ensino por transmissão.

Mesmo admitindo sua importância, a introdução de elementos históricos é frequentemente relacionada ao fato de se contar fatos e curiosidades como forma de introduzir um tema, chamando a atenção dos alunos.

“(...) eu acho que vai ser muito fácil o aluno entender o que você está querendo transmitir se você começar a falar da mesma maneira que aquela pessoa que descobriu tal coisa pensou, entendeu?”

“(...) então começar com a História, contando um pouquinho da história para motivar os alunos, para depois transmitir o conceito, fazer a motivação do aluno para depois você fechar o conteúdo com alguns cálculos”.

A resistência à mudança frente aos processos de ensino e aprendizagem relatado acima é coerente com os resultados de Hewson et. al. (1999 a-b), que relacionam as concepções prévias dos futuros docentes sobre o tema, além do conhecimento estático e fragmentado do conteúdo e a concepção positivista da construção do conhecimento científico como elementos que dificultam o desenvolvimento de uma postura construtivista.

d) Concepções sobre alguns aspectos dos processos de ensino e aprendizagem.

Neste tópico apresentamos um breve levantamento de algumas noções dos licenciandos sobre os processos de ensino e aprendizagem.

As questões deste instrumento eram dissertativas e as categorias apresentadas no quadro abaixo foram extraídas das respostas dos participantes.

Quadro 14: Síntese das concepções relatadas pelos alunos.

Opiniões dos futuros professores sobre alguns aspectos dos processos de ensino e aprendizagem.	Futuros professores										
	Ana	Carolina	Celso	Elaine	Fabiana	Felipe	Gustavo	Karina	Mariana	Renato	Roberta
1. Pretende ser professor?	x		x	x	x	x			x	x	x
2. As principais dificuldades da profissão docente estão relacionadas:											
a) À falta de interesse dos alunos, baixos salários e péssimas condições de trabalho.		x	x	x			x	x	x	x	x
b) À burocracia das escolas e a falta de reconhecimento do trabalho.	x				x	x					
3. O aspecto gratificante da atividade docente refere-se:											
a) À aprendizagem dos alunos.		x		x	x	x	x	x	x	x	x
b) À possibilidade de atuar em uma escola aberta à inovações.	x		x								
4. Uma boa aula deve:											
a) Ser bem preparada com variadas fontes de consulta.	x				x		x		x	x	x
b) Conter experimentos.				x				x			
c) Considerar as pré-concepções dos estudantes.		x	x								
5. A avaliação da aprendizagem dos alunos deve ser feita a partir:											
a) Da participação em sala de aula, de trabalhos realizados durante as aulas e de uma prova escrita.	x	x	x		x				x		
b) De uma prova escrita.				x		x	x	x		x	x
6. A razão da falta de motivação dos alunos refere-se:											
a) Às aulas tradicionais, baseadas na resolução mecânica de exercícios sem a compreensão dos conceitos.	x			x	x				x	x	x
b) A existência da progressão continuada ¹³ .						x	x	x			
c) À falta de auto-estima dos alunos.		x	x								
7. Para que o professor obtenha maior participação de seus alunos nas aulas ele deve:											
a) Propor aulas mais dinâmicas.		x	x	x	x						
b) Mostrar o valor do conhecimento.							x			x	x
c) Respeitar os alunos.	x					x		x	x		
8. A indisciplina em sala de aula é causada por:											
a) Aulas desinteressantes e alunos desmotivados.	x	x	x		x	x			x	x	x
b) Falta de educação e respeito pelo professor.				x				x			
c) Excesso de liberdade.							x				

Alguns aspectos das opiniões relatadas acima merecem destaque. Os licenciandos relacionam como principais dificuldades do trabalho docente a falta de interesse dos alunos, baixos salários e péssimas condições de trabalho.

¹³ O Sistema de Progressão Continuada é um regime de organização da escola, proposto para o ensino fundamental na LDB – Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de dezembro de 1996. Após a promulgação da lei, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo adotou o ensino fundamental em dois ciclos: de 1ª a 4ª e de 5ª a 8ª série, podendo o aluno ser ainda reprovado no final de cada ciclo. Caso ocorra a repetência, a idéia é que o aluno receba um ano de ensino especial, trabalhando apenas os conteúdos e habilidades não dominadas dessas quatro séries. O objetivo da progressão continuada é evitar os problemas relativos à repetência (em termos pessoais e sociais), garantindo a aprendizagem contínua do aluno pelos oito anos de escolarização mínima e obrigatória. O problema, entretanto, é que, na maioria dos casos, a progressão continuada torna-se apenas progressão automática.

“(...) Hoje em dia, as condições precárias de trabalho, o desinteresse por parte dos alunos, aliado a fatores sociais fazem com que essa profissão não seja uma boa opção”.

“(...) Está difícil conseguir um salário digno, mas o pior mesmo é enfrentar salas superlotadas, uma carga horária estafante e a falta de interesse dos alunos em aprender”.

A burocracia das escolas e a falta de apoio da direção também foram apontadas:

“(...) O grande problema é a direção/burocracia da escola, principalmente da escola pública. Você às vezes quer fazer algo de bom aos alunos e é impedido pela diretora, simplesmente porque a sua função lá é manter os alunos...no mais absoluto silêncio, dentro da sala de aula”.

“(...) A carreira no Estado é pouco valorizada. O que é mais difícil é querer fazer um bom trabalho, inovador e não ter o apoio da Unidade Escolar”.

A referência a um ensino tradicional aparece na quarta questão que buscava identificar o que os participantes identificavam como uma boa aula. A transmissão de conteúdos é apontada em grande parte das respostas.

“Uma boa aula deve ser bem preparada, com várias fontes de consulta. Para prepará-la o professor deve acima de tudo dominar o conteúdo. O assunto deve ser transmitido de forma lógica e clara, facilitando a absorção do conteúdo por parte do aluno. Acho também interessante sempre que possível, ilustrar as aulas com experimentos e vídeos”.

“O professor deve primeiramente dominar o conteúdo antes de tentar passá-lo aos alunos. A aula deve ser preparada com antecedência e conter todo o conteúdo necessário para o aprendizado do aluno. O professor deve repetir sempre que necessário às informações que os alunos não compreenderam.”

“Uma boa aula deve ser bem preparada e muito bem pesquisada. Deve-se elaborar um roteiro para a fixação dos conhecimentos. Deve-se passar os conceitos de tal forma que ao final da aula não restem dúvidas sobre o assunto”.

“A aula deve ser objetiva, clara e com linguagem/nível de dificuldade adequado para o aprendizado. A preparação é essencial para que os alunos possam estar motivados para absorver todas as informações importantes”.

Há alguma referência às concepções alternativas dos estudantes, provavelmente como reflexo dos cursos anteriores de Prática de Ensino¹⁴, entretanto, os licenciandos não relacionam de forma coerente sua utilização e crêem que o ensino formal terá o poder de facilmente convencer os alunos a adotar as noções científicas.

“(...) Inicialmente devemos ouvir as concepções espontâneas dos alunos. Depois, cabe-nos expor a teoria do assunto. Depois, devemos matematizar a teoria, deduzindo de maneira clara e lógica as fórmulas. Não podemos esquecer de retomar o início da aula para corrigir as concepções iniciais dos alunos”.

“(...) Uma boa aula é aquela que trabalha em cima das concepções espontâneas dos alunos. É necessário tomar conhecimento sobre o que o aluno pensa a respeito do assunto, depois expor o conteúdo e, finalmente, explicar para o aluno que a sua concepção não é correta. Dessa forma, ele poderá perceber o erro e adquirir novos conceitos”.

¹⁴ Os futuros docentes já haviam cursado em semestres anteriores as disciplinas de Prática de Ensino I, II e III.

Os futuros docentes descrevem uma metodologia tradicional, entretanto, afirmam que as aulas desinteressantes são uma das principais causas da falta de motivação dos alunos para aprender e da indisciplina.

“(...) Aquela aula chata em que só o professor fala, fala e fala e o aluno só ouve, não participa de nada (aula tradicional)”.

“(...) Acho que o que mais desmotiva é a falta de incentivo por parte dos professores e principalmente a sonolenta aula tradicional que é apresentada”.

“(...) aquela coisa de fórmulas e fórmulas sem ter um conteúdo consistente para entender tal fórmula. O aluno não entende nada e resolve não prestar mais atenção.”

“(...) Geralmente, a indisciplina é consequência de uma aula desinteressante”.

Outro aspecto levantado pelos licenciandos refere-se à existência da progressão continuada, desmotivando o aluno que já não precisa se esforçar muito para ser aprovado.

“(...) Eu acho que é culpa da tal ‘progressão continuada’ pois o aluno sabe que não precisa estudar, que no final do ano vai ser aprovado”.

“(...) a progressão continuada não funciona e está, cada vez mais, formando analfabetos diplomados”.

A avaliação é outro tema que merece destaque. É interessante notar que todos os participantes relacionam a necessidade de uma prova escrita como forma de avaliar a aprendizagem dos alunos, mesmo aqueles que sugerem a possibilidade de outros instrumentos.

“(...) Acho indispensável uma avaliação individual escrita, sendo que o professor faça a prova de um modo que não seja tão fácil (trivial), nem tão difícil; algo que consiga descrever se o aluno realmente aprendeu, entendeu o assunto.”

“(...) Deve-se fazer uma prova com frequência a critério do professor, mas acredito que uma por bimestre é suficiente.”

“(...) Acho que uma prova escrita é um bom método de avaliação. Uma prova com matéria suficiente para que o aluno possa se preparar. Quatro ou cinco provas no semestre. Trabalho em grupo, participação e frequência também podem ser bons elementos de avaliação”.

Uma breve síntese

De uma forma geral pudemos, através dos instrumentos aplicados nessa fase inicial de nosso trabalho, delinear alguns aspectos importantes com referência a nossa amostra de licenciandos. Assim, as pré-concepções parecem apontar na mesma direção relatada na literatura sobre a pesquisa em Ensino de Ciências por diversos autores da área.

No que diz respeito aos conceitos sobre atração gravitacional pesquisados pudemos perceber ainda a existência de algumas concepções alternativas, principalmente com relação à dificuldade de se estabelecer uma causa única para os movimentos terrestres e celestes.

A existência e a persistência de noções alternativas em estudantes de nível universitário e professores têm sido relatada em pesquisas da área (por exemplo, Gunstone e White, 1981; Berg e Brower, 1991; Nardi, 1989, Teodoro, 2000; Gatti, Nardi e Silva, 2004 ,2007; Nardi e Gatti,

2001,2004 a-b; Gatti, 2005; entre outras) evidenciando as dificuldades do ensino tradicional em obter uma evolução nas concepções dos estudantes.

Nesse sentido, apesar dos resultados estarem de acordo com as pesquisas na área, o fato de alunos do último ano do curso de licenciatura em Física apresentarem noções ainda classificadas nas categorias 1 e 2 gera preocupações com relação ao seu futuro profissional como docente com grandes dificuldades conceituais.

As questões do VOSTS sugerem dificuldades na visão de Ciência dos participantes, o que pode influenciar de forma expressiva a forma com que irão ensinar Ciências e nas decisões que irão tomar em sala de aula (Armella e Waldegg, 1998; Hewson et. al. 1999 a-b).

Além disso, a entrevista de grupo focal revela na fala dos alunos fortes indícios de resistência à mudança, traduzidos nas dificuldades relatadas em se introduzir novas metodologias de ensino.

Finalmente, com relação aos conceitos sobre os processos de ensino e aprendizagem, em muitos momentos aparecem noções que sugerem um grande apego ao modelo tradicional, no qual se assume a existência de um corpo de conhecimentos aceitos pela comunidade científica, que poderá ser transmitido pelo professor e passivamente recebido pelo aluno.

Tais dados estão de acordo com as pesquisas sobre a formação de professores que sugerem a existência de um pensamento docente espontâneo, que se traduz nas pré-concepções que os indivíduos possuem sobre os processos de ensino e aprendizagem que se tornam verdadeiros obstáculos para a aceitação de metodologias inovadoras (Gil Perez, 1996).

3.4 – MOMENTO 2: As atividades do curso no primeiro semestre letivo.

As atividades do curso desenvolvido com os licenciandos tinham como foco principal a discussão de temas relacionados com a construção do conhecimento científico, a evolução histórica do tema atração gravitacional e as pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de Ciências.

Para tanto, foram organizadas atividades de leitura, debates e sínteses dos temas estudados com o objetivo de contribuir para a evolução dos licenciandos (Teodoro, 2000)¹⁵.

Alguns pontos merecem destaque. Enquanto debatiam sobre a existência e persistência das concepções alternativas, uma interessante discussão foi levantada quando alguns licenciandos expressaram a opinião de que se o professor fosse “bastante persuasivo” conseguiria convencer o aluno de que ele estava errado.

Em muitos momentos ficava claro que apesar de considerarem a importância das discussões e do desenvolvimento histórico que estudávamos, muitos licenciandos ainda esboçavam a forte noção de que seria muito difícil seguir a carreira docente com um novo enfoque, não tradicional, já que não se sentiam preparados para isso.

Os licenciandos relataram ainda que estavam desenvolvendo algumas aulas a serem apresentadas em outra disciplina do curso e que o docente responsável havia afirmado que não havia problema algum em ser tradicional e que para ser um bom professor não havia necessidade de grandes mudanças.

¹⁵ O relato completo das atividades realizadas está disponível em Teodoro (2000) e Gatti (2005). Com relação aos textos sobre a História da Ciência, foram utilizados autores, tais como: Bernal (1965, 1969), Cohen (1967), Grant (1983), Koestler (1989), Koyré (1973, 1979, 1991), Peduzzi (1998), Schurmann (1945), Zanetic (1995), entre outros.

Nesse sentido, nosso trabalho contrariava as experiências didáticas vivenciadas pelos futuros professores até o presente momento (Hewson et. al, 1999 a –b) e eles relutavam em aceitar novos conceitos de ensino e aprendizagem de Ciências, uma vez que para se desenvolver um trabalho diferenciado como o que estávamos buscando construir, havia a necessidade de um maior envolvimento e dedicação por parte deles.

Ao final do semestre, realizamos uma segunda entrevista de grupo focal, onde pretendíamos verificar, a partir das reflexões realizadas em sala de aula, da elaboração dos planejamentos de minicursos e da experiência vivenciada nas atividades de estágio, quais eram as expectativas dos participantes com relação à aplicação da proposta em situações reais de ensino.

Estaremos a seguir analisando os resultados da entrevista.

3.4.1 - Expectativas e resistências dos licenciandos – A segunda entrevista de grupo focal .

As idéias apresentadas durante o debate ao final do semestre fornecem, além das expectativas, um relato das dificuldades e resistências dos licenciandos à mudança de postura frente aos processos de ensino e aprendizagem.

Quando indagados sobre suas **expectativas** com relação aos resultados da aplicação das propostas de minicursos¹⁶ no Ensino Médio, os alunos citaram os seguintes aspectos:

1. Substituir as concepções alternativas dos alunos: nesta categoria estão presentes os licenciandos que atribuem à sua proposta de minicurso a capacidade de substituir as noções dos alunos pela noção científica. Apesar dos debates realizados durante o curso, ainda persiste uma visão de ensino baseada na transmissão passiva de conteúdos. A seguir apresentamos alguns exemplos das opiniões emitidas:

“(...) Eu espero poder passar uma grande quantidade de conceitos, sabe? Além de acabar com as concepções alternativas dos alunos sobre o tema (...). Eu espero um resultado muito bom com relação à captação de conceitos”. (Gustavo).

“(...) As minhas expectativas serão satisfeitas caso as respostas dos alunos com relação ao questionário de concepções sejam totalmente diferentes do primeiro para o segundo, né?(...) Eu acredito que um curso dotado de alguns recursos visuais como a apresentação que eu pretendo fazer em Power Point e uma boa explicação oral sobre os temas possibilite aos alunos uma boa compreensão dos fenômenos”. (Mariana)

2. Contribuir para propor uma reflexão sobre o tema: os licenciandos aqui classificados consideram que sua proposta pode suscitar um debate sobre o tema, gerando insatisfação dos alunos com relação às suas noções alternativas, além de inserir a História para demonstrar a evolução dos conceitos e a existência de modelos em Ciência. Os participantes sugerem a possibilidade de haver evoluções nas concepções dos alunos, sem, entretanto, afirmar que tais noções serão facilmente *moldadas*.

“(...) Eu espero conseguir fazer com que os alunos reflitam sobre as idéias que eles apresentaram no questionário inicial e para isso eu vou usar a História da Ciência. Eu quero fazer com que eles debatam o tema entre si, pois assim eu acredito que eles entendam e não apenas memorizem as equações”. (Karina).

¹⁶ Os minicursos dos licenciandos deveriam ser elaborados de acordo com as discussões realizadas durante o curso, ou seja, construídos a partir das concepções alternativas dos alunos e de aspectos da História da Ciência no ensino. Na sequência do artigo serão fornecidos três exemplos de planejamentos desenvolvidos em situações reais de sala de aula.

“(...) Eu espero despertar o interesse dos alunos para o assunto e fazer com que eles participem da minha aula, expondo suas idéias mesmo que elas sejam diferentes dos nossos conhecimentos atuais. (...) Acho que com os experimentos que eu pretendo fazer e com a História da Ciência eu vou conseguir fazer com que os alunos assimilem nossas atuais concepções sobre gravidade (...), talvez nem todos, mas eu acredito que se o aluno se questionar e buscar uma resposta para as dificuldades, ele já estará crescendo”.(Renato).

De acordo com o Quadro 15, ao final do desenvolvimento do curso, apenas quatro alunos demonstravam um discurso mais engajado com a proposta debatida.

Quadro 15: Expectativas dos alunos com relação à aplicação dos minicursos.

LICENCIANDOS	EXPECTATIVAS
Ana Carolina Celso Elaine Gustavo Mariana Roberta	Substituir as concepções alternativas dos estudantes.
Fabiana Felipe Karina Renato	Contribuir para propor uma reflexão sobre o tema, buscando evoluções nas noções dos alunos.

Em vários momentos da discussão, os participantes, apesar da crença de que suas propostas trariam resultados mais interessantes do que o ensino ministrado nas escolas, revelam ainda fortes resistências à mudança.

As dificuldades em relação à inserção de inovações no ensino que deverão ser encontradas no processo são relatadas pelos licenciandos como:

1. Dificuldade na elaboração da proposta:

“(...) A gente nunca fez uma coisa diferente (...) eu tenho dificuldade de imaginar uma aula não tradicional”. (Mariana).

“(...) eu vou tentar que a minha aula seja participativa, né? Mas dá um certo receita de não conseguir, sabe? Porque eu estou tentando adaptar o que a gente estudou aqui para o Ensino Médio, mas eu acho difícil sair do giz e lousa (...)” (Elaine).

2. Falta de interesse e indisciplina dos alunos:

“(...) Como os alunos não costumam participar das aulas, eu acredito que essa é a maior dificuldade que eu vou enfrentar (...) parece que eles não têm muito interesse em aprender”.(Celso).

“(...) Eu vejo no estágio que na maioria das vezes os alunos ficam conversando entre si e atrapalhando a aula. Tenho receio de que uma atividade em grupo acabe virando uma ‘festinha’, sabe?” (Ana).”

3. Falta de conhecimentos suficientes sobre o tema:

“(...) Eu tenho medo de não conseguir responder todas as dúvidas geradas pelo assunto, que eu acho um pouco complexo. Quando o professor procura mais a participação e o

debate nas aulas, ele tem que estar mais bem preparado. (...) É diferente de quando ele simplesmente joga a matéria na lousa para os alunos copiarem”. (Karina).

“(…) No caso de algum aluno fazer uma pergunta e eu não souber responder, aí eu acho que eu fico desmoralizado perante a classe”. (Gustavo).

4. Falta de tempo:

“(…) Eu vejo que eu precisaria de mais tempo para fazer um trabalho mais reflexivo, mas eu não sei se vou conseguir que a professora libere mais aulas (...) No dia a dia do trabalho do professor eu acho que essa é uma grande dificuldade porque ele tem mil coisas para dar e acaba não sobrando tempo pra fazer nada diferente, né? (Roberta)”.

“(…) São só duas aulas de Física por semana, então eu acho complicado inserir outras coisas, a História por exemplo, sem atrapalhar o andamento do resto do conteúdo.” (Mariana).

Uma breve síntese

Durante a primeira parte da pesquisa, ou seja, no trabalho realizado com os licenciandos no primeiro semestre letivo, pudemos observar vários focos de resistência à inovação.

Os frutos da vivência dos licenciandos nos cursos tradicionais baseados na mera transmissão e recepção passiva de conhecimentos têm se mostrado um fator limitante para uma mudança de postura e a adoção de práticas de ensino diferenciadas.

Em vários momentos os alunos afirmaram sentirem-se prejudicados por não poderem estar debatendo sobre os processos de ensino e aprendizagem durante toda a formação universitária.

As discussões levantadas pelos participantes sobre os problemas na formação incluíram aspectos relatados na literatura sobre o tema, como por exemplo, a dissociação entre as disciplinas de conteúdo e disciplinas pedagógicas (Mcdermot, 1990; Bermudez et. al., 1994 apud Gil Perez, 1996; Carrascosa, 1996; Cudmani e Pesa, 1997 apud Barros Filho, 2002).

Além de um desabafo coerente, era também uma forma de justificar as dificuldades em integrar conhecimentos dispersos e inserir inovações no ensino de Física.

Outro foco constante de resistência refere-se à atribuição da culpa aos alunos do Ensino Médio, sua falta de pré-requisitos e interesse em aprender.

As expectativas dos licenciandos diante da experiência didática que deverão vivenciar, reveladas durante a segunda entrevista de grupo focal demonstram ainda um apego ao modelo tradicional de ensino.

Apesar das reflexões realizadas durante o curso, sete licenciandos ainda crêem em mudanças radicais nas formas de pensar dos alunos através da transmissão passiva de conhecimentos¹⁷.

Com relação à elaboração do minicursos, nossa tentativa foi a de subsidiar as mudanças e o objetivo era não interferir nas escolhas dos participantes.

Mesmo os quatro participantes que demonstram um discurso mais engajado com a proposta que sugerimos, apresentaram minicursos incompletos, o que impossibilitou sua análise.

¹⁷ Ver quadro 15.

Dessa forma, ficou acertado que os planejamentos deveriam ser revistos e apresentados sob a forma de seminários em sala de aula durante as atividades da disciplina de Prática de Ensino no segundo semestre letivo, antes do oferecimento do minicurso para alunos do Ensino Médio público da região.

A seguir, analisaremos as atividades desenvolvidas durante o segundo semestre letivo, discutindo as propostas de minicursos dos licenciandos, além de suas concepções no início e no final do processo, o que nos permitiu evidenciar a relação entre a evolução em suas noções e o desenvolvimento de propostas a partir das discussões realizadas durante o curso.

4. MOMENTO 3: o trabalho com os futuros docentes durante o *segundo semestre letivo*: a aplicação das propostas de minicursos.

Iniciamos o segundo semestre com as apresentações dos planejamentos de minicursos que haviam sido entregues pelos licenciandos, o que representava um momento de reflexão e aprofundamento dos temas antes de serem desenvolvidos em situações reais no ensino médio.

A cada semana, dois participantes tinham o equivalente a duas horas cada para expor os objetivos da proposta, bem como explicitar a metodologia e os conteúdos que seriam trabalhados em sala de aula. Os demais participantes puderam opinar, oferecendo críticas e sugestões.

Em alguns casos, os licenciandos afirmaram ter modificado a proposta em função das sugestões dos colegas, ou ainda, através da observação de alguma iniciativa que acharam interessante.

Após as apresentações, os licenciandos foram liberados das aulas presenciais para aplicarem a proposta nas escolas de nível médio, o que foi acompanhado e registrado em vídeo.

Com a conclusão do estágio de regência, retomamos as aulas presenciais com a apresentação de seminários dos licenciandos revelando para os demais participantes, detalhes da experiência didática vivenciada.

De acordo com a análise dos minicursos desenvolvidos, podemos dividir o trabalho dos futuros docentes em três grupos:

- 1) Propostas mais engajadas – licenciandos procuraram inserir inovações conforme debatidas em sala de aula na Universidade.
- 2) Propostas dissociadas da prática - planejamentos contendo algumas inovações e prática essencialmente tradicional.
- 3) Propostas tradicionais - proposta e prática coerentes com a lógica tradicional.

Apenas quatro minicursos foram desenvolvidos atendendo às discussões realizadas durante o curso na disciplina de Prática de Ensino de Física (categoria 1).

Fabiana, Felipe, Karina e Renato procuraram usar as pré-concepções dos estudantes, integrar a História da Ciência como forma de despertar o interesse pelo assunto estudado, além de demonstrar o caráter evolutivo das idéias científicas e revelar que estudiosos do passado defenderam noções semelhantes às concepções alternativas dos alunos. Promoveram ainda trabalhos e discussões em pequenos grupos.

Em outras cinco propostas observou-se a total dissociação entre teoria e prática (categoria 2). Ana, Carolina, Elaine, Mariana e Roberta realizaram minicursos baseados apenas na transmissão e recepção passiva de conhecimentos, apesar dos planos de aula refletirem algumas das discussões realizadas em sala de aula, como a explicitação das concepções alternativas dos alunos, a

inserção da História da Ciência. Além da realização de atividades em grupos e debates, as aulas desenvolvidas em situações reais não tiveram nenhuma relação com o planejamento apresentado.

Dois planejamentos foram idealizados e desenvolvidos a partir da lógica tradicional (categoria 3). Celso e Gustavo aplicaram minicursos coerentes com suas crenças no ensino baseado na recepção passiva de conhecimentos.

O Quadro 16 revela a distribuição dos licenciandos por categorias, relacionando as intenções dos licenciandos em continuar a utilizar inovações no ensino de Ciências.

Quadro 16: Categorias dos minicursos desenvolvidos pelos participantes e opinião dos licenciandos sobre a possibilidade de continuarem inserindo inovações no ensino de Física.

	LICENCIANDOS	Pretende continuar inserindo inovações no Ensino de Física (História da Ciência e concepções alternativas).			
		SIM	SIM (Com ressalvas)	NÃO	
1) Propostas mais engajadas.	Licenciandos procuraram inserir inovações conforme debatidas em sala de aula.	Fabiana Felipe Karina Renato	X	X X X	
2) Propostas dissociadas da prática.	Planejamentos contendo algumas inovações e prática essencialmente tradicional.	Ana Carolina Elaine Mariana Roberta		X X X X X	
3) Propostas tradicionais.	Proposta e prática coerentes com a lógica tradicional.	Celso Gustavo			X X

É interessante notar que, mesmo entre os futuros docentes que procuraram desenvolver minicursos mais coerentes com as nossas orientações, ainda persistiam aspectos relativos à lógica tradicional, como a utilização de aulas expositivas participativas, além de algumas ressalvas sobre as possibilidades de inserção de inovações no ensino de Física, tais como: a falta de tempo para o professor preparar as aulas, falta de preparo durante a formação o que dificultaria o abandono da concepção tradicional; desinteresse dos alunos, limitações impostas pelo “entorno escolar”, entre outras.

Dessa forma, dos onze minicursos analisados, sete (categorias 2 e 3) tiveram como base exclusivamente o modelo tradicional de ensino, sendo desenvolvidos a partir de aulas expositivas.

Os demais planejamentos (categoria 1), concebidos de forma mais inovadora, não conseguiram fugir totalmente da concepção tradicional de ensino, recorrendo, em alguns momentos, à aulas expositivas participativas, promovendo a interação dos estudantes, com perguntas e respostas.

Estaremos a seguir procedendo à análise mais detalhada de três dos planejamentos, um de cada categoria detalhada acima.

As propostas deveriam incorporar as discussões realizadas durante a disciplina de Prática de Ensino de Física, tais como a inserção da História da Ciência no ensino de Ciências, além das concepções alternativas dos estudantes sobre o tema.

Para tanto, inicialmente apresentaremos uma síntese dos planos de aula dos participantes. Algumas considerações serão incluídas a partir da apresentação que os licenciandos realizaram durante as atividades da disciplina de Prática de Ensino, antes da realização da regência em situações reais de sala de aula, procurando evidenciar suas expectativas.

Revelamos também uma breve discussão sobre a proposta sugerida pelo licenciando e o que realmente desenvolveu, incluindo suas justificativas e impressões expostas no relatório final e no seminário para a apresentação dos resultados.

4.1 – Exemplo de proposta mais engajada: O minicurso de Fabiana:

A licencianda já havia passado aos alunos do Ensino Médio no primeiro semestre letivo, durante seu estágio de observação, o questionário para avaliar as concepções alternativas sobre o tema atração gravitacional.

Fabiana procurou analisar as repostas e elaborar seu minicurso a partir das principais dificuldades encontradas. Em seu planejamento procura integrar as discussões acerca da História da Ciência como forma de despertar o interesse pelo assunto estudado, além de demonstrar o caráter evolutivo das idéias científicas.

O Quadro 17 procura sintetizar as idéias sugeridas pela aluna.

Quadro 17: Síntese do planejamento de minicurso sugerido pela aluna Fabiana.

Fabiana				
Primeiro ano do Ensino Médio – Colégio Técnico Industrial				
Aulas	Conteúdo	Atividade desenvolvida	Objetivos	Avaliação
Aulas 1 e 2	1) Introdução do tema gravitação. Justificativa para a abordagem histórica do tema.	Discussão sobre o porque estudar gravitação e discorrer sobre os diferentes modelos de mundo, buscando demonstrar o caráter evolutivo do conhecimento.	Despertar o interesse pelo assunto a ser estudado.	
		Formar grupos de cinco alunos e pedir que façam um modelo de mundo em papel A3, de acordo com os conhecimentos que eles possuem.	Avaliar a concepção de universo dos participantes.	Desenhos.
		Colar os desenhos na parede a fim de que todos vejam os modelos dos demais grupos.		
	2) Os modelos planetários dos babilônicos, egípcios, hebreus.	Expor os modelos históricos, ressaltando o fato de que antigas civilizações já tinham interesse em entender o funcionamento do mundo.	Demonstrar a evolução dos conceitos.	
	3) Os modelos de mundo de chineses, hindus e fenícios. Os sistemas geocêntrico e heliocêntrico. Modelo científico atual.	Apresentar em um retroprojetor os modelos citados, buscando promover um debate entre os alunos que deverão compará-los com os modelos dos grupos.		
Aulas 3 e 4	4) Leis de Kepler e lei da gravitação universal.	Aula expositiva participativa. Discussão das questões sobre concepções respondidas anteriormente e analisadas, buscando relacionar os conceitos estudados com os erros mais comuns cometidos pelos estudantes. Relacionar, quando possível, as concepções apresentadas pelos alunos a modelos históricos do passado.	Diminuir as pré-concepções dos alunos. Demonstrar que pensadores do passado já defenderam noções semelhantes.	
	5) Campo gravitacional; corpos em órbitas circulares; velocidade de escape.	Aula expositiva participativa. Discussão de questões tais como: a) se na Terra os objetos caem porque estão sob a ação da aceleração da gravidade, então porque a Lua não “cai” na Terra? b) Os astronautas “flutuam” na Lua?		Questionário com exercícios de vestibular.

Durante a apresentação da proposta do minicurso para os colegas na disciplina de Prática de Ensino, Fabiana revela sua decepção com as concepções dos estudantes com os quais deverá trabalhar.

“(...) Eu tinha uma expectativa com relação àquela turma e fiquei um pouco frustrada. Eu esperava que pelo menos eles tivessem uma noção melhor (...) sei lá, eu fiquei um pouco decepcionada. É que eu achei que a turma era boa, eu achei que a turma ia ser bem boa e tal e que eu ia poder fazer uma coisa legal, menos teórica, mas acho que eu vou ter que partir mesmo pra teoria”.

Diante das dificuldades diagnosticadas, a aluna revela a necessidade de se retomar as questões respondidas pelos alunos e inseri-las durante as discussões do minicurso, numa tentativa de diminuir o número de concepções alternativas. Com relação às expectativas, Fabiana revela:

“(...) Durante o curso, procurarei tirar as dúvidas e melhorar o conhecimento dos alunos sobre esse assunto. Assim, todas as questões presentes no questionário de concepções espontâneas vão ser revisadas, a fim de melhorar as concepções dos alunos”.

A licencianda demonstrou interesse em discutir questões relacionadas à queda dos corpos e movimento orbital. Sua proposta procurava partir das concepções dos estudantes, utilizando a História da Ciência como fio condutor dos debates de tal forma que, ao falar, por exemplo, na noção de força impressa desenvolvida na Idade Média, a licencianda procuraria discutir e confrontar a noção apresentada pela maioria dos alunos.

Entretanto, devido à proximidade das avaliações finais do quarto bimestre, a aula teve de ser reduzida pela metade, impossibilitando a realização de todas as atividades propostas.

Dessa forma, a aluna optou por manter a atividade em grupo sugerida e dedicar o restante do tempo a aulas expositivas participativas, com o auxílio do retroprojetor.

As discussões sobre as concepções alternativas diagnosticadas que deveriam ocorrer durante as atividades do minicurso foram deixadas para o final da aula, o que prejudicou a qualidade do trabalho.

A avaliação realizada levou em consideração apenas a aplicação de algumas questões conceituais de vestibular, respondidas pelos alunos.

Os resultados, de certa forma, não corresponderam às expectativas da licencianda.

“(...) Eu acho que eu poderia ter contribuído muito mais com a turma se eu tivesse tido o tempo necessário para aplicar tudo o que eu planejei. Eu fiquei insatisfeita porque eu não pude fazer a discussão das concepções deles como eu queria e por isso acho que não houve a melhora que eu esperava”.

Apesar das dificuldades encontradas na aplicação do minicurso, o planejamento da aluna reflete algumas das discussões realizadas em sala de aula e sua postura frente à experiência revela uma mudança em relação ao seu comportamento marcadamente resistente do início do curso.

Durante o ano letivo Fabiana revelou interesse em estudar concepções sobre diferentes conceitos físicos e solicitou que indicássemos alguns textos, além de pesquisar por conta própria artigos sobre o tema em revistas da área de Ensino de Ciências.

Como teve a oportunidade de explicitar e analisar as concepções dos alunos sobre o tema antes de preparar seu minicurso, Fabiana afirma ter se sentido mais preparada.

Em seu relato final, a aluna comenta que pretende continuar utilizando aspectos históricos e as pré-concepções dos estudantes em sua atividade docente, apesar das dificuldades encontradas na realidade escolar.

“(...) Após este trabalho que tive a oportunidade de realizar, ficou mais que claro que a História da Ciência é um poderoso instrumento para despertar o interesse dos alunos. (...) isso foi um ponto muito importante na aula. Apesar do pouco tempo eu notei que os alunos ficaram muito interessados no assunto e fizeram várias perguntas. (...) Isso fornece uma visão mais ampla do conhecimento, não apenas um monte de informações estáticas que aparecem de forma linear nos livros. Além disso, eu achei bem interessante fazer o diagnóstico das concepções deles e ver como são parecidas com aquelas que a gente já havia estudado”.

4.2 – Exemplo de proposta mais dissociada: O minicurso de Ana:

A proposta de minicurso da licencianda parte da explicitação das concepções alternativas dos estudantes sobre o tema atração gravitacional e procura integrar a História da Ciência como forma de despertar o interesse pelo assunto estudado, além de demonstrar o caráter evolutivo das idéias científicas.

Em sua apresentação do projeto de minicurso para a classe a aluna afirmava a intenção de realizar uma aula que envolvesse a participação dos alunos.

“(...) Eu vou desenvolver as idéias históricas com eles e quero fazer com que eles participem. Eu pretendo fazer atividades em que os alunos discutam os temas (...) não adianta eu ficar falando só. Eles têm que participar pra refletir sobre as idéias que eles têm e que precisam ser mudadas”.

Suas expectativas em termos de aprendizagem eram elevadas, indicando que apesar das discussões realizadas em sala de aula, Ana acreditava no simples abandono das concepções alternativas dos estudantes.

“Eu acho que vou poder instruir os alunos de tal modo que eles tenham uma visão mais profunda do universo em que vivemos. (...) Eu pretendo fazer com que eles consigam entender as leis físicas que regem o movimento dos corpos celestes e terrestres e assim, mudar a opinião errônea deles”.

O Quadro 18 revela o planejamento da aluna.

Mesmo refletindo algumas das discussões realizadas em sala de aula em seu minicurso, como a explicitação das concepções alternativas dos alunos, a inserção da História da Ciência além da realização de debates, as aulas desenvolvidas em situações reais seguem uma orientação tradicional a partir de aulas expositivas.

As concepções dos estudantes sobre o tema, reveladas inicialmente, não são retomadas e o desenvolvimento das aulas segue um padrão informativo, sem espaço para a participação dos alunos. Além disso, a avaliação restringiu-se a uma prova escrita, realizada ao final das aulas.

Quando questionada sobre a dissociação entre a proposta e a prática durante o seminário final para a exposição dos resultados, Ana atribui a culpa à falta de interesse dos alunos e ao seu receio de não conseguir desenvolver os conteúdos de forma inovadora.

Quadro 18: Síntese do planejamento de minicurso sugerido pela aluna Ana.

Ana				
Primeiro ano do Ensino Médio – Escola Pública				
Aulas	Conteúdo	Atividade desenvolvida	Objetivos	Avaliação
Aulas 1 e 2		Aplicação de um questionário para coletar as concepções dos alunos.	Avaliar as concepções alternativas dos estudantes sobre o tema.	Questões individuais.
		Discussão sobre a importância de se estudar Gravitação.	Despertar o interesse pelo tema.	
	1) Os modelos planetários geocêntrico e heliocêntrico (Aristóteles, Ptolomeu e Copérnico).	Aula expositiva participativa.	Demonstrar a evolução dos conceitos.	
Aulas 3 e 4	2) As leis de Kepler. 3) Lei da gravitação universal.	Aula expositiva participativa.	Demonstrar a evolução dos conceitos.	
	3) A experiência de Henry Cavendish – medida da constante G.	Aula expositiva participativa.	Demonstrar a evolução dos conceitos.	
Aulas 5 e 6	4) Noções básicas de: Movimento de satélites; Dias e noites; Eclipses; Marés.	Dividir a classe em grupos, solicitando que respondam: Como você explica: O movimento de satélites; A ocorrência de dias e noites; Os eclipses e as marés.	Avaliar as concepções alternativas dos estudantes sobre o tema.	Respostas dos grupos.
		Debater os resultados em plenária.	Eliminar as concepções alternativas dos estudantes.	
		Aplicação do questionário para coletar as concepções dos alunos.	Avaliar as novas concepções dos estudantes sobre o tema.	Questões individuais.

“No começo eu estava mais animada, mas quando eu comecei a dar as aulas eu senti uma falta de interesse enorme por parte dos alunos. Teve dia em que eu dei aula pra uma meia dúzia que queria aprender alguma coisa. (...) Além do mais eu tive medo de começar e não conseguir fazer uma aula mais participativa, dos alunos perceberem que eu estava meio atrapalhada e perguntarem coisas que eu não soubesse responder. (...) Eu preferi fazer mais tradicional mesmo”.

Sobre a intenção de continuar inserindo a História da Ciência no ensino e as pré-concepções dos estudantes, Ana revela:

“Eu vou continuar usando, mas apenas para uma introdução da matéria, algo mais ilustrativo mesmo, pois é muito interessante o estudante saber o que ele está estudando (...) Sobre as concepções eu acho interessante o professor saber para estar mais bem preparado para as aulas”.

4.3 – Exemplo de proposta tradicional: O minicurso de Celso:

A proposta de Celso foi coerente com as aulas ministradas por ele no Ensino Médio. O licenciando propôs a realização de um minicurso estritamente tradicional, baseado na exposição de fatos e avaliado a partir de uma prova escrita.

Em sua apresentação antes da realização do estágio de regência, o aluno comentou achar muito difícil fazer algo diferente. Em suas palavras:

“(...) Eu acho meio difícil inserir a História e levantar as concepções dos alunos e tudo mais do jeito que foi discutido aqui na classe. Eu prefiro fazer uma coisa mais tradicional porque pelo menos eu vou me sentir mais seguro e acho que não corro o risco de começar uma coisa e não saber terminar. Eu pretendo colocar algumas idéias sobre a História para os alunos saberem (...) pretendo fazer isso de uma forma mais expositiva mesmo”.

As expectativas em termos de aprendizagem reveladas eram elevadas, indicando que apesar das discussões realizadas em sala de aula, Celso acreditava no abandono das concepções alternativas dos estudantes mediante a simples exposição dos conteúdos.

“Eu acho que os alunos vão se interessar pelo simples fato de que o assunto é uma novidade e eu vou falar um pouco da História. Eu acredito que eu vou conseguir fazer com que eles aprendam, pois eu pretendo explicar bem os assuntos e fazer com eles alguns exemplos. Assim eu acho que eu vou obter bons resultados”.

O Quadro 19 revela a proposta do licenciando.

Quadro 19: Síntese do planejamento de minicurso sugerido pelo licenciando Celso.

Celso				
Segundo ano do Ensino Médio – Escola Particular				
Aulas	Conteúdo	Atividade desenvolvida	Objetivos	Avaliação
Aulas 1 e 2	1) Os modelos planetários geocêntrico e heliocêntrico. 2) As leis de Kepler. 3) Newton e a gravitação universal.	Aula expositiva. Realização de exercícios.	Demonstrar a evolução dos conceitos. Fixar os conceitos estudados.	
			Avaliar a aprendizagem dos alunos.	Prova escrita.

Não há uma preocupação com as concepções prévias dos alunos do Ensino Médio e a História aparece apenas com um caráter ilustrativo.

Celso relata não ter tido problemas na realização do minicurso, já que era o docente responsável pela disciplina e atribuiu nota às provinhas realizadas pelos alunos.

Em seu trabalho procurou enfatizar a realização de exercícios numéricos sobre as leis de Kepler e sobre a queda dos corpos, em detrimento das discussões conceituais.

Durante o seminário final para a exposição dos resultados, entretanto, o licenciando revela sua decepção com as avaliações dos alunos:

“Eu não fiquei muito satisfeito com os resultados das provinhas deles. Eu acho que eu vou ter que retomar esse assunto com eles, porque parece que o que eu quis transmitir não ficou muito claro”.

Sobre a intenção de integrar a História da Ciência e as concepções alternativas dos estudantes em sua atividade docente, Celso relata:

“Eu acho que não. É muito difícil fazer algo diferente do tradicional. Além do mais, na escola onde eu trabalho isso não é encarado como algo relevante, sabe? Lá temos que nos concentrar nas apostilas e cumprir o programa”.

É interessante notar que, mesmo entre os licenciandos que procuraram desenvolver minicursos mais coerentes com as nossas orientações, ainda persistem aspectos relativos à lógica tradicional como a utilização de aulas expositivas participativas, além de algumas ressalvas sobre as possibilidades de inserção de inovações no ensino de Física, tais como: a falta de tempo para o professor preparar as aulas, falta de preparo durante a formação o que dificultaria o abandono da concepção tradicional; desinteresse dos alunos, limitações impostas pelo “entorno escolar”, entre outras.

Dessa forma, dos onze minicursos analisados, sete (categorias 2 e 3) tiveram como base exclusivamente o modelo tradicional de ensino, sendo desenvolvidos a partir de aulas expositivas.

Os demais planejamentos (categoria 1), concebidos de forma mais inovadora não conseguiram fugir totalmente da concepção tradicional de ensino, recorrendo em alguns momentos a aulas expositivas participativas, promovendo a interação dos estudantes com perguntas e respostas.

5 - MOMENTO 4: Considerações sobre a evolução dos licenciandos e análise das concepções ao final do processo.

Como última atividade desenvolvida ao final do segundo semestre letivo, solicitamos aos futuros professores que respondessem novamente os questionários sobre concepções alternativas relacionadas ao tema atração gravitacional¹⁸ e sobre concepções de Ciências (VOSTS - *Views on Science-Technology-Society*, (Aikenhead e Ryan, 1992). Isto se justifica uma vez que pretendíamos verificar possíveis desenvolvimentos nas noções dos licenciandos.¹⁹

Iremos a seguir analisar os resultados, buscando traçar um paralelo entre as concepções iniciais e finais dos participantes.

a) Concepções alternativas sobre o tema atração gravitacional.

Para este levantamento utilizamos um questionário escrito, semelhante ao que foi inicialmente respondido pelos licenciandos. Foram aplicadas seis questões que buscavam revelar as noções dos licenciando sobre os mesmos aspectos pesquisados anteriormente: 1) força impressa no lançamento de corpos, 2) necessidade de um meio para a atuação da força atrativa, 3) queda dos corpos e 4) o movimento orbital.

¹⁸ O questionário sobre concepções alternativas sobre o tema atração gravitacional é semelhante ao respondido inicialmente pelos participantes (Gatti, 2005).

¹⁹ As questões sobre as concepções a respeito dos processos de ensino e aprendizagem, e sobre as possibilidades de inserção da História da Ciência no ensino de Ciências (entrevista de grupo focal 1) conforme relatadas, não foram repetidas, uma vez que tais noções foram reveladas durante o processo de elaboração e aplicação dos mini-cursos.

Novamente, optamos por analisar as concepções dos participantes estabelecendo categorias, utilizando o procedimento por “milha”, onde o sistema de categorias não é fornecido e o título conceitual só é definido no final da operação (Bardin, 1994).

Assim, as respostas dos futuros professores ao questionário foram classificadas nas mesmas quatro categorias de análise obtidas inicialmente, que foram agrupadas da menos elaborada para a mais elaborada.

O Quadro 20 revela as características das categorias de análise.

Quadro 20: Características das categorias de análise do questionário final.

	Força impressa.	Necessidade de um meio físico.	Queda dos corpos.	Movimento orbital.
CATEGORIA 1	Não há indícios de concepções de força impressa.	Toda força necessita de um meio para se propagar.	Velocidade de queda proporcional ao peso.	No espaço quase não há gravidade.
CATEGORIA 2		Não.	Os corpos caem ao mesmo tempo. Forças iguais.	Não há gravidade no espaço.
CATEGORIA 3		Não.	Os corpos caem ao mesmo tempo no vácuo. Aceleração é a mesma para ambos.	Referência à gravidade e a um movimento de queda livre. Não explícita.
CATEGORIA 4		Não.	Os corpos caem ao mesmo tempo no vácuo. Aceleração é a mesma para ambos.	Referência a um movimento circular, a uma força central e uma velocidade tangencial.

O Quadro 21 evidencia a distribuição dos licenciandos pesquisados em categorias de respostas no pós-teste, da concepção menos elaborada (categoria 1) para a mais elaborada (categoria 4). As setas representam as mudanças de categorias em relação ao teste inicial. Os demais licenciandos mantiveram suas noções iniciais.

Quadro 21: Distribuição dos sujeitos da amostra por categorias de respostas.

LICENCIANDOS	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4
Ana		X		
Carolina			X	
Celso			X	
Elaine			X	
Fabiana				X
Felipe				X
Gustavo		X		
Karina			X	
Mariana			X	
Renato			X	
Roberta		X		

Os resultados explicitados no quadro 21 demonstram a evolução ocorrida nas noções, já que as concepções dos licenciandos sobre alguns aspectos do conceito de gravidade ao final do

processo apresentam melhoras em relação ao teste inicial. Em alguns casos ainda há concepções semelhantes aos evidenciados em pesquisas anteriores sobre o tema como, por exemplo, sobre a queda dos corpos e movimentos celestes.

É interessante notar que, novamente, em nenhum momento houve menção à existência de uma força impressa na direção do movimento de um corpo lançado a fim de mantê-lo.

De modo geral, os licenciandos ainda têm dificuldade em relacionar eventos terrestres e celestes, explicando o movimento do astronauta e de sua nave como devido ao fato de não haver gravidade no espaço (resposta apresentada por três participantes classificados na categoria 2). Há ainda outros seis licenciandos (categoria 3) que fazem referência vaga à causa dos movimentos, citando a atração gravitacional, sem entretanto, apresentar uma noção conceitual sobre o tema.

A questão da necessidade de um meio físico para a atuação da força atrativa não gera problemas para nenhum dos licenciandos da amostra.

Com relação à queda dos corpos, nenhum dos licenciandos sustenta a visão de que a velocidade de queda de um corpo é proporcional ao seu peso (categoria 1).

Dos onze participantes do estudo, seis apresentaram evoluções em suas noções iniciais: Ana e Roberta (categoria 1 \rightarrow categoria 2); Elaine e Renato (categoria 2 \rightarrow categoria 3); Karina (categoria 1 \rightarrow categoria 3) e Fabiana (categoria 2 \rightarrow categoria 4). Os demais licenciandos mantiveram as concepções iniciais.

b) Concepções sobre a construção do conhecimento científico – o questionário VOSTS.

A análise das respostas ao questionário VOSTS revela uma mudança em relação às noções iniciais dos licenciandos²⁰.

A definição de Ciência (questão 1), avaliada inicialmente por sete licenciandos como um corpo de conhecimentos (alínea B), sem admitir o caráter social de sua construção passa a ser selecionada por cinco participantes.

Quatro licenciandos (Carolina, Fabiana, Karina e Renato) alteraram suas noções iniciais em favor de uma concepção que relaciona o aspecto social da construção do conhecimento científico (alternativa G). O Quadro 22 revela as noções dos participantes ao final do processo.

²⁰ Conforme mencionado anteriormente, entendemos que, por se tratar de um único momento de coleta de dados, com um único instrumento, os resultados aqui discutidos podem oferecer apenas indícios sobre as noções dos participantes. Ainda assim, a análise das respostas dos participantes revela-se importante para que se possa delinear possíveis mudanças durante a realização da intervenção.

Quadro 22: Definição de Ciência.

1. Definir Ciência é difícil porque a Ciência é complexa e realiza muitas coisas. Mas, basicamente, Ciência é:	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
A. Um estudo de campos tais como Biologia, Química e Física.											
B. Um corpo de conhecimentos, tais como princípios, leis, teorias, que explicam o mundo ao nosso redor (matéria, energia e vida).				X		X	X		X		X
C. Explorar o desconhecido e descobrir novas coisas sobre nosso mundo e universo e como eles funcionam.											
D. Realizar experimentos a fim de resolver problemas de interesse sobre o mundo ao nosso redor.											
E. Inventar ou projetar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais).											
F. Encontrar e usar conhecimento para fazer este mundo um melhor lugar para se viver (por exemplo, curando doenças, resolvendo problemas de poluição e melhorando a agricultura).	X		X								
G. Uma organização de pessoas (chamadas de cientistas) que têm idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.		X			X			X		X	
H. Ninguém pode definir Ciência.											

No Gráfico 1 revelamos um comparativo entre as repostas inicial e final dos licenciando da amostra.²¹

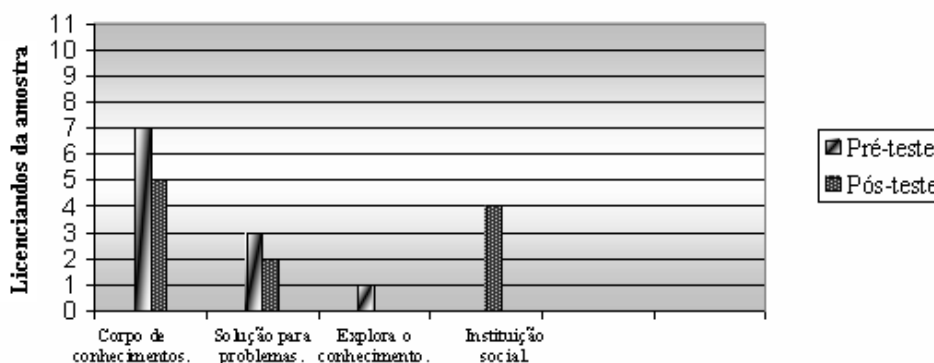


Gráfico 1: Comparativo entre as concepções inicial e final dos licenciandos sobre o que é Ciência.

A uniformidade da Ciência²² é tema da segunda questão. A postura criacionista, inicialmente defendida por cinco futuros professores (opção D), passa a ser selecionada por três participantes, enquanto que a impossibilidade de interferência de um ser supremo sobre o mundo natural passa a ser selecionada por oito licenciandos.

²¹ Nos gráficos aparecem apenas as categorias de respostas selecionadas pelos licenciandos.

²² A uniformidade da Ciência pode ser compreendida como sua independência de fatores tais como a intervenção de divindades.

Apenas duas licenciandas (Ana e Roberta) alteraram suas noções iniciais em favor de uma concepção coerente com o modelo científico vigente que a uniformidade é um aspecto central do conhecimento científico (alternativas A e B). Os demais participantes mantiveram suas posições iniciais.

O Quadro 23 revela as noções dos participantes ao final do processo.

Quadro 23: A uniformidade da Ciência.

2) A Ciência apóia-se na suposição de que o mundo natural não pode ser alterado por um ser superior (por exemplo, uma divindade). Os cientistas supõem que um ser superior NÃO alterará o mundo natural:	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
A. Porque o sobrenatural está além da prova científica. Outras opiniões, fora do domínio da Ciência, podem entender que um ser superior pode alterar o mundo natural.	X		X	X		X		X		X	
B. Porque se um ser sobrenatural existisse, os fatos científicos, mudariam numa piscada de olhos. MAS os cientistas repetidamente obtêm resultados consistentes.					X						X
C. Depende. O que os cientistas entendem por ser sobrenatural depende de cada cientistas individualmente.											
D. Qualquer coisa é possível. A Ciência não sabe tudo sobre a natureza. Portanto, a Ciência deve ser aberta à possibilidade de que um ser sobrenatural pode alterar o mundo natural.		X					X		X		
E. A Ciência pode investigar o sobrenatural e possivelmente pode explicá-lo. Portanto, a Ciência pode assumir a existência de seres sobrenaturais.											

No gráfico 2 revelamos um comparativo entre as repostas inicial e final dos licenciando da amostra.

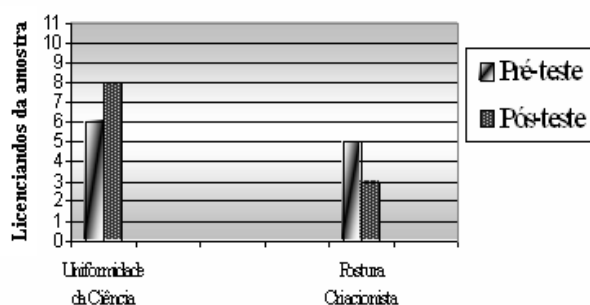


Gráfico 2: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre a possibilidade da interferência de um ser supremo sobre o mundo natural.

A terceira questão procura identificar se os participantes crêm que o conhecimento científico expressa a realidade do universo (ontologia) ou é uma criação da mente (epistemologia).

A postura epistemológica, inicialmente selecionada por dois estudantes que identificaram o conhecimento como construção humana, (alternativas E e F) passa a ser defendida por seis licenciandos. Fabiana e Karina (que apresentavam uma noção ontológica anterior ao curso), além de Renato e Felipe (que apresentavam uma visão de descobertas casuais) defendem agora uma postura mais coerente com a epistemologia moderna.

A opção ontológica de que o conhecimento científico revela a realidade das coisas que estão postas para serem descobertas (alternativas A, B e C), manteve-se evidenciada por dois

licenciandos: Gustavo, que manteve a opção inicial e Celso que abandonou a visão de que descobertas são casuais.

Os demais participantes mantiveram suas posições iniciais de que os cientistas fazem descobertas por acaso (alternativa D). O Quadro 24 revela as noções dos participantes.

Quadro 24: A natureza do conhecimento científico.

3) Para esta questão, considere que o garimpeiro “descobre” o ouro e que o artista “inventa” a escultura. Algumas pessoas acham que os cientistas <i>descobrem</i> as teorias científicas. Outras, que os cientistas <i>inventam</i> as teorias científicas. Qual a sua opinião sobre o assunto?	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
Os cientistas descobrem as teorias científicas:											
A. Porque a idéia já estava lá para ser descoberta.											
B. Porque a teoria científica é baseada em fatos experimentais.											
C. Mas os cientistas inventam métodos para encontrar as teorias.			X				X				
D. Alguns cientistas podem tropeçar numa teoria por acaso, descobrindo-a. Mas outros cientistas podem inventar teorias a partir de fatos que eles já conhecem.	X								X	X	
Os cientistas inventam as teorias científicas:											
E. Porque a teoria é uma interpretação de fatos experimentais que os cientistas descobriam.		X		X	X	X		X		X	
F. Porque invenções (teorias) vêm da mente – nós as criamos.											

No gráfico 3 revelamos um comparativo entre as repostas inicial e final dos licenciando da amostra.

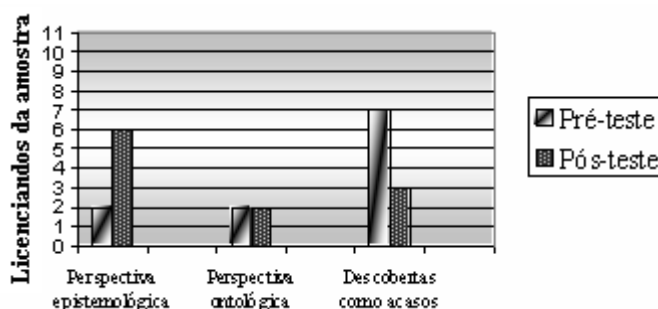


Gráfico 3: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre a natureza do conhecimento científico.

A quarta questão procurava verificar se os estudantes identificavam a influência de valores na produção científica, discutindo a questão das sub-culturas masculina e feminina e seu alcance nas decisões científicas.

Quadro 25: O efeito do gênero nas carreiras científicas.

4) Existem muito mais mulheres cientistas hoje do que se costumava ter antes. Isto fará diferença nas descobertas científicas. As descobertas científicas feitas por mulheres tendem a ser diferentes daquelas feitas por homens. Não há diferença nas descobertas feitas por cientistas masculinos ou femininos.	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
A. Porque qualquer cientista competente, eventualmente fará a mesma descoberta de outro cientista competente.							X				
B. Porque cientistas femininos ou masculinos têm o mesmo treinamento.											X
C. Porque, acima de tudo, mulheres e homens são igualmente inteligentes.											
D. Porque mulheres e homens são iguais em relação ao que querem descobrir, em Ciência.											
E. Porque os objetivos da pesquisa são definidos por demandas ou desejos não apenas dos cientistas, mas de outros.											
F. Porque todos são iguais, independente do que fazem.											
G. Porque quaisquer diferenças em suas descobertas são devidas a diferenças entre indivíduos. Tais diferenças não têm nada a ver ao fato de ser homem ou mulher.	X	X				X			X	X	
H. As mulheres talvez façam descobertas diferentes porque, por natureza ou por educação, mulheres têm diferentes valores, pontos de vista, perspectivas ou características (tais como sensibilidade por conseqüências).				X	X	X		X			
I. Os homens talvez façam descobertas diferentes porque homens são melhores em Ciência do que mulheres.											
J. As mulheres igualmente podem talvez fazer melhores descobertas que os homens porque são geralmente melhor do que os homens em coisas como instinto e memória.											

Como citado anteriormente, algumas pesquisas têm demonstrado que os valores contextuais de cada sub-cultura influenciam a construção do conhecimento.

O quadro 25 revela que quatro estudantes apresentam a noção de que as sub-culturas podem influenciar as decisões e, portanto, o conhecimento produzido por homens ou mulheres (alternativa H). As licenciandas Fabiana e Karina foram as responsáveis pelo aumento de duas para quatro opções a esta assertiva, mais coerente com a epistemologia moderna.

A maioria dos estudantes pesquisados, entretanto, manteve sua posição inicial, ignorando a influência do gênero na produção científica (alternativas A a G).

O gráfico 4 revela um comparativo entre as repostas inicial e final dos licenciando da amostra.

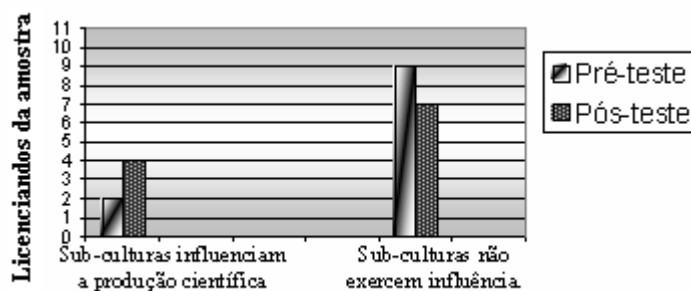


Gráfico 4: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre o efeito do gênero nas carreiras científicas.

A quinta questão procurava investigar se os participantes encaram os modelos científicos como cópias da realidade (concepção ontológica) ou como construções humanas (visão epistemológica).

Quadro 26: A natureza dos modelos científicos.

5. Muitos modelos científicos são usados em laboratórios de pesquisa (tais como o modelo do neurônio, DNA, ou do átomo). Nesse sentido, podemos considerar que:	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
Os modelos científicos SÃO cópias da realidade:											
A. Porque os cientistas dizem que eles são verdadeiros, então eles devem ser verdadeiros.											
B. Porque muitas evidências científicas provam que eles são verdadeiros.											X
C. Porque eles são verdadeiros para a vida. O objetivo deles é mostrar-nos a realidade ou nos ensinar algo a respeito dela.											
D. Os modelos científicos aproximam-se de ser cópias da realidade, porque eles são baseados em observações científicas e pesquisa.				X		X	X		X		
Os modelos científicos NÃO SÃO cópias da realidade:											
E. Porque eles são simplesmente úteis para aprendizagem e explicação, dentro de suas limitações.	X	X			X						
F. Porque eles mudam com o tempo e de acordo com o estado de nosso conhecimento, da mesma forma que as teorias.											
G. Porque estes modelos devem ser idéias ou suposições estudadas, uma vez que você realmente não pode ver a coisa real.				X			X		X		

De acordo com o quadro 26, podemos perceber que apenas a estudante Roberta manteve uma postura puramente ontológica dos modelos científicos (alternativas A, B e C).

Seis participantes apresentam uma concepção epistemológica, encarando os modelos como construção humana (alternativas E, F e G). Dentre eles, apenas Elaine manteve sua posição inicial, os demais partiram de concepções menos elaboradas.

Outros quatro licenciandos apresentam uma visão intermediária, não compatível com uma visão puramente epistemológica, pois ainda revela indícios de realismo ingênuo (alternativa D). Entre eles Felipe, Gustavo e Mariana mantiveram suas concepções originais, enquanto Celso apresenta uma evolução, já que partiu de uma concepção inicial puramente ontológica.

O gráfico 5 apresenta um comparativo entre as repostas inicial e final dos licenciandos da amostra.

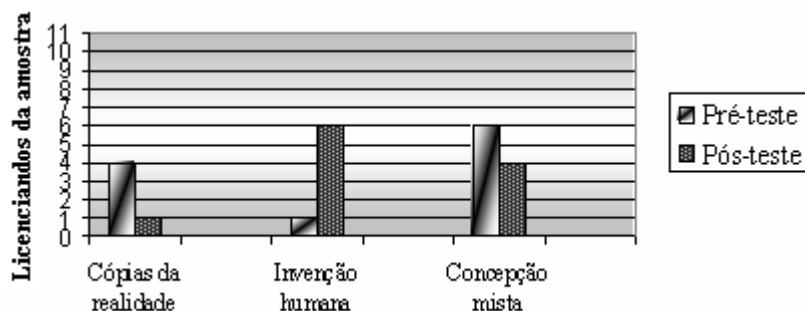


Gráfico 5: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre a natureza dos modelos científicos.

A sexta questão versava sobre a compreensão dos participantes sobre o método científico.

Quadro 27: O método científico.

Os melhores cientistas são aqueles que seguem os passos do método científico.	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
A. O método científico garante validade, clareza, lógica e resultados acurados. Portanto, a maioria dos cientistas segue os passos do método científico.	X										
B. O modelo científico deveria funcionar bem para a maioria dos cientistas, baseado no que nós aprendemos na escola.											
C. O modelo científico é útil em muitas situações, mas não nos garante resultados. Portanto, os melhores cientistas <i>usam também</i> originalidade e criatividade.		X	X	X	↓	↓	X	↓	X	X	
D. Os melhores cientistas são aqueles que usam qualquer método que possa fornecer resultados favoráveis (incluindo o método da imaginação e criatividade).					X	X		X			X
E. Muitas descobertas científicas foram feitas por acidente, e não através do método científico.											↑

O número de estudantes que acreditava em uma forma definida de fazer ciência através da utilização do método científico (alternativas de A – C) passou de dez para sete dos entrevistados.

Quatro participantes (Fabiana, Felipe, Karina e Roberta) escolheram a alternativa compatível com a visão da epistemologia contemporânea de que não há um método rígido como aquele proposto inicialmente em etapas (alternativa D).

A opção de que muitas descobertas são acasos, também presente na terceira questão, surge aqui novamente e não foi assinalada por nenhum dos licenciandos (alternativa E). É interessante notar uma certa contradição nas respostas já que na terceira questão cinco licenciandos descreveram a Ciência como descobertas casuais ao final do processo.

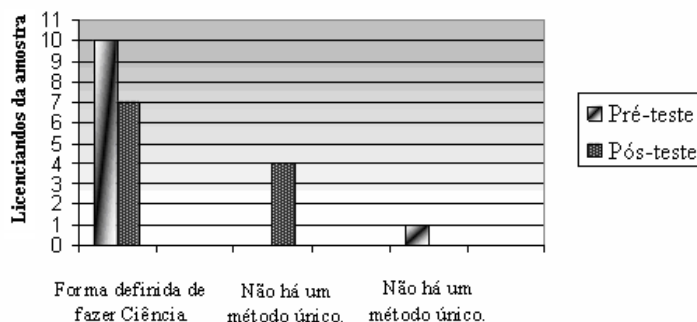


Gráfico 6: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre o método científico.

A questão do consenso na Ciência é abordada na sétima questão.

Quadro 28: A importância do consenso entre grupos em Ciência.

7) Quando uma nova teoria científica é proposta, os cientistas devem decidir se a aceitam ou não. Os cientistas tomam suas decisões por consenso; isto é, os proponentes da teoria devem convencer a grande maioria dos colegas cientistas a acreditar na nova teoria.	Futuros professores										
	ANA	CAFOLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
Os cientistas que propõem uma nova teoria DEVEM CONVENCER outros cientistas:											
A. Mostrando-lhes evidências conclusivas que provam que a teoria é verdadeira.		X					X				X
B. Porque a teoria é útil à Ciência somente quando a maioria dos cientistas acredita nesta teoria.					X						
C. Porque quando um número de cientistas discute uma teoria e suas novas idéias, os cientistas provavelmente não revisam ou atualizam a teoria. Em resumo, para atingir um consenso, os cientistas tomam as teorias mais precisas.	X		X		X		X	X	X		
Os cientistas que propõem uma nova teoria NÃO DEVEM CONVENCER outros cientistas:											
D. Porque a evidência provada fala por si mesma.											
E. Porque os cientistas, enquanto indivíduos, decidem por eles mesmos se usam ou não aquela teoria.											
F. Porque um certo cientista pode aplicar uma teoria até que esta explique resultados e é útil, não interessa o que os outros cientistas pensem.		X									

Como pode ser observado no quadro 28, sete licenciandos acreditam na importância do consenso entre os grupos de cientistas (alternativas B e C). Ana, Fabiana e Karina apresentaram uma evolução nas respostas em relação ao teste inicial, elevando de quatro para sete o número de

seleções à estas assertivas. Apenas um licenciando (Celso) rejeita simplesmente a necessidade do consenso entre grupos, mantendo sua concepção anterior. (alternativas D – F).

Outros três mantiveram a opção original (Carolina, Gustavo e Roberta) acreditando ingenuamente que o consenso é conseguido através da demonstração de resultados conclusivos que mostram que a teoria é verdadeira (alternativa A).

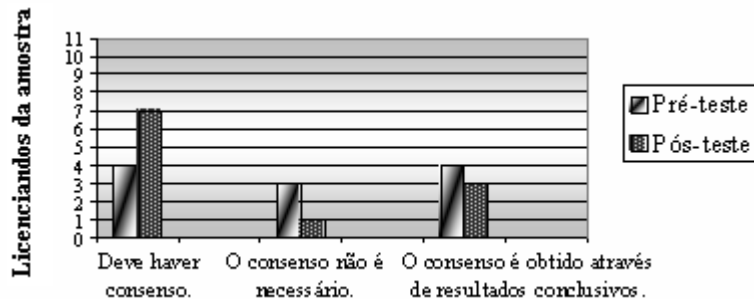


Gráfico 7: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre o consenso na Ciência.

Na oitava questão, os participantes eram convidados a refletir sobre a produção do conhecimento científico.

Quadro 29: A produção do conhecimento científico.

8) Mesmo quando as investigações científicas são feitas corretamente, o conhecimento que os cientistas descobrem a partir destas investigações pode mudar no futuro.	Futuros professores										
	ANA	CAROLINA	CELSO	ELAINE	FABIANA	FELIPE	GUSTAVO	KARINA	MARIANA	RENATO	ROBERTA
A. Porque os novos cientistas refutam as teorias ou descobertas de velhos cientistas. Os cientistas fazem isto usando novas técnicas e instrumentos aperfeiçoados, através do domínio de novos fatores ou através da detecção de erros na investigação original "coneta".					↓				X		X
B. Porque o conhecimento antigo é reinterpretado à luz de novas descobertas. Os fatos científicos podem mudar.					X	X	X	X		X	
C. O conhecimento científico PARECE mudar porque a interpretação ou explicação de velhos fatos pode mudar. Os experimentos corretamente feitos produzem fatos inmutáveis		X					↑	↑			
D. O conhecimento científico PARECE mudar porque os novos conhecimentos são somados aos velhos conhecimentos; os velhos conhecimentos não mudam.	X		X	X							

A visão cumulativa do conhecimento, selecionada inicialmente por seis licenciandos, passa a ser defendida por quatro deles (alternativas C e D).

Cinco licenciandos revelam uma visão de Ciência compatível com a visão da epistemologia moderna de que há uma constante reconstrução (alternativa B). Outros dois crêem em uma concepção de que o conhecimento evolui desaprovando o conhecimento do passado (alternativa A).

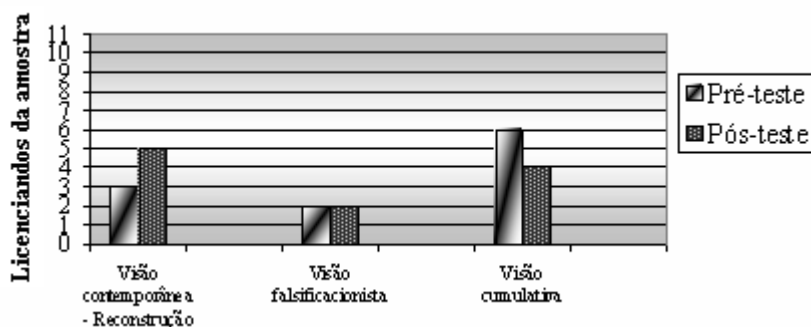


Gráfico 8: Comparativo entre as concepções inicial e final dos estudantes sobre a produção do conhecimento científico.

A análise dos dados apresentados nesse instrumento permitiu uma idéia da evolução de algumas das concepções de nossa amostra de licenciandos sobre a Ciência e a construção do conhecimento científico. Apesar da melhora, ainda persistem entre os participantes algumas noções distorcidas.

Na primeira questão, apenas quatro licenciandos descrevem o aspecto social da construção do conhecimento. A uniformidade é defendida por oito dos participantes, revelando que para três ainda há a possibilidade de intervenção divina na Ciência (postura criacionista).

O conhecimento científico é encarado ao final do processo como construção humana (visão epistemológica) por cinco licenciandos, enquanto que a influência das sub-culturas na produção científica é admitida por quatro participantes.

Os modelos são interpretados como invenções humanas por seis participantes. Outros sete ainda crêem em uma forma definida de fazer Ciência a partir da utilização do método científico.

A importância do consenso entre grupos de pesquisadores em Ciência é revelada por sete licenciandos, mas apenas cinco concluem o processo com uma imagem contemporânea de Ciência, como uma contínua reconstrução.

Apesar das discussões realizadas durante o curso e da melhora nas noções dos licenciandos demonstrada neste estudo, ainda há entre os participantes algumas concepções alternativas, dificultando em certos casos o desenvolvimento de noções coerentes e uniformes sobre a Ciência.

Uma breve síntese

Através dos instrumentos aplicados nessa fase final da pesquisa, pudemos delinear alguns aspectos importantes com referência a nossa amostra de licenciandos. Apesar dos debates realizados, algumas das pré-concepções iniciais persistiam, apontando na mesma direção relatada por diversos autores da área de ensino de Ciências.

Sobre os conceitos relativos ao tema atração gravitacional pesquisados, percebemos a persistência de algumas concepções alternativas, principalmente com relação à dificuldade de se estabelecer uma causa única para os movimentos terrestres e celestes. Embora haja uma evolução revelada por seis participantes, apenas dois puderam ser classificados na categoria 4, mais elaborada.

As questões do VOSTS (Aikenhead e Ryan, 1992) revelaram uma melhora em relação às noções iniciais. Entretanto, ainda há relatos distorcidos na visão de Ciência dos participantes.

Sobre a possibilidade de se introduzir novas metodologias de ensino e as noções sobre os processos de ensino e aprendizagem investigados através das propostas de minicursos desenvolvidas e da análise entre o discurso e a prática dos licenciandos em sala de aula, apesar das mudanças evidenciadas, ainda há, em muitos casos, um grande apego ao ensino tradicional, transmitido pelo professor e recebido pelo aluno.

As experiências mostraram que, dos quatro licenciandos que apresentaram propostas mais engajadas, apenas Fabiana afirma pretender continuar inserindo aspectos debatidos durante o curso em sua atividade docente, sem restrições. Os demais não conseguiram abandonar completamente as ressalvas (conforme Quadro 16).

No Quadro 30 sintetizamos as noções finais dos licenciandos, relacionando a evolução das noções sobre a construção do conhecimento científico e sobre o tema atração gravitacional com o tipo de proposta de minicurso desenvolvida:

Quadro 30: Concepções ao final do processo e tipo de proposta de minicurso desenvolvida.

Licenciandos	Concepções alternativas. (categorias inicial e final)	VOSTS – categorias de respostas mais elaboradas selecionadas pelos licenciandos em cada questão.								Minicursos
		1. Relaciona o aspecto social.	2. Admite a importância da uniformidade do conhecimento.	3. Visão epistemológica do conhecimento científico.	4. Admite a influência das sub-culturas.	5. Modelos científicos como invenções humanas.	6. Não há um método científico rígido.	7. Importância do consenso na Ciência.	8. Visão contemporânea de Ciência como reconstrução.	
Ana	1 → 2		X			X		X		Dissociado
Carolina	3	X		X		X				Dissociado
Celso	3		X		X					Tradicional
Elaine	2 → 3		X	X	X	X	X			Dissociado
Fabiana	2 → 4	X	X	X	X	X	X	X	X	+ Engajado
Felipe	4		X	X	X		X		X	+ Engajado
Gustavo	2								X	Tradicional
Karina	1 → 3	X	X	X	X	X	X	X	X	+ Engajado
Mariana	3							X		Dissociado
Renato	3	X	X	X	X	X		X	X	+ Engajado
Roberta	1 → 2		X				X			Dissociado

De acordo com o Quadro 30, percebemos que os minicursos que seguiram as orientações de uma proposta mais voltada para a construção de conhecimentos, buscando desenvolver atividades centradas no trabalho do aluno, estão relacionados a um melhor desempenho em termos de evolução das noções iniciais (em destaque no quadro). Além disso, os mesmos licenciandos (Fabiana, Felipe, Karina e Renato) já apresentavam ao final do curso no primeiro semestre letivo, expectativas mais de acordo com as discussões realizadas em sala de aula no sentido de contribuir para a evolução das noções dos alunos, o que denota a coerência do trabalho desenvolvido por eles.

Considerações finais

Nesta pesquisa buscamos discutir uma proposta de inserção da História da Ciência no ensino de Ciências na disciplina de Prática de Ensino de Física, a partir de um curso para a

formaçãõ de professores tendo como pano de fundo o desenvolvimento histõrico do tema atraçãõ gravitacional. A proposta procurou evidenciar as dificuldades para a mudançã de postura na açãõ docente, alã de propor um modelo de formaçãõ que favorecesse a adoçãõ de metodologias de ensino mais voltadas para a construçãõ de conhecimentos.

Iniciamos nosso trabalho revelando as prã-concepções dos licenciandos sobre o tema atraçãõ gravitacional, sobre a construçãõ do conhecimento cientõfico e sobre os processos de ensino e aprendizagem, alã de avaliar as opiniões dos participantes sobre a possibilidade de se integrar a Histõria da Ciênciam no ensino (entrevista de grupo focal).

Os instrumentos utilizados revelaram indicadores que confirmaram os resultados de pesquisas na ária de Ensino de Ciências, evidenciando a existênciam de concepções alternativas sobre os conceitos físicos, alã das noções de senso comum que os docentes possuem sobre a Ciênciam e sobre os processos de ensino e de aprendizagem e sua influênciam sobre a prãtica docente (Gil Perez, 1991; Hasweh, 1996; Mellado, 1996; Hewson et. Al., 1999 a-b; Levy e Sanmartí, 2001, entre outros).

Este levantamento inicial forneceu um panorama que põde ser usado para o planejamento do trabalho com os futuros docentes na disciplina de Prãtica de Ensino, orientando as atividades a partir da realidade diagnosticada.

Procuramos seguir as sugestões dos autores da ária de Ensino de Ciências, partindo das prã-concepções dos licenciandos sobre os temas pesquisados, nãõ esperando obter mudançãas radicais, mas evoluções nas formas de pensar dos futuros docentes.

Nosso objetivo foi promover discussões sobre a existênciam e persistênciam das concepções alternativas, sobre a evoluçãõ histõrica do tema atraçãõ gravitacional, alã de leituras e debates de textos contemplando discussões recentes sobre o ensino de Ciências, de modo a gerar insatisfações com o modelo tradicional de ensino. Alã disso, pretendãmos permitir que o indivõduo construísse uma nova proposta atravãs do desenvolvimento em situações reais no Ensino Mãdio, de um minicurso a partir das discussões realizadas em sala de aula e da utilizaçãõ da Histõria da Ciênciam e das concepções alternativas dos estudantes.

Entretanto, desde o inõcio do trabalho os licenciandos demonstraram resistênciam à proposta que procurãvamos discutir. Tal comportamento jã era de certa forma esperado por nõs, uma vez que as pesquisas recentes sobre a formaçãõ de professores tãem afirmado que a existênciam de noções como, por exemplo, de que ensinar é uma atividade simples e trivial e requer apenas um bom conhecimento do conteõdo a ser estudado, alã da visãõ distorcida da construçãõ do conhecimento cientõfico representam sãrias dificuldades a serem consideradas nos cursos de formaçãõ jã que dificultam a aceitaçãõ de metodologias inovadoras (Gil Perez, 1991; Trivelatto, 1995; Hewson et. al., 1999 a-b; Longuini e Nardi, 2000).

Alã das concepções prãvias, a dissociaçãõ entre as experiênciam de ensino vivenciadas ao longo da formaçãõ cientõfica e as propostas inovadoras apresentadas nas disciplinas pedagõgicas dos cursos de graduaçãõ tem sido apontada como fonte de fortes resistênciam à mudançã de postura dos futuros docentes (Hewson, et. al., 1999 a-b). Assim, os licenciandos tendem a ensinar mais como aprenderam na escola e na universidade do que aplicando as novas idãias (Levy e Sanmartí, 2001).

Nesse sentido, a longa vivênciam dos licenciandos nos cursos de formaçãõ, baseados na mera transmissãõ e recepçãõ passiva de conteõdos contribuiu para limitar o desenvolvimento de uma prãtica de ensino inovadora durante o desenvolvimento de nossa proposta. Em muitos momentos da pesquisa, a necessidade da construçãõ de uma metodologia inovadora que pudesse substituir o modelo tradicional foi questionada e encarada com ressalvas pelos futuros docentes.

Mesmo discutindo e confrontando as idéias sobre os processos de ensino e aprendizagem de Ciências, buscando evidenciar que a mera transmissão de conhecimentos não propiciava a evolução nas pré-concepções dos indivíduos, nosso trabalho contrariava as experiências didáticas dos licenciandos e eles relutavam em aceitar novos conceitos.

Assim, a pesquisa desenvolvida dentro da disciplina de Prática de Ensino foi muito pontual dentro de um histórico de vivências tradicionais ao longo de toda a formação dos participantes.

Apesar de considerarem a importância das discussões e do desenvolvimento histórico que estudávamos, muitos licenciandos ainda esboçavam durante os debates a noção de que seria muito difícil seguir a carreira docente com um novo enfoque, não tradicional já que não se sentiam preparados para isso e afirmavam sentirem-se injustiçados por não terem tido a oportunidade de discutir esses temas durante toda a formação universitária.

Tal questionamento suscita o problema da separação entre as formações científica e pedagógica, desenvolvidas nos cursos de licenciatura de forma completamente desvinculada (Bermudez et. al., 1994 apud Gil Perez, 1996; Cudmani e Pesa, 1997 apud Barros Filho, 2002).

Desenvolvemos o trabalho com os licenciandos de modo a questioná-los, evidenciando os resultados de pesquisas na área de ensino de Ciências como forma de subsidiar o desenvolvimento da nova postura que pretendíamos construir.

O fato de os licenciandos pesquisados serem formandos em um curso de graduação em Física e, mesmo assim, manterem certas concepções alternativas após anos de ensino formal foi explorado durante as discussões, procurando confrontar a idéia de que o ensino baseado na exposição de conceitos e do treinamento da resolução de problemas a partir de fórmulas permite a aprendizagem.

Apesar de algumas propostas mais centradas no aluno, ainda persistiram resistências mesmo entre os indivíduos que procuraram desenvolver minicursos mais de acordo com as reflexões realizadas, como por exemplo: a falta de tempo para o professor preparar as aulas, falta de preparo durante a formação o que dificultaria o abandono da concepção tradicional; desinteresse dos alunos, limitações impostas pelo “entorno escolar”, entre outras.

Na tentativa de retomar nosso problema de pesquisa, evidenciado anteriormente na página 2, como a *“busca pela compreensão se essa experiência didática centrada na integração da História da Ciência no ensino, levando-se em conta as concepções e experiências didáticas de futuros docentes poderia contribuir para a aceitação de novas metodologias de ensino”*, podemos afirmar que os resultados sugerem uma relação entre a melhora das concepções iniciais e o desenvolvimento de propostas mais voltadas para a construção de conhecimentos, conforme apresentado no quadro 30.

Entretanto, isto não nos permite sustentar a existência de uma relação linear entre a evolução das concepções dos futuros docentes sobre a natureza da Ciência e seu comportamento em sala de aula, já que mesmo os licenciandos com bons resultados no questionário VOSTS aplicado ao final da proposta não conseguiram desenvolver um trabalho totalmente desvinculado do ensino tradicional, e relataram ainda uma incerteza com relação à possibilidade de seguirem a atividade docente com uma postura inovadora frente aos processos de ensino e aprendizagem.

Outros fatores estão envolvidos na dificuldade de aceitação de metodologias inovadoras, tais como as concepções não construtivistas dos licenciandos, o conhecimento ainda em muitos casos, estático e fragmentado sobre o conteúdo, as condições de trabalho experimentadas durante as atividades de estágio, além da dissociação entre as experiências vivenciadas ao longo da formação e as propostas inovadoras desenvolvidas durante o curso.

O trabalho desenvolvido, entretanto, gerou resultados em termos de evolução nas noções dos futuros docentes.

Com relação a construção do conhecimento científico, as respostas apresentadas ao final do processo ao questionário VOSTS evidenciam uma melhora em relação ao teste inicial.

Sobre o conceito de atração gravitacional, cinco licenciandos (Carolina, Celso, Gustavo, Felipe e Mariana) mantiveram suas concepções iniciais. Outros seis participantes do estudo apresentaram evoluções em suas noções: Ana e Roberta (da categoria 1 para a categoria 2); Elaine e Renato (da categoria 2 para a categoria 3); Karina (da categoria 1 para a categoria 3) e Fabiana (da categoria 2 para a categoria 4).

A metodologia sugerida no estudo mostrou ser útil para o questionamento da temática da formação inicial de professores.

O fato dos licenciandos terem tido a oportunidade de desenvolver e aplicar um minicurso em situações de sala de aula nos permitiu analisar as influências das discussões realizadas na ação dos futuros docentes, além da comparação entre o discurso emitido durante as atividades na disciplina de Prática de Ensino e as ações realizadas em sala de aula no Ensino Médio.

Os seminários finais para a discussão dos resultados permitiram um intercâmbio entre as experiências dos licenciandos, estabelecendo um diálogo aberto, quando os indivíduos puderam revelar as dificuldades encontradas na realização da experiência.

Apesar de considerarmos que as atividades selecionadas foram adequadas e bem desenvolvidas, isso não garantiu grandes mudanças na ação docente de todos os participantes. Ainda que os futuros docentes tenham apontado a importância dos elementos debatidos durante o curso para o ensino de Ciências, não temos elementos que indiquem quais serão as repercussões da experiência desenvolvida para a carreira docente.

Nesse sentido, em relação aos cursos de formação inicial de professores, cabe ressaltar algumas recomendações que derivam desta pesquisa e consideramos importantes.

Um aspecto diz respeito à necessidade de uma reestruturação dos cursos de graduação de forma a eliminar a dissociação entre as formações científica e pedagógica, que acabam transformando os cursos de licenciatura em algo parecido com bacharelados seguidos de uma complementação pedagógica ao final da formação.

Além disso, é imprescindível o engajamento dos docentes em processos de formação continuada. Adams e Krockover (1997) relatam que as noções sobre os processos de ensino e aprendizagem estão tão fortemente arraigadas que podem levar anos para serem modificadas. Desta forma, a formação inicial deve preparar os indivíduos para uma atividade profissional que deve se desenvolver durante toda a vida do docente. Sem oportunidades de continuar desenvolvendo e questionando sua prática, os futuros docentes tendem a regredir.

Outro ponto evidenciado nesta pesquisa é a importância de uma maior vivência dos licenciandos em atividades de ensino durante todo o processo de formação, evitando que a discussão sobre a integração de atividades inovadoras acabe restrita a experiências pontuais.

Referências

Adams, P. E.; Krockover, G. H. (1997). Beginning Science Teacher Cognition and its origins in the preservice secondary Science Teacher Program. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(6), 633-653.

- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Armella, L. E. M., Waldegg, G. (1998). La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: Coincidencia o complementariedad? *Enseñanza de las Ciencias*. 16(3), 421-429.
- Aznar, M. M. M.; Pozo, R. M.; Vega, M. R.; Varela Nieto, M. P.; Lozano, M. P. F.; Serón, A. G. (2001). Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de Ciencias de secundaria? *Enseñanza de Las Ciencias*, 19(1), 67-87.
- Bar et. al. (1994). Children's Concepts about weight and free fall. *Science Education*, 78(2), 149 – 169.
- Bardin, L. (1994). *Análise de Conteúdo*. Lisboa. Edições 70, 225 p.
- Barros Filho, J. (2002). *Avaliação da aprendizagem e formação de professores de física para o ensino de nível médio*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas.
- Bastos, F. (1998-a). História da Ciência e pesquisa em ensino de Ciências: breves considerações. Construtivismo e Ensino de Ciências. In: NARDI, R. (Org.) *Questões atuais no ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras, p. 43 – 52.
- Bastos, F. (1998-b). O Ensino de conteúdos de História e Filosofia da Ciência. *Ciência e Educação*, 5(1), 55-72.
- Berg, T., Brower, W. (1991). Teacher awareness of student alternative conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 3 – 18.
- Bernal, J. D. (1969). *Science in History*. London : Penguin Books, v2.
- Bernal, J. D. (1965). *Science in History*. London: Penguin Books. v1.
- Bogdan, R. C.; Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora.
- Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto Editora, 216 p.
- Castro, R. S. e Carvalho, A. M. P. (1992). História da Ciência: como usá-la num curso de segundo grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(3), 225 – 237.
- Castro, R. S. e Carvalho, A. M. P. (1995). The historic approach in teaching: analysis of an experience. *Science Education*, 4, 65-85.
- Cochran, K. F., Jones, L. L. (1998). The subject matter knowledge of preservice science teachers. *International Handbook of Science Education*, 707-718.
- Cohen, I. B. (1967). *O nascimento de uma nova Física*. São Paulo: Edart, 203 p.
- Cohen, L.; Manion, L. (1994). *Research Methods in Education*. Fourth Edition. London: Routledge.
- Covolán, S. C. T. (2004). *O conceito de entropia num curso destinado ao Ensino Médio a partir de concepções prévias dos estudantes e da História da Ciência*. 112f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas.
- Cunha, A. M. O. (1999). *A mudança conceitual de professores num contexto de educação continuada*. 479 f. Tese (Doutorado em Educação).

- Diaz, J. A. A. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria em formación inicial. *Bordón*. 52(1), 5-16.
- Furió Mas, C. J. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.
- Gatti, S. R. T. (2005). *Análise de uma ação didática centrada na utilização da História da Ciência*. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas.
- Gatti, S. R. T.; Nardi, R. (2001). A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In.: Nardi, R. (Org). *Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente*. São Paulo: Escrituras, p. 57-68.
- Gatti, S.T., Nardi, R. & Silva, D. (2004). A História da Ciência na formação do professor de Física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando mudanças de posturas na ação docente. *Ciência & Educação*, 11(3), 491-500.
- Gatti, S.T., Nardi, R. & Silva, D. (2007). Evolução das concepções de futuros docentes de Física em um curso de formação inicial. (Comunicação). **Atas...** XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física, UFMA, São Luís, Maranhão.
- Gil Perez, D. (1991). Que hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*. 9(1), 69-77.
- Gil Perez, D. (1996). Orientações didáticas para a formação continuada de professores de Ciências. In. Menezes, L. C. (Org.). *Formação continuada de professores de Ciências no âmbito ibero-americano*. Campinas: Autores Associados, Coleção Formação de Professores, p. 71 –81.
- Giovinazzo, R. A. (2001). Focus group em pesquisa qualitativa – fundamentos e reflexões. *Revista Administração on line*. 2(4). Acesso em 07 dez., 2001, http://www.fecap.br/adm_online/.
- Grant, E. (1993). *La Ciencia Física en la Edad Media*. México: Fondo de Cultura Económica. 241 p.
- Gunstone, R. F., White, R. T. (1981). Understanding of Gravity. *Science Education*. 6(5), 291 – 299.
- Hasweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 47-63.
- Hewson, P. W., Tabachinick, B. R., Zeichner, K. M., Blomker, K. B., Meyer, H., Lemberger, J., Marion, R., Park, H., Toolin, R. (1999-a). Educating prospective teachers of Biology: introduction and research methods. *Science Education*, 83, 247-273.
- Hewson, P. W., Tabachinick, B. R., Zeichner, K. M., Lemberger, J. (1999-b). Educating prospective teachers of Biology: findings, limitations and recommendations. *Science Education*, 83, 373-384.
- Hitchcock, G.; Hughes, D. (1995). *Research and the teacher- a qualitative introduction to school-based research*. Routledge – London. 2nd Edition.
- Koestler, A. (1989). *O homem e o universo*. 2^a ed. São Paulo: Ibrasa. 426 p.
- Koyré, A. (1979). *Do mundo fechado ao universo infinito*. Lisboa: Gradiva. 269 p.

- Koyré, A. (1991). *Estudos de história do pensamento científico*. 2^a ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 388 p.
- Koyré, A. (1973). *The astronomical revolution: Copernico – Kepler – Borelli*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 531 p.
- Kuhn, T. S. (1975). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Ed. Perspectiva, 262 p.
- Levitt, K. (2001). An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of Science. *Science Education*, 86, 1-22.
- Levy, M. I. C.; Sanmartí Puig, N. (2001). Fundamentos de um modelo de formación permanente del profesorado de Ciencias centrado em la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 269-283.
- Longuini, M. D.; Nardi, R. (2000). Construção de uma seqüência de atividades de ensino sobre o conceito de pressão atmosférica numa abordagem construtivista: a busca de uma mudança de postura do futuro professor de Física. In.: *Coletânea da Terceira Escola de Verão para professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia*, p.124-127.
- Ludke, M.; André, M. E. D. A. (1996). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 99 p.
- Marion, R., Hewson, P. W., Tabachinick, B., Blomker, K. B. (1999). Teaching for conceptual change in elementary and secondary science methods courses. *Science Education*, 83, 275-307.
- Matthews, M. R. (1994). Historia, Filosofia e Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12(2), 255-271.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en la formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Nardi, R. (1989). *Um Estudo Psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo - Subsídios para a construção do ensino desse conceito*. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Nardi, R.; Gatti, S.R.T. (2004–a). Mudança conceitual e Ensino de Ciências: uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas. In.: *De la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza*. Editora de la Universidad Pedagógica Nacional de Colômbia, Bogotá, 109-142.
- Nardi, R.; Gatti, S.R.T. (2004–b). Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas. *Ensaio*, 6(2), 129-150.
- Osborne, R. ; Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and the value of the science curriculum: a focus group study. *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 5, p. 441-467.
- Peduzzi, L. O.Q. (1998). *As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a História e a Filosofia da Ciência em um curso de Mecânica*. 850 f. Tese (Doutorado). Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Sanchés Ron, J. M. (1998). Usos y abusos de la historia de la Física en la enseñanza. *Enseñanza de Las Ciencias*, 6(2), 179 –188.
- Schurmann, P. F. (1945). *História de La Física*. 2 ed. Buenos Aires: Editora Nova, 2v.

- Silva, D. (1995). *Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos no Ensino da Diferenciação dos Conceitos de Calor e Temperatura*. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo.
- Teodoro, S. R. (2000). *A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional*. 278 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências – UNESP. Bauru.
- Trivelato, S. L. F. (1995). Perspectivas para a formação de professores. In: *Coletânea da Terceira Escola de Verão para professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia*. p. 35-48.
- Zanetic, J. (1995). *Gravitação/ Notas de aula*. IFSP. Universidade de São Paulo. 3v.
- Zilbersztajn, A. (1983). Concepções espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e implicações para o ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 5(2), 03 - 16.

Recebido em 22.12.08

Aceito em 18.03.10