UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

ELAINE ANGELINA COLAGRANDE

A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas – um estudo com professores de ciências em formação

São Paulo

2016

ELAINE ANGELINA COLAGRANDE

A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas – um estudo com professores de ciências em formação

Tese apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências.

Área de concentração: ensino de química

Orientador: Profº Dr. Agnaldo Arroio

Versão corrigida.
A versão original encontra-se disponível na biblioteca do Instituto de Física e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

São Paulo

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Colagrande, Elaine Angelina

A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas: um estudo com professores de ciências em formação. São Paulo, 2016.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e ensino; 2. Formação de professores; 3. Ensino e atividades correlatas; 4. Ciência; 5. Construção do conhecimento.

USP/IF/SBI-048/2016

“Um homem, como um ser histórico, inserido num permanente movimento de procura, faz e refaz constantemente o seu saber”

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Uma pesquisa como essa envolve a participação de diferentes pessoas que trazem suas contribuições e as compartilham com o pesquisador. Deixo registrado meus sinceros agradecimentos:

- Ao meu orientador, Prof. Dr. Agnaldo Arroio, por seu acompanhamento e constantes contribuições tanto para a pesquisa quanto para minha formação acadêmica.
- Aos queridos alunos do curso de Ciências – Licenciatura da Universidade Federal de São Paulo, matriculados na disciplina eletiva e participantes da pesquisa, que compartilharam suas ideias e contribuíram muito para a pesquisa e meu aprendizado.
- Ao Projeto Zero e a seu coordenador, Prof. Dr. Flaminio de Oliveira Rangel, que gentilmente me recebeu no programa e ofereceu abertura e incentivo para a realização desta pesquisa.
- À minha querida amiga, Profª Drª Simone Alves de Assis Martorano, que compartilhou comigo ideias para elaboração e execução da disciplina eletiva.
- Aos professores Cristiano Rodrigues de Mattos e Elio Carlos Ricardo, que participaram de minha qualificação e contribuíram com suas observações.
- Aos colegas da pós-graduação, que compartilharam comigo esses anos de aprendizado.
- A toda a minha família, especialmente ao meu marido Luiz Omir e à minha filha Carolina, por me entender, respeitar e apoiar, principalmente nos momentos mais decisivos dessa jornada.
- A todos os amigos e colegas de profissão que acompanharam e incentivaram o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

COLAGRANDE, E. A. **A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas – um estudo com professores de ciências em formação.** 2016. 235f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

A inclusão de aspectos referentes à natureza da ciência no ensino de ciências naturais tem sido amplamente discutida e investigada nos últimos anos. As diversas pesquisas apontam concepções sobre a construção do conhecimento científico tanto por alunos quanto por professores. Em relação a estes últimos, constata-se dificuldade na interpretação de situações científicas (correspondentes aos acontecimentos da ciência, construídos ao longo da história e em contextos diversos, que compõem o currículo das áreas do conhecimento) e essa interpretação relaciona-se com as concepções sobre a ciência presentes em suas práticas. Da mesma forma, as concepções sobre a ciência influenciam as interpretações de professores em formação. A presente pesquisa, de caráter qualitativo, apresentou como objetivo investigar um grupo de professores em formação do curso de Ciências – Licenciatura da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), por meio do oferecimento de uma disciplina eletiva, que foi cursada integralmente por 19 licenciandos. A intervenção ocorreu em nove encontros semanais de quatro horas, no primeiro semestre de 2015. A disciplina eletiva foi dividida em quatro momentos e todas as atividades foram planejadas para incentivar os licenciandos a expressarem, por diferentes formas, suas concepções sobre a ciência. Como fundamentação teórica utilizou-se o estudo da natureza da ciência, procurando investigar se, por meio de atividades com caráter explícito e reflexivo, haveria a apropriação da natureza da ciência por parte dos professores em formação e, adicionalmente, se essa apropriação poderia favorecer a interpretação de situações científicas. Os diversos instrumentos de coleta foram elaborados e aplicados no decorrer dos encontros: utilização de questionários, desenhos, imagens, atividades experimentais, seminários, relatos de impressões dos seminários, elaboração de perguntas sobre os temas dos seminários e sequências didáticas pelos licenciandos. A análise dos resultados foi construída apresentando-os nos diferentes momentos programados para a disciplina. Por intermédio do cruzamento dos resultados, foram observadas alterações nas concepções iniciais dos participantes, bem como o reflexo em suas produções (sequências didáticas - SD). Além disso, foi possível construir o que se denominou “trajetórias”, visando entender o processo de formulação ou reformulação de novos significados por parte do grupo. Esse procedimento possibilitou verificar que a apropriação da natureza da ciência não ocorreu de forma única pelos licenciandos, o que foi percebido nas atividades pedagógicas por eles elaboradas. Os licenciandos atingiram diferentes níveis de apropriação da natureza da ciência, e essa construção de significados foi identificada em suas sequências didáticas. O propósito da pesquisa foi atingido, na medida em que essa intervenção foi planejada para possibilitar o debate e o compartilhamento de ideias sobre a natureza da ciência entre os participantes. O presente trabalho trouxe contribuições e sugestões que auxiliarão o planejamento de ações que envolvem o estudo da natureza da ciência na formação de professores de ciências.

Palavras-chave: conhecimento científico; formação de professores; natureza da ciência.

ABSTRACT

COLAGRANDE, E.A. **Nature of Science and the interpretation of scientific situations – a study with science teachers training.** 2016. 235f. Tese (Doutorado) - Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

The inclusion of the aspects of the nature of science in the natural science teaching has been broadly discussed and investigated in the last years. Several researches highlighted conceptions about the construction of scientific knowledge both students and teachers. Regarding to teachers, it is possible to identify difficulty in the interpretation of the scientific situations (which correspond to the events of science, built throughout history and in different contexts and make part of the curriculum of the areas of knowledge) and this interpretation is related with the conceptions on science present in their practices. Likewise, the conceptions on science influence the teachers training interpretations. The present research, qualitative in nature, aimed to investigate a group of science teachers training course at Federal University of São Paulo (Unifesp) through offer of the elective subject, in which nineteen pre-service teachers participated fully. The intervention occurred in nine weekly meetings of four hours in the first semester in 2015. The elective subject was organized in four moments and all activities were planned to encourage the pre-service teachers to express their conceptions on science in different ways. As theoretical framework the study of the nature of science was adopted and searched to investigate whether through the activities with explicit and reflective approach would have the appropriation of nature of science by the pre-service teachers and, in addition, whether this appropriation could favor the interpretation of the scientific situations. Different instruments of collection were designed and applied during the meetings: questionnaires, drawings, images, experimental activities, seminars, account of impressions of seminars, creation of questions about the themes of the seminars and didactic sequences planned by the pre-service teachers. The analysis of results was built showing it in different moments planned for elective subject. Through the crossing of the results, some changes in the initial conceptions of the participants were observed, as well as the influence in their productions (teaching and learning sequences - TLS). Moreover it was possible build the called “trajectorys” in order to understand the process of formulation or reformulation of new meanings by the group. This procedure allowed to check that the appropriation of nature of science did not occur in only one way by the pre-service teachers and these differences were noted in the pedagogical activities created by them. The purpose of this research was achieved, as the intervention was planned to allow the debate and the sharing of ideas about nature of science among participants. This work brought contributions and suggestions that will help the planning actions in which involve the study of the nature of science in the science teachers training.

Key-words: scientific knowledge, teacher training, nature of science

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do Licenciando 17 sobre a proposta 1 60
Figura 2 – Representação do Licenciando 7 sobre a proposta 1 61
Figura 3 – Representação do Licenciando 6 sobre a proposta 2 62
Figura 4 – Representação do Licenciando 4 sobre a proposta 2 62
Figura 5 – Representação do Licenciando 17 sobre a proposta 2 63
Figura 6 – Representação do Licenciando 9 sobre a proposta 3 64
Figura 7 – Representação do Licenciando 16 sobre a proposta 3 64
Figura 8 – Representação do Licenciando 17 sobre a proposta 4 65
Figura 9 – Representação do Licenciando 21 sobre a proposta 4 66
Figura 10 – Licenciando na execução das atividades experimentais 74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos licenciandos, segundo rede de ensino de formação básica 54

Gráfico 2 – Distribuição dos licenciandos, segundo pontuação referente à visão sobre a construção do conhecimento científico 56

Gráfico 3 – Distribuição dos licenciandos, segundo pontuação referente à visão sobre o trabalho do cientista 57

Gráfico 4 – Tendência de respostas entre instrumento 1a e avaliação final 121

Gráfico 5 – Distribuição dos licenciandos, segundo a mudança de tendências entre atividade 1a e avaliação final 129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumentos de coleta utilizados na pesquisa 41

Quadro 2 – Impressões dos encontros da UC 50

Quadro 3 – Categorias para a imagem 3 69

Quadro 4 – Categorias para a imagem 4 71

Quadro 5 – Descrições dos licenciandos para a imagem 6 73

Quadro 6 – Respostas dos grupos para a pergunta sobre os experimentos 1 e 2 – *Se o grupo fosse ministrar uma aula de ciências que envolvesse o tema, como utilizaria o experimento nessa aula?* 75

Quadro 7 – Respostas dos grupos para a pergunta geral – *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências?* (momento 1) 78

Quadro 8 – Questões selecionadas para respostas dos licenciandos 87

Quadro 9 – Exemplos de reflexões dos licenciandos após os seminários 94

Quadro 10 – Descrições dos licenciandos para a imagem 3 (momento 3) 96

Quadro 11 – Descrições dos licenciandos para a imagem 4 (momento 3) 100

Quadro 12 – Descrições dos licenciandos para a imagem 6 (momento 3) 103

Quadro 13 – Reflexões dos licenciandos sobre a utilização do experimento 1 – condutibilidade de materiais (momentos 1 e 3) 108

Quadro 14 – Reflexões dos licenciandos sobre a utilização do experimento 2 – determinação de densidade de metais (momentos 1 e 3) 111

Quadro 15 – Respostas à pergunta geral – *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências?* (momentos 1 e 3) 114

Quadro 16 – Pontos em destaque nas SDs que envolvem aspectos da NdC 118

Quadro 17 – Exemplos de respostas para T1 – *Você considera que o conhecimento científico é o conhecimento provado?* 121

Quadro 18 – Exemplos de respostas para T2 – *A evolução da ciência se dá por meio de acumulação sucessiva de teorias verdadeiras?* 122

Quadro 19 – Exemplos de respostas para T3 – *Teorias científicas são derivadas, de um modo rigoroso, de fatos adquiridos pela observação e experimentação?* 123

Quadro 20 – Respostas do licenciando 11 para T4 – *Você considera que o conhecimento é construído com base em teorias que orientam uma observação?* 124

Quadro 21 – Respostas do Licenciando 18 para T5 – *Uma investigação científica deve começar por uma rigorosa observação do fenômeno que se estuda?* 124
Quadro 22 – Instrumentos utilizados na construção das trajetórias dos licenciandos 127
Quadro 23 – Tendência de respostas dos licenciandos entre o instrumento 1a e a avaliação final 128
Quadro 24 – Reflexões dos licenciandos agrupados na trajetória 1 131
Quadro 25 – Reflexões dos licenciandos agrupados na trajetória 2 137
Quadro 26 – Impressões dos licenciandos sobre a proposta da UC 143
Quadro 27 – Impressões dos licenciandos sobre a contribuição da UC para a formação docente 144
Quadro 28 – Impressões dos licenciandos sobre a importância do conhecimento da NdC 144
Quadro 29 – Impressões dos licenciandos sobre atividade ou momento significativo da UC 145
Quadro 30 – Impressões dos licenciandos sobre aspectos favoráveis e desfavoráveis da UC 146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Afirmações contidas no instrumento, segundo grupos de visão – atividade 1a 55
Tabela 2 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 1 – atividade 1b 60
Tabela 3 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 2 – atividade 1b 62
Tabela 4 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 3 – atividade 1b 63
Tabela 5 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorizaçãopara a proposta 4 – atividade1b 65
Tabela 6 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 5 – atividade 1b 67
Tabela 7 – Escolha dos licenciandos para a questão 1.3 – texto 3 89
Tabela 8 – Categorização proposta para as SDs 117

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **16**
1.1 . A escolha e os objetivos da pesquisa 19
1.2. Apresentação da tese 21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA DISCUSSÃO – A NATUREZA DA CIÊNCIA (NdC) **23**
2.1. Pensando sobre a ciência 23
2.2. A diversidade de definições para NdC 27
2.3. A NdC e os professores de ciências 30
2.4. As abordagens para ensinar NdC 33
3. O PERCURSO DA METODOLOGIA **35**
3.1. O ambiente da pesquisa 35
3.2. O planejamento da Unidade Curricular (UC) eletiva 36
3.2.1. Momento 1 – Análise de imagens e experimentos 36
3.2.2. Momento 2 – Estudo da natureza da ciência 38
3.2.3. Momento 3 – Nova análise de imagens e experimentos 39
3.2.4. Momento 4 – Entrega de atividades de ensino (sequência didática) e avaliação final 40
3.3. Os instrumentos elaborados para coleta de dados 41
3.4. A análise de dados 45
3.4.1. Pesquisa qualitativa e suas características 45
3.4.2. A análise de conteúdo 47
4. RESULTADOS **50**
4.1. Histórico dos encontros da UC 50
4.2. Perfil acadêmico dos licenciandos participantes da UC e da pesquisa 53
4.3. Momento 1 – Visões iniciais sobre o processo de construção da ciência – análise de imagens e experimentos 54
4.3.1. – Atividade 1a – Questionário 54
4.3.2. – Atividade 1b –Identificação das ideias sobre a ciência por expressão livre 59
4.3.3. – Atividade 1c – Uso de imagens para evocar ideias sobre NdC 67
4.3.4. – Perfil inicial dos grupos sobre o papel das atividades experimentais no processo de construção do conhecimento científico 74
4.4. Momento 2 – O estudo da natureza da ciência – seminários 79
4.4.1. Reflexões dos licenciandos nas discussões dos seminários 80
4.4.2. As questões formuladas 86
4.4.3. Impressões dos licenciandos sobre os textos estudados 93

4.5. Momento 3 – Novo olhar sobre as imagens e experimentos 96
4.5.1. Imagens – parte 2 96
4.5.2. Experimentos – parte 2 106
4.6. Momento 4 – Produção de sequências didáticas 116
4.6.1. Análise das sequências didáticas planejadas 116
4.6.2. Análise do questionário final 119
5. DISCUSSÃO DO PROCESSO 127
5.1. A trajetória construída pelos licenciandos 127
5.1.1. Trajetória 1 130
5.1.2. Produção das sequências didáticas – trajetória 1 133
5.1.3. Trajetória 2 136
5.1.4 Produção das sequências didáticas – trajetória 2 139
5.2. Avaliação da UC pelos licenciandos 143
6. CONCLUSÕES E FUTURAS POSSIBILIDADES DE INVESTIGAÇÃO 148
REFERÊNCIAS 153
APÊNDICES 161
ANEXOS 185

1. INTRODUÇÃO

A Ciência tem como pressuposto elaborar explicações para os fenômenos presentes na vida humana. Nessa elaboração, os indivíduos que fazem ciência pensam, observam, refletem sobre suas observações, realizam inferências, interpretam e constroem um conhecimento denominado científico. No caso das Ciências Naturais, essas habilidades também se aplicam. Quando se pensa no ensino das Ciências Naturais (considerando-se aqui a química, física e biologia) e na desejada aprendizagem pelos estudantes, o ato de entender uma situação e interpretar o que se observa é ponto fundamental na busca de possíveis explicações.

A experiência docente da pesquisadora, tanto no ensino básico como no superior, fornece elementos e condições para a percepção de que há uma considerável dificuldade em interpretar "situações científicas" e as relatar; ou, quando relatadas, elas trazem muitas vezes a ideia de uma ciência verdadeira, com conhecimento devidamente comprovado. Este fato indica a necessidade de promover intervenções no ensino, visando auxiliar uma interpretação mais ampla por parte do estudante.

No caso de professores em formação, tal necessidade torna-se mais relevante, pois se espera que eles auxiliem a formação de seus futuros alunos que pertencem a uma sociedade e que sejam capazes de tomar decisões. Aqui denominam-se "situações científicas" os diferentes acontecimentos da ciência, construídos ao longo da história e em contextos diversos, que compõem o currículo das áreas do conhecimento. Como exemplos podem ser citados os modelos atômicos, o estudo da força e do movimento, a evolução dos seres vivos. Será que o significado de observar e interpretar é bem compreendido por quem o faz? O que se deve considerar no momento em que se observa uma situação científica ou até mesmo cotidiana? A observação do indivíduo é neutra ou sofre influências externas ao seu pensamento? Essas questões apontaram a necessidade de buscar "alicerces" para entendê-las.

Ao tomar como base os questionamentos e as reflexões acima descritos, optou-se por utilizar como marco teórico os conceitos da natureza da ciência, referida daqui a diante como NdC, que traz contribuições da História da Ciência, Filosofia da Ciência e Sociologia da Ciência, conhecidas como metaciências. A ideia de que a interpretação de uma situação científica leva em conta teorias, informações e vivência do sujeito que a analisa torna relevante um estudo mais detalhado, que pode ampliar o entendimento de como dar-se-ia a interpretação da determinada situação. No caso de futuros professores, essa análise tem fundamental importância pois, no momento em que se entende como se processam a observação e a interpretação, é possível

propor ao professor em formação meios para aprimorar seu olhar sobre o conhecimento científico, o que exercerá influência direta em sua futura atuação docente.

Há décadas que as diferentes pesquisas acadêmicas, em diversos países, vêm debatendo as visões sobre a natureza da ciência, as concepções e crenças, tanto de estudantes quanto de professores, e como essas visões influenciam as atividades pedagógicas (ABD-EL-KHALICK, 2001; ABD-EL-KHALICK; AKERSON, 2004; ABD -EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a e b; ACEVEDO DÍAZ, 2010; ALMEIDA; FARIAS, 2011; ASLAN; TASAR, 2013; HARRES, 1999; IREZ, 2006; LEDERMAN, 1992, 2006; MATTHEWS, 1995; MELLADO, 1998; OSBORNE et al., 2003; RUBBA; HARKNESS, 1993; SARIEDDINE; BOUJAOUDE, 2014; SEVIM; PEKBAY, 2012; TOBALDINI et al., 2011; VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2008; WATERS-ADAMS, 2006; WELLINGTON; LAKIN, 1994). No contexto desta pesquisa, torna-se importante destacar o que se adota por visão, concepção e crença. A visão corresponde à parte mais superficial da ideia, algo que se encontra no nível dos sentidos, dos estereótipos observados pelo indivíduo. A concepção é mais elaborada e construída a partir da visão e dos conceitos com os quais o indivíduo tem contato, estabelecendo uma relação provavelmente elaborada em sua estrutura cognitiva. Já a crença corresponde ao nível mais profundo e interno do indivíduo, sendo uma representação construída a partir de sua vivência ou do que aprendeu durante sua vida e a qual ele supõe ser verdadeira.

Em seu trabalho, Gimarães (2010) realizou uma discussão sobre os significados de concepções e crenças, citando diferentes pesquisas desenvolvidas na área de educação matemática. O autor salienta que definir o que é concepção não se trata de uma tarefa simples, pois existem diferentes interpretações sobre seu significado. Ele também destaca que o pensamento utiliza as concepções como meio de interpretar o mundo e isso se torna essencial para a construção de novos padrões de pensamento ou ainda de formas mais abrangentes de pensar sobre uma situação, fato que acentua a necessidade de investigar o pensamento dos futuros professores sobre diferentes situações com as quais eles têm contato.

Na investigação sobre o entendimento da NdC e a prática de sala de aula, Lederman (1998) relata que os professores raramente planejam suas atividades integrando os conhecimentos sobre NdC de modo intencional. Aslan e Tasar (2013) investigaram, na Turquia, um grupo de professores, procurando entender quais são as visões que eles possuíam sobre NdC e como essas visões influenciavam suas práticas de aula. Os resultados sinalizaram que as visões dos professores sobre NdC não se refletem em suas práticas e, segundo eles, isso se deve, entre outros pontos, ao fato de tais tópicos não serem solicitados nos exames nacionais ou não estarem incluídos no currículo de ensino. Alguns professores relataram, na mesma pesquisa, que não se sentem aptos a explorar esse tema em sala de aula. Já Irez (2006) salien-

ta que, se os professores aprimorarem as próprias visões a respeito da NdC, haverá influência no desenvolvimento de estratégias de ensino adequadas. Entende-se que existem outros fatores que interferem nessa relação, além do entendimento da NdC. Waters-Adams (2006), em sua pesquisa com docentes de séries iniciais de ensino, salienta que os professores trazem crenças sobre educação, ensino e aprendizagem e sobre a própria natureza da ciência, sendo que tais crenças também influenciam a prática de sala de aula.

Talvez uma das razões para que tópicos da natureza da ciência não sejam contemplados no preparo das aulas seja a história de aprendizagem que o professor traz do seu ensino básico, das experiências que vivenciou, das ideias que elaborou sobre a ciência e o fazer científico e que permaneceram em sua mente. Além disso, outro motivo pode estar vinculado à própria formação docente, muitas vezes calcada no ensino de forma fragmentada, no qual as áreas de conhecimento distribuídas nas licenciaturas não "conversam" entre si. Nesse sentido, discussões e reflexões sobre a natureza da ciência com professores em formação fornecem um entendimento mais consistente sobre a construção da ciência, favorecendo, de alguma forma, suas práticas educativas.

Outra questão importante na formação docente, que está vinculada à necessidade de se entender as dimensões da natureza da ciência, refere-se às recomendações presentes nos documentos educacionais brasileiros quanto às abordagens que tratam da construção do conhecimento científico. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN^{+}) do ensino médio, no volume sobre ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, aborda a importância de um conhecimento sobre a ciência que seja contextualizado, indicando que:

> Em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo (BRASIL, 2002, p. 31).

As orientações curriculares para o ensino médio, em sua apresentação, traz a seguinte discussão:

> Ao se tratar da organização curricular tem-se a consciência de que a essência da organização escolar é, pois, contemplada. Por outro lado, um conjunto de questões emerge, uma vez que o currículo traz na sua construção o tratamento das dimensões histórico-social e epistemológica. A primeira afirma o valor histórico e social do conhecimento; a segunda impõe a necessidade de reconstruir os procedimentos envolvidos na produção dos conhecimentos (BRASIL, 2006, p. 7).

É possível notar, nestas citações, a sugestão de se desenvolver no educando a percepção de que a ciência é fruto de uma construção humana e que há uma história que fundamenta essa construção, bem como que a ciência tem caráter dinâmico. Para isso, faz-se necessária uma formação docente que contemple tais questões.

1.1. A escolha e os objetivos da pesquisa

Diante da discussão sobre a necessidade de aprimorar o olhar a respeito do conhecimento científico e que esse fato tem influência no ensino de ciências e, ainda, tomando como base o fato de que muitos dos futuros docentes desconhecem ou possuem uma visão pouco abrangente acerca dessa relação, a presente pesquisa se propôs a acompanhar e analisar um grupo de professores de ciências em formação, por meio de uma disciplina eletiva (ou optativa), na intenção de promover um espaço para o estudo da NdC e a discussão sobre o trabalho da ciência, a construção e organização do conhecimento científico. A partir disso, buscou-se o entendimento da trajetória de formação de pensamentos que auxiliem a interpretação de situações científicas, as quais esses futuros professores desenvolverão com seus alunos.

A ideia da investigação surgiu durante a atuação da autora da pesquisa como professora assistente em caráter temporário do curso de Ciências – Licenciatura, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), oferecido no *campus* localizado na cidade de Diadema, região metropolitana de São Paulo. O contato com os alunos e com as diferentes situações de aprendizagem do curso, o estabelecimento de relações e o compartilhamento de interesses de pesquisa com outros colegas professores, além da própria experiência docente preexistente, culminaram na elaboração da pesquisa.

O curso de Ciências – Licenciatura, representado por seu colegiado de professores, abriu espaço para que a pesquisa fosse realizada, fato que trouxe contribuições para que o planejamento e a execução da disciplina eletiva ocorressem em harmonia com os objetivos e o andamento do curso. A presente pesquisa está inserida em um programa da Unifesp de formação inicial e continuada de professores de ciências e matemática, intitulado “Projeto Zero”, que articula projetos e ações de ensino e pesquisa. O referido programa agrega pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento que estudam o curso e propõem colaborações por meio das pesquisas que desenvolvem em seu âmbito. O “Projeto Zero” foi reconhecido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade, sob o código CEP nº 1231/11. (Anexo I)

Com base nas reflexões e no panorama apresentados na introdução e considerando também a revisão das diferentes pesquisas citadas, emergiram as questões que estruturaram essa investigação:

- **A explicitação de pensamentos por meio de atividades planejadas pode levar o grupo de professores em formação a uma apropriação da NdC?**
- **A apropriação da NdC favorece a interpretação de situações científicas por esses futuros professores?**

Pelo termo "apropriação", presente na questão de investigação, entende-se a internalização de um conceito ou de uma ideia. É necessário que a apropriação dos conceitos que envolvem a NdC não ocorra somente no nível de termos e palavras usuais que ela apresenta e que aparecem nos discursos, mas sim no âmbito da construção dos significados desses termos quando são internalizados pelo sujeito e como isso favorece o olhar do futuro professor sobre as situações científicas com as quais vai se deparar frequentemente em sua ação docente.
Adicionalmente, algumas questões que apoiam a ideia inicial:

- Como a apropriação do conhecimento da natureza da ciência pelo futuro professor pode influenciar a interpretação de situações científicas?
- Como essas observações e interpretações se refletem nas atividades didáticas elaboradas pelo futuro professor?
- As atividades planejadas de forma explícita e reflexiva e envolvendo a natureza da ciência contribuíram para a interpretação de situações científicas?

A pesquisa apresentou como objetivo geral investigar um grupo de licenciandos em ciências e buscar o entendimento sobre a trajetória de formação de pensamentos e o processo de construção de significados que os auxiliem na interpretação de situações científicas que fazem parte dos conteúdos e conceitos das ciências presentes em suas futuras práticas pedagógicas.

Como objetivos mais específicos, destacam-se:

- entender as concepções dos licenciandos sobre a ciência e o fazer científico, tomando como referência que esse entendimento constitui um importante elemento para aprimorar as ações desenvolvidas nos cursos de formação de professores;
- incentivar o estudo da NdC com as contribuições provenientes das metaciências (história, filosofia e sociologia da ciência) por meio de textos;

- oferecer oportunidade para reflexão e discussão do grupo sobre concepções de método científico, a construção da ciência, o trabalho do cientista e as relações entre a ciência e a sociedade;
- elaborar atividades de ensino que contemplem os assuntos abordados na disciplina, aliando o conceito às estratégias já aprendidas em outras disciplinas pedagógicas.

A hipótese é a de que o estudo e a análise dos diferentes aspectos que envolvem a natureza da ciência promoverão a construção de uma nova ou mais abrangente visão de conhecimento científico, o que se refletirá na interpretação das diferentes situações científicas presentes no trabalho do professor. Além disso, espera-se que haja difusão e compartilhamento de ideias tanto entre seus pares como também em sua futura atuação como docente no ciclo básico escolar.

1.2. Apresentação da tese

A presente tese está estruturada em seis capítulos, sendo a parte introdutória o primeiro deles, destacando o contexto no qual a pesquisa foi delineada, as questões que motivaram a investigação, seus objetivos e a hipótese de trabalho.

O segundo capítulo discute essencialmente o significado da ciência, iniciando pelas principais contribuições filosóficas que fundamentam o pensamento científico, as visões distorcidas do fazer científico, o entendimento de como o conhecimento é construído. A seguir é apresentada uma discussão sobre a base teórica que fundamentou a pesquisa, ou seja, o estudo da natureza da ciência, além de uma reflexão que relaciona a NdC e a formação de professores. O capítulo se encerra com a discussão das abordagens para o ensino da NdC, relatadas nos estudos de Fouad-Abd-El-Khalick e colaboradores, cujas premissas foram utilizadas no preparo das atividades realizadas com os professores em formação.

O capítulo três apresenta o percurso metodológico da pesquisa, contextualizando o ambiente em que ela ocorreu e como se deu o planejamento da disciplina eletiva, denominada Unidade Curricular (UC), incluindo todo o roteiro programado, as atividades especialmente planejadas e todos os instrumentos utilizados na coleta de dados. São contemplados, ainda, os fundamentos da pesquisa qualitativa e as principais características da análise de conteúdo, técnica utilizada para análise no trabalho.

O capítulo quatro discorre sobre os resultados da pesquisa, apresentando o perfil acadêmico dos licenciandos participantes, seguido de uma ampla discussão de todas as atividades realizadas na disciplina eletiva, dividida em cada momento plane-

jado, procurando assim estabelecer vínculos com os objetivos propostos na pesquisa e entender o processo de construção de significados pelos licenciandos.

O capítulo cinco trata da discussão de todo o seguimento da Unidade Curricular (UC). Por meio do cruzamento dos dados, foi possível elaborar trajetórias para entender as reformulações realizadas por parte do grupo de licenciandos no decorrer da disciplina. Além disso, analisaram-se as sequências didáticas produzidas, procurando pontos que auxiliaram nas reflexões sobre as questões de investigação desta pesquisa. Na parte final do capítulo, discute-se a avaliação feita pelos licenciandos sobre a UC, na qual destacaram elementos que colaboraram para a análise da disciplina planejada e sua utilidade no curso de formação de professores, bem como possíveis reformulações para futuras intervenções.

Finalmente, o capítulo seis traz as considerações relevantes do presente trabalho, destacando importantes reflexões sobre as atividades, a metodologia, a condução de todo o processo e as contribuições que a pesquisa produziu tanto para o próprio curso quanto para o ensino de ciências. Além disso, foram propostas algumas possibilidades para investigações futuras.

Na parte final, após os capítulos indicados, além das referências utilizadas na elaboração da tese, encontram-se os apêndices e anexos que compõem toda a pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA DISCUSSÃO – A NATUREZA DA CIÊNCIA (NdC)

2.1. Pensando sobre a ciência

O que é a ciência? Uma pergunta tão pequena, mas com amplas respostas. Não é tão simples definir o que seja a ciência e se é necessário ter uma definição singular, e tampouco é objetivo produzir um pensamento único. A intenção é discutir sobre ela e buscar um entendimento que possa favorecer mais especificamente o ensino de ciências e a formação de professores, objeto de estudo dessa pesquisa. O termo "ciência" foi constituído em seu sentido moderno no século XIX, pois a palavra ciência é antiga e significa "conhecimento em geral" (ALFONSO-GOLDFARB,1994).

De fato, existe uma série de pensamentos que rodeiam o entendimento do que seja a ciência. Com base nessa premissa, torna-se relevante e pertinente buscar apoio teórico na filosofia da ciência. Para Martins (1999), o modo de interpretar a questão pode trazer possíveis respostas. O autor sugere pensar na pergunta "o que é ciência?" de três maneiras: a primeira com um caráter empírico (o que tem sido a ciência?); outra de caráter normativo (o que deveria ser a ciência?); e a terceira de caráter analítico (o que poderia ou não ser a ciência?). Se deseja saber o que tem sido a ciência, o indivíduo deve buscar respostas sobre o que a tem caracterizado ao longo do tempo, recorrendo a informações provenientes da história da ciência e da sociologia da ciência. Se o foco está sobre o que ela deveria ser, a resposta envolve valores e, nesse caso, a filosofia da ciência pode auxiliar (MARTINS, 1999). Finalmente, se o entendimento do que é a ciência é de caráter analítico (o que pode ser ciência ou não), é necessário pensar sobre as diversas concepções em relação à ciência, buscando o entendimento das já existentes (por meio da História da Ciência), ou ainda investigando novas concepções possíveis, respeitando alguns critérios de adequação, tais como coerência, clareza e o que seria filosoficamente possível ou não (MARTINS, 1999).

Tendo em vista que a filosofia da ciência procura investigar como a ciência foi e é concebida, vale salientar que ela traz contribuições, mas não define um único modo para se pensar em sua construção. Afinal, como cita Hessen (1980, p. 15): "A filosofia é uma tentativa do espírito humano para chegar a uma concepção do universo por meio da auto-reflexão sobre suas funções de valor teóricas e práticas". Em relação ao valor teórico, o autor situa a ciência, indicando que: "Como reflexão sobre o comportamento teórico, sobre aquilo a que chamamos ciência, a filosofia é a teoria do conhecimento científico, teoria da ciência" (HESSEN, 1980, p. 19).

Nesse sentido, é importante conhecer algumas das principais linhas filosóficas que apresentam pressupostos na intenção de fundamentar as diferentes concepções sobre a ciência. As ideias centrais dessas linhas foram exploradas no decorrer da pesquisa, como meio de incentivo ao aprendizado e à reflexão dos licenciandos, tanto para aqueles que não conheciam quanto para os que já haviam tido contato anterior com o tema. São elas: o positivismo lógico, o relativismo, o realismo e o pragmatismo. É sabido que existem outras diversas linhas, porém, optou-se por essas como base para aprofundamentos posteriores por parte dos licenciandos.

O filósofo Francis Bacon (1561-1626) foi um dos primeiros a articular o que seria a construção do conhecimento científico. Ele propôs, no início do século XVII, que o objetivo da ciência seria a melhoria da qualidade de vida do homem e, para tanto, seria necessária a coleta de fatos, com rigorosa observação, possibilitando, partir daí, a elaboração de teorias (CHALMERS, 1993).

A teoria de Bacon sofreu modificações que foram desenvolvidas e estudadas pela filosofia da ciência, originando outras linhas de pensamento, como o positivismo lógico, que é uma linha derivada do positivismo, fundada por Augusto Comte, no século XIX. O positivismo lógico teve início em Viena, no começo do século XX. As ideias principais que fundamentam essa linha (VÁZQUEZ et al., 2001; TRIVIÑOS, 2011) são:

- baseia-se em fatos empíricos e raciocínio lógico. Observação como algo mais seguro e que antecede a teoria;
- o conhecimento é acumulativo;
- ênfase na verificação: uma teoria é científica e verdadeira quando empiricamente verificável;
- método científico como única forma válida de conhecimento, baseado em dados observacionais e medições (indutivismo). Para o indutivismo, por meio da observação e utilizando o sensorial (o que é possível tocar, ver, etc.), tendo o experimento como foco principal, ocorre a formulação de enunciados gerais a partir de um evento particular (GIORDAN, 1999).
- Como cita Vázquez et al. (2001, p. 140, tradução nossa),

> [...] o positivismo sustenta a existência de um critério lógico entre a ciência e a não ciência, que seria a aplicação do dito método científico único e universal, consistente em um conjunto de regras objetivas e universais para o desenho de experimentos e a avaliação de teorias que asseguram êxito e progresso.

Apesar de outras perspectivas filosóficas terem apresentado argumentos e críticas sobre a filosofia positivista (como, por exemplo, a não neutralidade da ciência,

teorias prévias orientando a observação do cientista, entre outras), é possível identificar que essa perspectiva ainda continua presente, tanto no pensamento de professores como em materiais de apoio didático (VÁZQUEZ et al., 2001).

Outra linha filosófica pertinente à pesquisa é o relativismo, tendo o filósofo Tomas Kuhn como um de seus representantes. Entre as ideias centrais do relativismo, destacam-se (VÁZQUEZ et al., 2001):

- a ciência é uma atividade social e humana, uma via entre outras para produção de conhecimento, nem exclusiva nem excludente de outras vias;
- são considerados aspectos pessoais (interesses, crenças) e contextuais (sociais, econômicos, políticos);
- as provas empíricas não são decisivas para construção de verdades científicas. A observação é precedida por uma teoria;
- o relativismo nega a existência de um único critério de racionalidade, atemporal e universal para que uma teoria possa ser considerada melhor ou pior que sua rival. Hessen (1980) argumenta que toda verdade é relativa e que apenas apresenta uma validade limitada.

Para os relativistas, o progresso científico não é acumulativo, pois sempre existem perdas e ganhos nas mudanças de paradigmas e teoria rivais e o desenvolvimento científico não é algo claro e linear. As teorias alternativas resolvem problemas de diferentes formas e seu avanço depende da opinião daqueles que avaliam tais soluções (VÁZQUEZ et al., 2001).

A terceira linha filosófica é o realismo, definido por Hessen (1980, p. 93) como "uma posição epistemológica segundo a qual há coisas reais independentes da consciência". Existem várias formas de realismo, mas no geral trata-se de uma posição que tem como base a existência de uma correspondência entre as crenças sobre o mundo e o que ele realmente é (VÁZQUEZ et al., 2001). Para essa linha filosófica, o objetivo da ciência é a busca de teorias verdadeiras, demonstrando, por meio de falsificações, que uma teoria pode falhar. Para o filósofo austríaco Karl Popper, que apresenta posições realistas, o conhecimento é falível e passível de erro. Em sua percepção, por meio do falseamento, as teorias seriam aceitas ou rejeitadas a partir de rigorosas observações e testes (refutação), com objetivo de buscar a verdade (OLIVEIRA, 2012).

Ao apresentar o contexto do falsificacionismo, Chalmers (1993, p. 63) indica que "as teorias são interpretadas como conjecturas especulativas ou suposições criadas livremente pelo intelecto humano no sentido de superar problemas encontrados por teorias anteriores e dar uma explicação adequada do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo". Nesse sentido, a ciência é fruto da construção humana.

Finalmente, a quarta linha filosófica corresponde ao pragmatismo, termo proposto pelo filósofo norte-americano Willian James (HESSEN, 1980). De acordo com Vázquez et al. (2001):

- as posições pragmatistas, também denominadas instrumentalistas (termo proposto por John Dewey), caracterizam-se por considerar a ciência um instrumento cujo objetivo é produzir teorias capazes de superar contrastes empíricos mais exigentes;
- o instrumentalismo admite o progresso nas teorias científicas. O progresso científico não é um conceito acumulativo e linear (posições positivistas), mas sim relativo e que sofre perdas e mudanças;
- o pragmatismo coincide com o realismo ao aceitar que as teorias científicas podem compartilhar de uma mesma base de provas empíricas. As construções teóricas não são julgadas com critérios de verdade ou falsidade, mas sim por sua utilidade como instrumentos, já que se destinam a proporcionar um controle sobre o universo observável.

Após a apresentação das linhas filosóficas descritas e por outras que não foram detalhadas nesta pesquisa, considera-se que a Filosofia da Ciência não tem a pretensão de definir um único caminho para o processo de construção da ciência, mas sim oferecer a oportunidade de reflexão do indivíduo sobre as diferentes abordagens filosóficas, para que ele possa estabelecer comparações e relações entre seus paradigmas e compreender o caráter dinâmico da ciência e também, no caso dos futuros professores, estruturar as próprias reflexões para o ensino da natureza da ciência em suas ações pedagógicas. Como bem salienta Martins (1999, p. 19): “A ciência não é um resultado final, mas é um processo contínuo, pelo qual se aumenta o valor científico dos conhecimentos através de um aumento de poder e de uma maior harmonia dos elementos do conhecimento”. O autor ainda indica que é preciso compreender que a ciência possui limitações, que os resultados científicos são provisórios e que o processo de ensino científico deve incentivar esse entendimento por parte dos alunos. Daí a importância do contato do professor, tanto em exercício como em formação, com esse contexto filosófico.

A História da Ciência e a Sociologia da Ciência mantêm estreitas relações com a Filosofia da Ciência e trazem importantes contribuições que auxiliam o entendimento de como se deu a construção do conhecimento científico já existente.

De acordo com Martins (2004), a história é constituída por um encadeamento de atividades humanas ocorridas ao longo do tempo, sendo que sua contribuição se dá no estudo e reflexão sobre os seres humanos envolvidos no estudo da ciência (os cientistas), suas obras e seu contexto histórico. A Sociologia da Ciência considera, em

linhas gerais, a influência do contexto social no trabalho científico e como se dão as relações entre a ciência, a sociedade e a tecnologia. Vázquez-Alonso et al. (2007, p. 332, tradução nossa) destacam que

> A ciência surge na sociedade e é praticada por um coletivo de profissionais (os cientistas) que se caracterizam por compartilhar usos, costumes e estruturas organizativas específicas para a realização de seu trabalho e por estabelecer relações pessoais e de grupos entre eles e com outras instituições sociais do entorno próximo. A ciência é, pois, uma empresa humana.

Matthews (1995) argumenta que a História, a Filosofia e a Sociologia da ciência não podem resolver todas as questões relacionadas à alfabetização científica, mas podem trazer relevantes contribuições, entre elas:

- humanização das ciências, favorecendo uma aproximação dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade;
- aulas de ciências mais reflexivas e desafiadoras, o que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico;
- contribuição para um entendimento integral do conteúdo científico, no sentido da construção de significados;
- aprimoramento da formação do professor, auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e autêntica.

A partir do conhecimento das principais ideias dessas metaciências, que colocam em discussão a natureza da ciência, desde sua base epistemológica até as complexas relações com a sociedade, considera-se alta a importância de seu desenvolvimento no preparo profissional dos futuros professores, pois auxiliarão a formação de seus perfis epistemológicos. Por intermédio da reflexão e do pensamento crítico sobre os diferentes aspectos relacionados à natureza da ciência, eles poderão planejar estratégias de ensino que envolvam tais aspectos, ações que propiciem um melhor aprendizado científico pelos alunos e os motivem ao maior interesse pelos temas científicos.

2.2. A diversidade de definições para NdC

Não existe uma única definição para o termo “natureza da ciência”. O entendimento sobre ela envolve diferentes concepções sobre como a ciência se desenvolve. Filósofos, historiadores e sociólogos da ciência apresentam desacordos sobre defini-

ções específicas da NdC. Porém, algumas tentativas podem ser exemplificadas. De acordo com Mc Comas, Clough e Almazroa (1998, p. 5, tradução nossa):

> [...] o termo “natureza da ciência” é usado para descrever a interseção das questões derivadas da filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência, sua aplicação e potencial impacto no ensino e aprendizagem da ciência. Como tal, a natureza da ciência é um domínio fundamental para orientar os educadores em ciências numa correta descrição da ciência para os estudantes.

Para Acevedo Díaz e Garcia-Carmona (2016, p. 3, tradução nossa),

> A natureza da ciência é um meta-conhecimento sobre a ciência, que surge das reflexões interdisciplinares realizadas desde a filosofia, a história e a sociologia da ciência por especialistas nestas disciplinas e por alguns cientistas.

Os autores ainda questionam, com base em uma revisão sobre a NdC realizada por Acevedo Díaz (2008), se o termo correto seria “natureza das ciências” em vez de natureza da ciência, dado o fato de que cada ciência apresenta traços específicos e outros comuns a todas as disciplinas de ciências (ACEVEDO DÍAZ; GARCIA-CARMONA, 2016, p. 8).

Segundo Moura (2014b, p. 37), uma possível definição seria a de que “estudar NdC significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas.”

Abd-El-Khalick e Lederman (2000a) indicam que o conceito de NdC sofreu mudanças nos últimos 100 anos, apresentando em seu estudo uma breve “linha do tempo” sobre algumas definições. Os autores relatam que, no início de 1900, o entendimento da natureza da ciência era equivalente ao entendimento do “método científico”. Nos anos 1960, houve ênfase na pesquisa e desenvolvimento de habilidades, como observar, inferir, interpretar dados e projetar experimentos. Na década de 1970, ocorreu uma mudança mais evidente no conceito do termo, no qual o conhecimento científico foi caracterizado como mutável, público e não absoluto, um conhecimento que reflete tentativas humanas para entender a ordem da natureza, apresentando em sua construção um contexto histórico único (no sentido de mostrar seu próprio conjunto de regras e valores) e empírico (que se baseia na observação do mundo natural). Nos anos 1980 houve a inserção de fatores psicológicos (como, por exemplo, o fato de que a observação é sempre “carregada de teoria” – *theory-laden* – e também o papel da

criatividade humana no desenvolvimento de explicações científicas) e também sociais (citando, como exemplo, a estrutura das organizações científicas) nas definições de NdC (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a, p. 667-668).

Em documento da American Association for the Advancement of Science (AAAS,1990), denominado *Science for all Americans*, são elencados três pontos que baseiam o entendimento dito adequado da NdC. O primeiro diz respeito ao fato de que a ciência não pode dar respostas completas para todas as questões; o segundo trata da natureza da investigação científica, que, embora se baseie na lógica e no caráter empírico, também envolve imaginação e elaboração de explicações; e o terceiro destaca os aspectos sociais e políticos da ciência (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a).

Em seu artigo que traz uma revisão da literatura, Moura (2014a) destaca que as pesquisas atuais apresentam duas perspectivas para se pensar a natureza da ciência: uma que envolve os “consensos” da natureza da ciência, que poderiam ser entendidos como ideias “aceitas” pela comunidade científica e que fundamentam a organização e construção do conhecimento científico; e a outra proposta por pesquisadores como Irzik e Nola (2011), que partilham a ideia do que denominam “semelhança familiar”.

Os chamados “consensos” da natureza da ciência são destacados nos diversos trabalhos que tratam do tema. Lederman (2007) e Schwartz, Lederman e Crawford (2004) apontam que, entre as características gerais sobre o conhecimento científico, estão:

- seu caráter provisório, o que implica dizer que ele está sujeito a eventuais mudanças;
- base empírica, fruto da observação do mundo natural, envolvendo percepções pessoais; então há inferência humana, imaginação e criatividade do cientista. Além disso, a investigação científica é carregada de teoria, isto é, o cientista não observa os fenômenos com neutralidade;
- a produção científica sofre influência do contexto social e cultural no qual está inserida;
- existe diferença entre observar e inferir. As observações são agregadas pelos sentidos humanos, enquanto a inferência corresponde a uma interpretação dessas observações;
- da mesma forma, há diferença entre teorias e leis. Estas últimas descrevem as observações sobre um fenômeno natural e as teorias são possíveis explicações para o fenômeno natural.

De acordo com Irzik e Nola (2011), a ideia de semelhança familiar (que foi desenvolvida originalmente em 1958 por Wittgenstein, em sua obra *Philosophical investigations,* em um contexto filosófico) remete-se a grupos ou categorias de semelhança familiar: atividades, objetivos e valores, metodologias e regras metodológicas e produtos.

As categorias mencionadas parecem englobar as ideias de uma natureza da ciência mais abrangente e essa proposta vai ao encontro do questionamento de Acevedo Díaz e Garcia-Carmona (2016), no que diz respeito ao entendimento sobre as particularidades e questões específicas de cada ciência. Para Irzik e Nola (2011), a ciência é dinâmica e realiza tarefas que são semelhantes nas diferentes áreas de conhecimento, considerando as especificidades de cada uma delas.

Com base no exposto, parece não haver um conceito único e definitivo de NdC, além de se destacar que diferentes definições levaram em conta os contextos históricos e sociais em que foram elaboradas. Nessa pesquisa, a percepção particular e o olhar sobre o tema direcionaram para a seguinte tentativa de se pensar sobre a natureza da ciência: reunir os conhecimentos provenientes da história, filosofia e sociologia da ciência para compreender como se constrói e se organiza o conhecimento científico, sendo que essa percepção fundamentou a metodologia da pesquisa.

Não se considerou, no presente trabalho, que o estudo sobre a NdC seja a solução para o total entendimento de como o conhecimento científico se constrói, haja vista que seu caráter é multifacetado. Acredita-se, porém, que seu estudo promove uma abrangência no olhar sobre o desenvolvimento e funcionamento da ciência, desmistificando a ideia de que ela é infalível e linear, além de evidenciar todo o contexto histórico no qual vem sendo concebida. Esse fato pode colaborar efetivamente no preparo e formação de futuros professores, no sentido de fornecer subsídios para promover tal situação.

2.3. A NdC e os professores de ciências

As diversas pesquisas que envolvem o entendimento da NdC por professores, tanto em formação quanto em exercício, não só no Brasil como em outros países, têm apontado essencialmente a necessidade de serem promovidas intervenções para aprimorar suas concepções sobre a organização e a construção do conhecimento científico. Segundo Acevedo Díaz (2008), mesmo que os professores construam uma compreensão adequada sobre a NdC, existem fatores que provavelmente dificultam ou impedem uma transposição para suas práticas, tais como inexperiência docente, falta de confiança em si mesmo diante do novo, ausência de materiais curriculares

adequados, disponibilidade de tempo, pressão para cumprir o conteúdo planejado, entre outros. Daí a necessidade da continuidade de pesquisas que investiguem tal questão.

Lederman (1992), em sua revisão sobre pesquisas que abordam concepções da natureza da ciência por parte de alunos e professores de ciências, aponta quatro linhas de pesquisa para o tema:

- avaliação das concepções dos estudantes sobre a NdC;
- desenvolvimento, uso e avaliação do currículo planejado para melhorar as concepções dos estudantes sobre a NdC;
- avaliação e tentativas para melhorar as concepções dos professores sobre a NdC;
- identificação das relações entre concepções dos professores, práticas de sala de aula e concepções dos estudantes.

A terceira linha de pesquisa elencada por Lederman (1992) está estreitamente relacionada ao presente trabalho, que realizou uma intervenção com professores em formação.

Em um artigo mais recente, Gil-Pérez et al. (2001) apresentaram um estudo evidenciando “visões deformadas” dos professores sobre o trabalho da ciência, além de discutirem que eles, tanto no ensino básico quanto no universitário, acabam por transmitir um conhecimento pronto sem oferecer oportunidade aos estudantes para refletir e construir suas ideias. Em um extenso trabalho fundamentado, os autores mostraram sete visões identificadas pelo grupo de professores investigado por eles. Para a presente pesquisa, que trata de uma intervenção com futuros professores, essa análise torna-se relevante.

A importância do entendimento sobre essas visões deformadas pode aprimorar o trabalho docente rumo a uma forma mais “aceitável” ou “adequada “ de se compreender a construção do trabalho científico, não caracterizando aqui que exista uma única forma de entendimento, como também tendo compreensão dos diferentes fatores que influenciam essa construção. As visões identificadas por Gil-Pérez et al. (2001, 129-133) são:

- visão empirico-indutivista e ateórica, caracterizada por destacar o papel neutro da observação e da experimentação no processo de construção do conhecimento científico, não considerando a função das hipóteses nesse processo;
- visão rígida, como sendo aquela que apresenta o método científico enquanto um conjunto de etapas que devem ser seguidas rigorosamente, o que pode caracterizar o trabalho científico como certo e confiável;

- visão aproblemática e ahistórica, caracterizada pela transmissão dos conhecimentos sem considerar a forma e o contexto histórico no qual foram construídos, o que impede o entendimento sobre a trajetória que deu origem aos referidos conhecimentos;
- visão exclusivamente analítica, que trata do caráter fragmentado do conhecimento, o que pode dificultar, por exemplo, o trabalho com um "problema geral", oportunizando a interação com diferentes áreas do conhecimento para buscar uma possível resolução para o problema;
- visão acumulativa de crescimento linear, na qual o conhecimento científico é produto de uma construção linear e acumulativa, desconsiderando as possíveis reformulações de ideias e elaboração de novos modelos na tentativa de apresentar explicações para um evento;
- visão individualista e elitista da ciência, que, de acordo com Gil-Pérez et al. (2001), é uma das mais indicadas pelos professores, sendo caracterizada pela ideia de que o conhecimento científico é construído apenas por pessoas geniais, que vivem isoladas. A referida visão desconsidera o caráter coletivo e cooperativo do trabalho científico;
- visão socialmente neutra da ciência, na qual as relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade são desconsideradas, o que pode reforçar a ideia de que os cientistas vivem isolados e não sofrem influência da sociedade da qual, aliás, fazem parte.

Os autores ainda salientam que essas visões identificadas não são independentes e que geram uma ideia ingênua, simplista, do trabalho científico.

Carvalho e Gil-Pérez (2011) abordam, na primeira parte de seu trabalho, importantes pontos para formação e aprimoramento da ação docente. Entre eles, especificamente em relação à natureza da ciência, os autores alertam para a necessidade de o professor conhecer os problemas que deram origem à construção dos conhecimentos científicos, justamente para: entender o processo envolvido nessa construção; conhecer como os cientistas abordam os problemas e as características de sua atividade, pois esse conhecimento pode auxiliar o professor no preparo de atividades de laboratório, resolução de problemas e entendimento de como seus alunos constroem seus conhecimentos; e conhecer as complexas interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, haja vista as influências que os setores exercem entre si (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Praia e Cachapuz (1994), em seu estudo realizado em Portugal, indicam que as concepções do professores parecem ser dominadas por uma perspectiva empirista-indutivista do conhecimento científico, na qual a observação possui papel cen-

tral, dando significado à teoria e sendo a etapa principal do método científico. Além disso, eles apontam também para a perspectiva mais racionalista do conhecimento científico, na qual o referido conhecimento seria construído com base em teorias que orientam a observação (PRAIA; CACHAPUZ, 1994). Segundo os autores, as duas perspectivas apresentam reflexos sobre o trabalho do professor. Nesse contexto novamente se destaca a importância do preparo na etapa de formação dos professores de ciências, promovendo ações para fundamentar e instruir acerca dos aspectos da natureza da ciência.

Estudos mais recentes trazem relatos sobre a elaboração de ações e atividades envolvendo professores (em formação e em exercício) para aprimoramento e melhor compreensão da NdC, entre eles o de Abd-El-Khalick (2005), cuja investigação versou sobre a influência de um curso de filosofia da ciência sobre as visões da NdC nos professores em formação participantes, utilizando abordagem explícita e reflexiva (que será discutida no próximo item), o de Abd-El-Khalick e Akerson (2009), no qual foram utilizadas estratégias metacognitivas como meio de intervenção com professores em formação, e o de Sevim e Pekbay (2012), cujo principal objetivo foi investigar a influência de atividades com abordagem explícita e reflexiva sobre as concepções de professores em formação a respeito da NdC, por meio de intervenção em uma disciplina, estudo que apresentou algumas semelhanças com os objetivos propostos neste trabalho. Tanto esses estudos quanto o panorama apresentado neste item, que relaciona a NdC e os professores de ciências, contribuíram para importantes reflexões que fundamentaram o planejamento da intervenção proposta nesta pesquisa.

2.4. As abordagens para ensinar NdC

Diante da perspectiva de que a natureza da ciência precisa ser estudada e debatida tanto com professores em exercício como com aqueles em formação, surgem algumas questões: o quê necessariamente deveria ser ensinado sobre NdC? Como desenvolver estratégias para se ensinar NdC? Em relação à primeira pergunta, várias são as recomendações sobre quais aspectos poderiam ser desenvolvidos, como mostra o estudo de Acevedo Díaz e Garcia-Carmona (2016), entre outros citados por eles. A segunda questão merece maior atenção, principalmente em se tratando de formação de professores, pois considera-se que a elaboração de estratégias pedagógicas para ensinar NdC não depende somente de técnicas, mas também das concepções sobre a ciência e do conhecimento do conteúdo que o licenciando possui. Se o objetivo é fazer com que o futuro professor elabore estratégias que promovam o ensino de NdC, é necessário que esse preparo, por meio de atividades e exemplos práticos, aconteça nos cursos de formação.

Acevedo Díaz (2009) indica que existem dois enfoques didáticos para se ensinar sobre NdC: o implícito e o explícito, sendo que ambos receberam apoio tanto em documentos internacionais como em reformas de ensino de ciências, com o objetivo de melhorar a compreensão dos estudantes e dos professores sobre o que é NdC. Ainda segundo o autor, o enfoque implícito sugere a compreensão dos conceitos de NdC de modo indireto, diante de um tipo de ensino em que o estudante é levado ao entendimento por meio de experiências, como uma metodologia baseada no "fazer ciência" sem haver referência explícita sobre NdC (ACEVEDO DÍAZ, 2009). Já o enfoque explícito utiliza elementos da história e filosofia da ciência incorporados nas atividades pedagógicas, esperando-se que os estudantes percebam aspectos relativos à NdC nos episódios históricos (ACEVEDO DÍAZ, 2009).

Khishfe e Abd-El-Khalick (2002) indicam três enfoques gerais: o <u>histórico</u>, o <u>implícito</u> e o <u>explicito e reflexivo</u>. O primeiro agrega elementos da história da ciência no ensino e os autores citam, como exemplos de currículos que adotaram essa abordagem, o HOSC (History of Science Cases for High Schools) e o HPP (Harvard Project Physics). O enfoque implícito é similar à argumentação apresentada por Acevedo Días (2009). Já o enfoque explícito e reflexivo, de acordo com Abd-El-Khalick e Akerson (2009), não deve ser entendido como estratégia didática, mas sim como um guia para orientar a instrução sobre a NdC. Esses autores destacam que o termo explícito é de natureza curricular, enquanto o termo reflexivo é de natureza instrucional. Abd-El-Khalick e Akerson (2009) ainda explicam que o termo "explícito" refere-se a sequências instrucionais elaboradas e planejadas para o ensino de NdC de modo intencional, enquanto o termo "reflexivo" implica oferecer aos estudantes a oportunidade de analisarem suas próprias experiências de aprendizagem a partir de um quadro epistemológico. Acevedo Díaz (2009) indica que o componente reflexivo nas atividades planejadas pode ser verificado por meio de redações com reflexões realizadas pelos estudantes ou respostas escritas para questões planejadas sobre NdC.

Nesse sentido, a presente pesquisa utilizou como fundamentação para o planejamento e preparo das atividades a abordagem explícita e reflexiva relatada nos estudos de Abd-El-Khalick e Lederman (2000a), Khishfe e Abd-El-Khalick (2002) e Abd-El-Khalick e Akerson (2009), para o estudo da NdC com os professores em formação. A forma como a referida abordagem é relatada nos estudos citados vem ao encontro dos objetivos planejados para a pesquisa.

É importante salientar que, na presente pesquisa, o <u>caráter explícito</u> foi evidenciado pela sequência de atividades planejadas com o propósito de promover discussões sobre a construção do conhecimento científico e o fazer científico, enquanto o <u>caráter reflexivo</u> se deu pela constante oportunidade de os participantes refletirem e analisarem (de diferentes formas, relatadas detalhadamente na metodologia) suas ideias sobre NdC, além de serem incentivados a compartilhá-las com os outros licenciandos.

3. O PERCURSO DA METODOLOGIA

3.1. O ambiente da pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa se deu em uma disciplina eletiva, elaborada com o propósito de abrir espaço para discussões e reflexões sobre a natureza da ciência, bem como oferecer atividades em que os licenciandos pudessem expressar suas visões a respeito do tema, de forma explícita e reflexiva (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a; KHISHFE; ABD-EL-KHALICK, 2002), com o objetivo de auxiliá-los em suas ações docentes futuras. As diversas disciplinas do curso em questão são denominadas "Unidade Curricular" (UC). Cabe ressaltar que este trabalho não visou a implantação de uma disciplina para o ensino de NdC, pois se entende que suas contribuições deveriam transitar as diferentes disciplinas das áreas de conhecimento. Ela foi oferecida para que, por meio de atribuição de créditos, os alunos se interessassem em participar das atividades e discussões na íntegra, garantindo a execução de todas as etapas planejadas, além de se caracterizar como uma intervenção direta com objetivo de auxiliar a formação inicial desses professores.

O curso de Ciências – Licenciatura, da Unifesp, tem duração de quatro anos e é oferecido em dois períodos: vespertino e noturno. As disciplinas (UCs) são ministradas nos "termos" (denominação dada aos semestres). Nos dois primeiros anos (1º, 2º, 3º e 4º termos), os estudantes cursam as disciplinas do ciclo básico (química, física, biologia e matemática). A partir do 5º termo o licenciando escolhe a área de habilitação desejada que, no caso do curso em questão, são quatro: química, física, biologia e matemática. Os estudantes que concluem o referido curso recebem a titulação de "licenciado em Ciências – área de conhecimento escolhida" (por exemplo: licenciado em ciências – química). De modo geral, os licenciandos que cursam as UCs eletivas oferecidas pela universidade efetuam a matrícula a partir do quinto termo, o que implica dizer que as áreas de habilitação (física, química, biologia e matemática) presentes na UC oferecida foram aleatórias, de acordo com o interesse dos participantes. Os graduandos de outros cursos da Unifesp também podem cursar as disciplinas eletivas oferecidas nos curso de Ciências – Licenciatura.

Uma das atribuições sobre o perfil do egresso elencadas no Projeto Político Pedagógico do curso de Ciências – Licenciatura, da Unifesp, é a de que sua ação docente seja "capaz de transformar o saber científico em saber escolar, promovendo melhoras significativas na vida do educando e de seu entorno e o estimule a participar da construção do conhecimento científico" (BRASIL, 2011, p. 18). Essa atribuição sugere que a formação do futuro docente deve apresentar elementos que o auxiliem a atuar nessa perspectiva transformadora e a pesquisa se insere nesse panorama.

3.2. O planejamento da Unidade Curricular (UC) eletiva

Uma UC eletiva pode ser oferecida aos graduandos, passando inicialmente pelo crivo da comissão de curso da Universidade. Após aprovação, a coordenação do curso recebeu a ementa completa da disciplina (Apêndice I), que foi disponibilizada no *site* da instituição. A pesquisa ocorreu durante a UC eletiva intitulada "Interpretação de Fatos Científicos e a Natureza da Ciência", ministrada por duas docentes, sendo uma professora efetiva do curso de Ciências e uma professora convidada e responsável pela pesquisa. A UC eletiva foi planejada para abrir espaço de discussão sobre o tema e, concomitantemente, possibilitar a realização da pesquisa com o público-alvo desejado. A carga horária total correspondeu a 36 horas, distribuídas em nove encontros semanais de quatro horas, no período de março a maio de 2015, não considerando os dias de feriado e atividades extracurriculares promovidas pela universidade. A UC eletiva ocorreu no período vespertino, mas foi oferecida para estudantes dos dois períodos.

A UC eletiva foi planejada e elaborada levando em conta o total de horas disponibilizadas pela universidade. As quatro etapas da pesquisa, denominadas "momentos", bem como sua sequência e os instrumentos de coleta adaptados e construídos, foram cuidadosamente elaboradas, considerando a abordagem explícita e reflexiva. A programação e sequência das atividades estão descritas nas datas em que ocorreram, exatamente como foram planejadas antes do início da UC.

3.2.1. Momento 1 – Análise de imagens e experimentos

Aula 1 – 06/03/2015

A primeira aula foi planejada para ocorrer em duas partes, com o objetivo de identificar, por meio das atividades programadas, as visões sobre a ciência e a construção do conhecimento científico dos participantes.

Os três instrumentos utilizados apresentam diferentes formas de questionar os temas <u>método científico</u>, <u>construção do conhecimento científico</u>, <u>o trabalho do cientista</u> e a <u>relação entre ciência e sociedade</u>. Espera-se, com as diferentes atividades, fazer um comparativo dos resultados do questionário, das representações e dos comentários das imagens.

<u>Parte 1</u>

- Apresentação da disciplina e da pesquisa e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice II).

- *Atividade 1a – Aplicação do questionário inicial* (Apêndice III) – recorte e adaptação do instrumento utilizado por Porlán et al. (1997) referindo-se à imagem da ciência; atividade individual (alunos identificados por nome) em material escrito.

Parte 2

- *Atividade 1b – Representação de ideias* (Apêndice IV) – os participantes receberam material de escrita e desenho e foram incentivados a representarem, por meio de desenhos, esquemas ou dissertação, o que pensam sobre os seguintes temas:
  - a ciência na vida do ser humano;
  - a construção do conhecimento científico;
  - o cientista e seu trabalho;
  - a relação existente entre ciência e tecnologia;
  - a ciência e a sociedade.
- *Atividade 1c – Análise de imagens* (Apêndice V) – as imagens utilizadas são de domínio público e referem-se à observação do indivíduo (ilusão de ótica, imagens de cientistas, relações entre ciência e tecnologia, a influência da sociedade na ciência). Solicitou-se a cada participante que descrevesse de forma breve o que observou em cada imagem – material escrito.

  Ao término das atividades, as docentes da UC dividiram os textos para seminários (que foram apresentados no momento 2) em grupos com quatro integrantes.

Aula 2 –13/03/2015 – Análise de experimentos (trabalho em grupo)

Nesta aula, a atividade planejada objetiva identificar a concepção dos licenciandos a respeito do papel das atividades experimentais na construção do conhecimento científico e também no ensino de ciências. A aula foi planejada para ocorrer em duas partes.

Parte 1

Os grupos receberam um roteiro experimental com uma sequência de procedimentos definida (Apêndice VI), no formato de uma “receita”, com os passos para execução. Os experimentos escolhidos correspondem a situações científicas presentes no ensino de ciências, sendo o experimento 1 com o tema *condução elétrica dos materiais* e o experimento 2 referente à *densidade dos sólidos*. Os licenciandos executaram os experimentos em equipes estabelecidas previamente e, após a realização, responderam às questões propostas na atividade.

O objetivo desta atividade é observar como os participantes compreendem o método científico. Solicitou-se que eles descrevessem como utilizariam o referido experimento em uma aula de ciências e também como entendem o papel das atividades experimentais no ensino de ciências.

Parte 2

As docentes da UC realizaram uma apresentação intitulada “Reflexões sobre a natureza da ciência”. Foram expostos conceitos referentes às diferentes posições da filosofia da ciência, entre eles o positivismo lógico, o realismo, o relativismo e o pragmatismo, bem como as implicações das diferentes linhas para o ensino de ciências. Ao final lançaram-se algumas questões para reflexão dos licenciandos. Esta apresentação fundamentou-se nos trabalhos de Chalmers (1993), Vázquez et al. (2001) e Martins (1999), com o objetivo de estreitar o contato dos licenciandos com as diferentes linhas da filosofia da ciência para dar suporte às suas reflexões futuras.

Ao término da aula foram dadas instruções sobre o plano de aula ou sequência didática a ser entregue no último encontro da disciplina.

3.2.2. Momento 2 – Estudo da natureza da ciência

Esta etapa da disciplina objetiva promover o estudo de temas vinculados à natureza da ciência e fornecer fundamentação teórica aos participantes. Os licenciandos, divididos em grupos de trabalho, realizaram a leitura dos materiais disponibilizados com antecedência pelas docentes da UC. Cada grupo apresentou suas conclusões por meio de seminários e posterior abertura para debate com os outros grupos.

Aula 3 –20/03/2015
Apresentação do seminário 1, cujo objetivo é a discussão sobre o método científico. Texto de referência: Sobre o método científico, de Moreira e Ostermann (1993).

Aula 4 –27/3/2015
Apresentação do seminário 2, cujo objetivo é discutir e refletir sobre a ideia de método científico único e linear e atividades de investigação científica. Texto de referência: Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação, de Dourado e Sequeira (2002).

Aula 5 –17/04/2015
Apresentação do seminário 3, cujo objetivo é entender as principais visões que a sociedade apresenta sobre o trabalho da ciência e o cientista, bem como as implicações

destas visões para o ensino de ciências. Texto de referência: Para uma imagem não deformada do trabalho científico, de Gil-Pérez et al. (2001).

Aula 6 –24/04/2015

Apresentação do seminário 4, cujo objetivo é discutir sobre as visões inadequadas do trabalho científico que podem estar presentes em materiais que divulgam a ciência; neste caso específico, em um livro. Texto de referência: Concepções inadequadas de ciência e fazer científico: análise de um exemplo na literatura, de Moura (2014a).

Aula 7 –08/05/2015

Apresentação do seminário 5, cujo objetivo é expor e estudar uma atividade prática aplicada com estudantes de ensino básico para discutir conceitos da natureza da ciência. Texto de referência: Como trabalham os cientistas? Potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências, de Faria et al. (2014).

O grupo previamente escolhido apresentou um seminário sobre o tema selecionado (aproximadamente 40 minutos). Os outros grupos elaboraram uma questão (escrita) para que fosse respondida e a entregaram previamente. Após a apresentação, ocorreu debate sobre o tema, para os licenciandos compartilharem suas impressões. Ao término do debate, as professoras escolheram uma questão entre as que foram entregues para que todos respondessem individualmente. Adicionalmente, os licenciandos produziram uma pequena dissertação sobre o texto e a discussão em sala (Apêndice VII). O objetivo do momento 2 é analisar o processo de acompanhamento e compreensão dos temas.

3.2.3. Momento 3 – Nova análise de imagens e experimentos

Aula 8 – 15/05/2015

Parte 1

- Os licenciandos realizaram a atividade 2 (Apêndice VIII), na qual foram apresentadas as mesmas imagens da atividade feita no momento 1 (Apêndice V), sendo solicitado aos participantes que as observassem novamente e registrassem suas impressões de forma escrita e individual. O objetivo da atividade é analisar o processo de reflexão das concepções iniciais.
- Os licenciandos receberam novamente os roteiros experimentais realizados no momento 1. Solicitou-se aos grupos que utilizassem o roteiro elaborado na primeira

etapa e o analisassem, transformando-o em uma atividade de caráter investigativo, empregando os conceitos estudados no período de seminários (Apêndice IX). O objetivo é fazer o licenciando refletir mais uma vez sobre o papel das atividades experimentais no ensino de ciências.

Parte 2

As docentes da UC realizaram uma apresentação intitulada “O papel da experimentação no ensino de ciências”. Os conceitos expostos referem-se aos principais argumentos que os professores utilizam ao justificar o uso de atividades experimentais no ensino, às concepções sobre a experimentação e às implicações para o ensino. Ao final, foi abordado o conceito de atividade investigativa e colocaram-se questões para reflexão dos licenciandos.

A apresentação baseou-se nos trabalhos de Azevedo (2004), Galiazzi e Gonçalves (2004) e Gil-Pérez (1996), visando propiciar mais um momento para os licenciandos refletirem sobre a utilização das atividades experimentais no processo de construção do conhecimento científico e elaboração de significado do indivíduo.

3.2.4. Momento 4 – Entrega de atividade de ensino (sequência didática) e avaliação final

Os participantes entregaram, em data previamente determinada, uma atividade de ensino denominada “sequência didática”, com proposta de aula ou sequência de aulas que contemplem ou apresentem pontos sobre a natureza da ciência estudados durante a disciplina. O tema foi de livre escolha, respeitando a área de conhecimento de cada licenciando. Os participantes receberam orientações para elaboração da referida atividade.

O objetivo é identificar o processo de apropriação dos conceitos sobre a natureza da ciência e se esse conhecimento construído pelos licenciandos se reflete nas atividades pedagógicas por eles elaboradas.

Aula 9 –22/5/2015

Encontro final da UC, no qual aplicou-se uma avaliação com registro escrito, para os participantes analisarem a própria UC, as atividades e os temas discutidos no decorrer dos encontros. Além disso, os licenciandos entregaram as sequências de ensino planejadas por eles.

Este encontro final visa tanto fazer uma avaliação da UC (seus objetivos, atividades realizadas, tempo de estudo, entre outros) como analisar a apropriação dos conceitos discutidos nos encontros anteriores, por meio de instrumento elaborado (Apêndice X).

3.3. Os instrumentos elaborados para coleta de dados

Para a coleta dos dados foram elaborados instrumentos de acordo com os objetivos descritos em cada momento, possibilitando o cruzamento de dados. As atividades foram produzidas de diferentes maneiras para posterior comparação entre as formas de representação. Os instrumentos utilizados em cada momento estão elencados no Quadro 1. A seguir, estão descritas as características e justificativas para a utilização de cada instrumento de coleta.

Momento	Instrumentos de coleta
1 - Análise de imagens e experimentos	• Instrumento Inicial - atividade 1a - apêndice III • Atividade 1b - apêndice IV; • Atividade 1c - apêndice V; • Registro das observações escritas dos experimentos - apêndice VI.
2 – Estudo da NdC	• Elaboração de perguntas pelos grupos; • Respostas individuais das perguntas elaboradas; • Impressões individuais dos licenciandos sobre o texto e discussão em sala - apêndice VII; • Registro em áudio dos debates ocorridos após as apresentações dos seminários.
3 - Nova análise de imagens e experimentos	• Atividade 2 - apêndice VIII • Roteiros investigativos elaborados - apêndice IX.
4 - Elaboração de sequências didáticas	• Sequências didáticas elaboradas pelos licenciandos. • Avaliação final da disciplina - apêndice X.

Quadro 1 – Instrumentos de coleta utilizados na pesquisa

Momento 1 – Análise de imagens e experimentos

Questionário inicial (atividade 1a – Apêndice III)

O instrumento foi planejado em duas partes: a primeira refere-se a dados pessoais da turma (nome, idade, habilitação escolhida, experiência profissional); e a se-

gunda corresponde a um recorte do levantamento realizado por Porlán et al. (1997), com adaptações. Os autores, a partir de estudos com professores para entender questões do conhecimento profissional, realizaram um levantamento de suas crenças e construíram o Inpecip (Inventário sobre as Crenças Pedagógicas e Científicas dos Professores) e as dividiram em quatro categorias: imagem da ciência; modelo didático; teoria de aprendizagem; e metodologia de ensino. Para a elaboração do instrumento desta pesquisa, foram selecionadas 13 afirmações da primeira categoria do Inpecip (imagem sobre a ciência) e se atribuiu uma escala de concordância, além de abrir um espaço para os licenciandos relatarem eventuais observações sobre a afirmação. O referido instrumento de Porlán et al. (1997) também foi utilizado por Ruiz et al. (2005) como parte de coleta de dados com o objetivo de entender a evolução de concepções de uma professora de biologia. Martorano (2012) também adaptou as afirmações como parte de sua investigação sobre imagens da ciência de um grupo de professores de química em exercício. Além das 13 afirmações, foram construídas mais três para identificar a visões dos licenciandos sobre a relação entre ciência e sociedade. O instrumento adaptado para a pesquisa correspondeu a uma primeira forma de obtenção das visões iniciais dos licenciandos sobre a ciência e o conhecimento científico.

Representações: desenho, esquema ou dissertação (atividade 1b – Apêndice IV)

O referido instrumento foi planejado para propiciar aos participantes a oportunidade de refletir sobre NdC e expressar seus pensamentos de diferentes maneiras, buscando habilidades próprias de cada um que não foram exploradas no questionário. De posse do tema a ser discutido, o licenciando poderia desenhar, esquematizar ou apenas relatar de forma escrita suas ideias, bem como utilizar duas ou até as três formas sugeridas para se expressar. O objetivo dessa atividade foi obter as respostas dadas no primeiro instrumento de outras maneiras para posterior comparação, dado o fato de os temas sugeridos serem compatíveis com as questões propostas no questionário, além de obter um conhecimento tácito que pode não aparecer na escrita, mas fica claro, por exemplo, em um desenho ou esquema.

Conteúdo das observações das imagens (atividade 1c – Apêndice V)

A atividade foi planejada contendo oito imagens que se relacionam com temas sobre a ciência e sua construção, bem como o modo de trabalho dos cientistas. Silva et al. (2006) destacam que, além do ponto de vista comunicacional, é possível pensar as imagens sob a ótica discursiva, salientando que os sentidos são produzidos sob determinadas condições que envolvem o texto, a imagem, o sujeito e o contexto. Dessa forma, a imagem não se constitui apenas como transmissora de informação,

mas também faz parte de um amplo processo de construção de sentidos (SILVA et al., 2006). Nessa linha de pensamento, a referida atividade foi elaborada representando mais uma oportunidade de expressão das visões sobre o conhecimento científico para posterior comparação com as informações obtidas nos dois instrumentos anteriores.

Registro das observações escritas sobre os experimentos (Apêndice VI)

O instrumento foi planejado para identificar a visão dos licenciandos sobre o papel das atividades experimentais na construção do conhecimento científico e também no ensino de ciências. Para isso foram elaborados dois roteiros experimentais e os licenciandos foram instruídos para que os executassem em grupos. Adicionalmente foi solicitado que eles relatassem como usariam tais experimentos em suas aulas. O objetivo foi identificar como eles entendem o método científico.

Momento 2 – Estudo da NdC

Análise das perguntas elaboradas pelos licenciandos e das respostas individuais das questões

Esse instrumento teve como base o estudo de Niaz (2009), no qual o autor ofereceu um curso para professores de química em exercício. No referido trabalho, em uma das atividades planejadas, ao final das discussões, os professores foram convidados a elaborarem suas questões na forma escrita. O autor indica que a atividade representou uma oportunidade de apresentar um *feedback* ao grupo.

No caso dessa pesquisa, o instrumento foi elaborado da seguinte forma: os grupos realizaram a leitura prévia dos textos estudando-os e então fizeram propostas de questões sobre o tema. As professoras escolheram questões para que todos os participantes respondessem. O objetivo desta etapa foi tanto observar a pergunta elaborada (considerando sua adequação com o tema estudado) como buscar nas respostas elementos que auxiliassem a análise sobre o entendimento dos temas dos seminários. Na escolha consideraram-se a originalidade, a clareza e o incentivo à argumentação das questões.

As respostas compõem mais um conjunto de dados para o entendimento e a reflexão sobre os temas dos seminários.

Análise das avaliações individuais dos licenciandos sobre o texto e sua discussão em sala (Apêndice VII)

O instrumento foi elaborado como um complemento às reflexões individuais dos licenciandos. Durante a apresentação do seminário e o debate posterior, acredi-

ta-se que cada participante elaborou ou reelaborou suas ideias sobre o tema. Relatar essas novas ideias pode ser um indicativo do processo de construção mental sobre o tema discutido.

Análise do áudio dos debates ocorridos após as apresentações dos seminários

Durante a apresentação de cada seminário e posterior discussão em grupo, houve a gravação em áudio. O objetivo foi justamente observar variações e discursos que complementam os relatos escritos. Segundo Bauer e Gaskell (2003, p. 273), "a análise da conversação pode mostrar como os participantes de um grupo juntam e contrastam atividades e atores (ligações que podem ser perdidas na análise de conteúdo) e como eles apresentam mutuamente seus pontos de vista".

A expressão verbalizada dos licenciandos também contribui para o entendimento da trajetória de construção de significados.

Momento 3 – Nova análise de imagens e experimentos

Conteúdo das observações das imagens (Atividade 2 - Apêndice VIII)

Após o estudo da NdC por meio dos seminários e discussões em grupo, o instrumento foi utilizado para identificar eventuais modificações no modo de interpretar as imagens que já foram analisadas pelos licenciandos no momento 1.

Roteiros investigativos elaborados (Apêndice IX)

O seminário 2 abordou detalhadamente questões relacionadas aos métodos científicos linear e investigativo. Por meio deste instrumento, procurou-se obter dados sobre como os licenciandos interpretaram tais métodos e como essa interpretação se reflete nas atividades experimentais que pretendem programar com seus alunos.

Momento 4 – Entrega de atividades de ensino e avaliação final

Análise da sequência didática para ensino de ciências elaborada individualmente

Essa análise tem especial relevância para a pesquisa, pois representa o fechamento de todas as atividades anteriores. Os licenciandos receberam previamente as orientações para elaboração da atividade de ensino (Apêndice XI). O objetivo foi identificar se os licenciandos se apropriaram dos conhecimentos sobre a NdC e se isso se refletiu de alguma forma nas atividades de ensino que elaboraram.

Análise da avaliação final da UC

O instrumento corresponde à atividade final da UC (Apêndice X). Seu objetivo foi verificar a validade dada pelos licenciandos (para sua formação e futura atuação em sala de aula) e, consequentemente, sua colaboração para o curso de Ciência – Licenciatura da Unifesp. Adicionalmente, os licenciandos responderam às mesmas questões formuladas na atividade 1a (Apêndice III), agora reformuladas de modo aberto (sem escala de concordância) e com espaços para expressarem seus pensamentos sobre os assuntos das questões. Essa análise contribuiu para identificar a apropriação dos conceitos sobre a NdC.

A atividade 1a (Apêndice III) e a atividade com imagens (Apêndices V e VIII) foram previamente aplicadas no minicurso oferecido no Eneq (Encontro Nacional de Ensino de Química) ocorrido em 2014, como um teste-piloto para ajustar a metodologia a ser desenvolvida no decorrer da UC. Especificamente na atividade com imagens, ponderou-se que as figuras apresentadas poderiam induzir o participante em suas declarações. Portanto, foi elaborada uma segunda atividade na qual os licenciandos puderam expressar de forma livre o que pensavam sobre os temas (Apêndice IV). Os resultados da atividade com imagens aplicada no minicurso originaram um artigo que propõe a discussão e reflexão sobre a NdC por meio de imagens (COLAGRANDE et al., 2015).

3.4. A análise dos dados

A presente pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, essencialmente de natureza interpretativa. Desejou-se entender o processo de construção de pensamentos sobre a natureza da ciência e como essa construção se reflete na interpretação de situações científicas por meio das atividades pedagógicas elaboradas pelos futuros professores de ciências. Torna-se relevante uma discussão sobre os passos envolvidos na análise dos dados.

3.4.1. Pesquisa qualitativa e suas características

O principal interesse de uma pesquisa qualitativa reside em interpretar os significados construídos pelos sujeitos investigados ao longo do processo de investigação. Para Bogdan e Biklen (1994, p. 16), as questões de pesquisa propostas nesta abordagem objetivam “investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em um contexto natural”. Moreira (1990) indica que um determinado objeto ou evento pode apresentar um significado comum aos membros de uma certa cultura (um grupo) e, ao

mesmo tempo, existe a interpretação individual, que pode ser diferente do grupo. Por sua vez, Bauer e Gaskell (2003) salientam que a pesquisa qualitativa, em contraste com a pesquisa quantitativa, que lida essencialmente com números e modelos estatísticos para explicar dados, utiliza interpretações das realidades sociais.

Diversos são os métodos empregados em pesquisas qualitativas, tais como técnicas etnográficas, estudo de caso e observação participativa, métodos que buscam significados tanto individuais como contextuais. É possível também a utilização de estatística descritiva (MOREIRA, 2002).

Bogdan e Biklen (1994) descrevem cinco características de uma investigação qualitativa, também citadas por Triviños (2011). A primeira característica indica que o pesquisador pode utilizar diversos instrumentos para coletar seus dados, tais como suas observações e apontamentos, mas os complementa por intermédio de sua direta interação com o ambiente da pesquisa. A segunda diz respeito à natureza descritiva da pesquisa qualitativa: os dados são expressos por palavras, imagens, narrativas, transcrição de entrevistas, entre outros. O investigador analisa os dados de forma detalhada, considerando que os significados estão presentes nesses dados, no sentido de buscar o entendimento de seu objeto ou evento de estudo. A terceira característica indica que o investigador analisa os dados criteriosamente, buscando entrelaçamentos para interpretar o processo de construção de significados pelos sujeitos investigados. A quarta característica refere-se à análise de dados de modo indutivo: os dados são coletados individualmente e, a partir de suas relações, o investigador vai construindo explicações para o evento de estudo. Bogdan e Biklen (1994) argumentam que um quadro sobre um evento vai se formando conforme os dados vão sendo examinados. Não há uma ideia prévia e definida sobre o problema da investigação, sendo que as questões importantes vão surgindo com a análise dos dados. Finalmente, a quinta característica indica que o interesse do investigador na abordagem qualitativa direciona-se ao entendimento de como os indivíduos interpretam as situações de vida às quais são submetidos, como constroem sentido a partir de experiências vivenciadas.

A pesquisa realizada em uma abordagem qualitativa observa e registra eventos, coleta dados, analisa-os e faz proposições, além de transformar esses dados e os representar em tabelas e classificações, utilizando estatística predominantemente descritiva (MOREIRA, 1990). Porém, diferentemente da pesquisa quantitativa, que faz uso de diversos instrumentos para estabelecer medidas, a preocupação de um investigador qualitativo é interpretar significados de uma situação ou grupo particular, ficando imerso nesse contexto. Seu enfoque é descritivo e interpretativo (MOREIRA, 1990).

Após delinear o evento ou situação que deseja investigar, o pesquisador pode seguir linhas de estudo, conforme aponta Triviños (2011): estudos de caráter exploratório, que permitem ao pesquisador entendimento e aprofundamento do problema investigado, podendo, partir daí, planejar uma pesquisa descritiva ou experimental; estudo descritivo, geralmente utilizado no campo da educação, que busca diversas informações, por meio de instrumentos variados, sobre o grupo ou situação que deseja estudar e conhecer e estabelece relações entre esses dados; e estudos experimentais, exigindo rigoroso planejamento e uma formulação específica de um problema. Esse tipo de estudo, segundo Triviños (2011), é utilizado especialmente nas ciências naturais.

Nesse breve contexto descrito, a presente pesquisa se insere na abordagem qualitativa e foi planejada para estudar um grupo de licenciandos em Ciências da Natureza. Esse grupo foi analisado em determinado período de tempo e a pesquisadora acompanhou sua trajetória de atuação e realização das atividades propostas. O grupo estudou aspectos da NdC que são discutidos pela comunidade científica, entretanto, cada licenciando apresentou interpretações individuais sobre os eventos, que foram criteriosamente registradas. A pesquisa tem caráter interpretativo, buscando os significados que os licenciandos construíram ao longo da UC. Foi utilizada estatística descritiva para entender as tendências iniciais do grupo e elaborar um indicativo base para comparação ao término da UC. Essa comparação foi estruturada e fundamentada pelas respostas coletadas em todos os instrumentos aplicados. O primeiro momento apresentou um caráter exploratório, objetivando conhecer as concepções do grupo de licenciandos a respeito da organização e construção da ciência. A partir do segundo momento, o estudo foi descritivo, buscando nas demais atividades realizadas a interpretação dos significados que os licenciandos atribuíram e construíram ao longo da pesquisa.

3.4.2. A análise de conteúdo

Há uma variedade de técnicas para investigar o teor das comunicações dos indivíduos, entre elas a análise textual discursiva e análise de discurso. Como a base dos dados dessa pesquisa foi essencialmente construída a partir de produções descritivas dos licenciandos, optou-se por utilizar como referencial de tratamento dos dados a técnica de análise de conteúdo.

Segundo Bardin (2011, p. 44), essa análise “aparece como um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. Esse conjunto procura o sentido das palavras e baseia-se na inferência. Franco (2003) argumenta que o investigador,

partindo do tratamento das mensagens, pode inferir, de maneira lógica, conhecimentos que vão além do conteúdo propriamente escrito das mensagens. Outra importante característica destacada pela autora é que análise de conteúdo implica comparações e essas estão relacionadas com o grau de conhecimento do investigador a respeito de diferentes abordagens teóricas (construtivistas, behavioristas, positivistas, entre outras). Ainda segundo Franco (2003), a inferência é o procedimento intermediário que permite a passagem da descrição – que consiste no conjunto de características de um texto elaborado após o tratamento inicial – para a interpretação, que corresponde ao significado atribuído a esse conjunto de características identificado inicialmente.

A análise de conteúdo se organiza em três fases, conforme aponta Bardin (2011). A primeira é a pré-análise, que corresponde a um período de intuições e tem por objetivo sistematizar as ideias iniciais. Nesta fase ocorrem três momentos, não necessariamente seguindo uma ordem cronológica, mas mantendo uma ligação próxima entre eles: a escolha dos documentos que serão analisados; a formulação das hipóteses; e a elaboração de indicadores que forneçam suporte à interpretação final. O investigador faz leituras do material coletado e vai construindo suas impressões; define o *corpus* da análise, que é o conjunto dos documentos selecionados para esse procedimento; levanta hipóteses provisórias e define os objetivos da análise; e elabora indicadores (a frequência que o tema em questão é mencionado) que auxiliarão a construção de categorias de análise. Bardin (2011) destaca que a construção de categorias não é obrigatória em análise de conteúdo, mas geralmente os procedimentos organizam-se por meio desse processo.

Segundo Bardin (2011), a categorização é uma operação que agrupa os elementos de análise, sob um título genérico, pelas características comuns que apresentam. Os critérios utilizados na construção dessa categorização podem ser semânticos (categorias criadas por temas), sintáticos (que consideram verbos e adjetivos), léxicos (de acordo com o sentido das palavras) e expressivos (que se referem à linguagem). O processo de categorização é longo e exige esforço do investigador, pois não há fórmulas para sua elaboração; ele mobiliza seus conhecimentos e sua sensibilidade para tal construção (FRANCO, 2003). As categorias podem ser preestabelecidas ou emergir dos dados analisados. Para essas duas formas de elaboração, o investigador deve ficar imerso no material de análise e as categorias vão sofrendo alterações ao longo do processo, até que atinjam uma versão considerada por ele como satisfatória.

A segunda fase é a exploração do material, que corresponde à aplicação sistemática das decisões planejadas na primeira fase, ou seja, consiste em executar as operações que foram definidas previamente. A terceira fase compreende o tratamento dos dados obtidos e a interpretação, na qual os resultados serão submetidos a trata-

mento estatístico, permitindo estabelecer diferentes meios de evidência de resultados (quadros, diagramas, figuras). Se estes são significativos e fiéis, pode-se então propor inferências e adiantar interpretações quanto aos objetivos previstos, bem como a novos que possam surgir eventualmente, gerando inclusive orientações para nova análise (BARDIN, 2011).

A partir da revisão sobre a técnica e seus procedimentos, a análise dos dados da pesquisa foi realizada. No momento 1, os dados foram agrupados em categorias que estão em consonância com os estudos de Ruiz et al. (2005) e Martorano (2007), para construção do panorama das concepções dos licenciandos. Essas categorias serão detalhadas no item 4.3.1. Nos demais momentos (2, 3 e 4) optou-se pela construção de categorias que emergiram dos dados coletados, as quais ofereceram suporte às interpretações descritas ao longo da apresentação dos resultados e posterior discussão (parte do trabalho em que são apresentadas as trajetórias de construção de significados de grupos de licenciandos).

As categorias apresentadas nos momentos 2, 3 e 4 surgiram após profunda imersão nos dados pela pesquisadora, que realizou criteriosa análise do material coletado seguido do agrupamento em categorias e posterior interpretação, a partir de suas impressões resultantes de todo o processo.

4. RESULTADOS

Para melhor compreensão sobre como ocorreram a análise de dados e as discussões, faz-se necessário destacar que os resultados estão distribuídos nos quatro momentos programados da UC (conforme já explicitado na metodologia), o que propicia um acompanhamento da trajetória de construção de significados realizada pelos licenciandos participantes.

A discussão desses resultados teve como foco de análise três fatores importantes no entendimento da natureza da ciência: a construção do conhecimento científico; o trabalho do cientista; e a relação entre ciência e sociedade. Existem outros fatores possíveis de serem discutidos no âmbito da natureza da ciência, porém, no caso deste estudo, os fatores descritos foram escolhidos por serem os mais presentes nas atividades realizadas e nas discussões dos seminários.

Inicialmente apresenta-se um histórico dos encontros ocorridos na UC, seguido pela apresentação do perfil acadêmico dos licenciandos. Posteriormente, iniciam-se a apresentação e discussão dos resultados de cada momento que compôs a UC.

4.1. Histórico dos encontros da UC

Este histórico surgiu como produto da observação da pesquisadora, realizada em cada aula ministrada. O objetivo foi apresentar um panorama geral das atividades planejadas e sua execução no decorrer da UC. O Quadro 2 descreve as impressões registradas em cada encontro.

Aula	Descrições da pesquisadora
1	Inicialmente foi apresentado aos licenciandos o objetivo da UC e da pesquisa vinculada a ela. Os licenciandos declararam sua aceitação para participar da referida pesquisa, por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido e, a seguir, foram convidados a realizarem suas reflexões sobre a ciência e a natureza do conhecimento científico por meio de diferentes instrumentos (Apêndices III, IV e V). Posteriormente, houve uma breve discussão sobre suas impressões a respeito da diversidade dos instrumentos utilizados. Os grupos de trabalho (para as atividades experimentais e apresentação de seminários) foram formados ao término da aula.

(continua)

(continuação)

Aula	Descrições da pesquisadora
2	Na parte inicial da aula, os licenciandos, já divididos em grupos de trabalho, realizaram os experimentos planejados no momento I. Eles receberam o roteiro (Apêndice VI), os materiais necessários para a realização dos experimentos e foram orientados a executarem a atividade. Por meio da vivência na execução da atividade e posterior discussão em grupo sobre as questões indicadas na atividade, o objetivo foi identificar como os licenciandos entendem o papel da experimentação no ensino de ciências. Na segunda parte da aula ocorreu a apresentação oral com o tema "reflexões sobre a natureza da ciência", inserindo no contexto da aula as principais ideias de quatro linhas filosóficas: positivismo, realismo, relativismo e pragmatismo, tendo como base o texto de Vázquez et al. (2001), fomentando sempre o compartilhamento de pensamentos com os licenciandos, por meio das discussões compartilhadas.
3	Na parte inicial da aula ocorreu a apresentação do seminário 1 intitulado "Sobre o método científico". Antes de iniciar a apresentação, quatro grupos entregaram uma questão sobre o tema, com base na leitura prévia que realizaram. O grupo, previamente estabelecido, apresentou o tema de forma livre, utilizando recursos multimídia. Após a exposição, o espaço para discussão foi aberto para todos os licenciandos trocarem suas impressões a respeito do tema. Na segunda parte da aula foram escolhidas duas questões e os licenciandos as responderam de forma individual. Adicionalmente, eles também fizeram uma avaliação do seminário, tecendo comentários que consideraram relevantes e relatando eventuais dúvidas sobre o tema (Apêndice VII).
4	Na parte inicial da aula foi apresentado o seminário 2 intitulado "Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação". Antes do seu início, quatro grupos entregaram uma questão sobre o tema, com base na leitura prévia que realizaram. O grupo, previamente estabelecido, apresentou o tema de forma livre, utilizando recursos multimídia. Após a exposição, o espaço para discussão foi aberto para todos os licenciandos trocarem suas impressões a respeito do tema. Na segunda parte da aula escolheu-se uma única questão, que foi respondida pelos licenciandos de forma individual. Adicionalmente, eles também fizeram uma avaliação do seminário, tecendo comentários que consideraram relevantes e relatando eventuais dúvidas sobre o tema.

(continua)

(continuação)

Aula	Descrições da pesquisadora
5	Na parte inicial da aula ocorreu a apresentação do seminário 3 intitulado “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”. Antes de seu início, quatro grupos entregaram uma questão sobre o tema, com base na leitura prévia que realizaram. O grupo, previamente estabelecido, expôs o tema de forma livre, utilizando recursos multimídia. Após a apresentação, o espaço para discussão foi aberto para todos os licenciandos trocarem suas impressões a respeito do tema. Na segunda parte da aula foram escolhidas duas questões e os licenciandos as responderam de forma individual. Adicionalmente, eles também fizeram uma avaliação do seminário, tecendo comentários que consideraram relevantes e relatando eventuais dúvidas sobre o tema.
6	Na parte inicial da aula, foi apresentado o seminário 4 intitulado “Concepções inadequadas de ciência e fazer científico: análise de um exemplo na literatura”. Antes do seu início, quatro grupos entregaram uma questão sobre o tema, com base na leitura prévia que realizaram. O grupo, previamente estabelecido, expôs o tema de forma livre, utilizando recursos multimídia. Após a apresentação, o espaço para discussão foi aberto para todos os licenciandos trocarem suas impressões a respeito do tema. Na segunda parte da aula foram escolhidas duas questões e os licenciandos as responderam de forma individual. Adicionalmente, eles também fizeram uma avaliação do seminário, tecendo comentários que consideraram relevantes e relatando eventuais dúvidas sobre o tema.
7	Na parte inicial da aula ocorreu a apresentação do seminário 5 intitulado “Como trabalham os cientistas? Potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências “. Antes do seu início, quatro grupos entregaram uma questão sobre o tema, com base na leitura prévia que realizaram. O grupo, previamente estabelecido, expôs o tema de forma livre, utilizando recursos multimídia. Após a apresentação, o espaço para discussão foi aberto para todos os licenciandos trocarem suas impressões a respeito do tema. Na segunda parte da aula foram escolhidas duas questões e os licenciandos as responderam de forma individual. Adicionalmente, eles também fizeram uma avaliação do seminário, tecendo comentários que consideraram relevantes e relatando eventuais dúvidas sobre o tema.

(continua)

(continuação)

Aula	Descrições da pesquisadora
8	Na primeira parte da aula os licenciandos receberam uma atividade com as mesmas imagens utilizadas na atividade 1c (Apêndice V), com o objetivo de verificar se, após as discussões compartilhadas no decorrer dos seminários, houve alterações nas concepções iniciais apresentadas pelos licenciandos. Posteriormente, eles também receberam os roteiros experimentais utilizados na aula 2. Nessa atividade, os grupos deveriam transformar os roteiros iniciais, apresentados no formato de uma lista de procedimentos e serem seguidos, em possíveis atividades de investigação e, além disso, relatar novamente qual o papel das atividades experimentais no ensino de ciências para o grupo. O objetivo foi identificar se houve alterações no modo de pensamento dos licenciandos em relação ao tema. Na segunda parte da aula ocorreram a exposição oral intitulada "O papel da experimentação no ensino de ciências" e a discussão com os licenciandos.
9	No último encontro da UC, os licenciandos entregaram as sequências didáticas solicitadas (momento 4). Além disso, foi realizada uma avaliação da disciplina (Apêndice X), na qual os licenciandos puderam expressar seus pensamentos. Na parte 1, eles dissertaram sobre a organização e sequência da UC; na segunda parte, algumas afirmações utilizadas no instrumento 1a (Apêndice III) foram transformadas em perguntas. O objetivo dessa parte foi identificar possíveis alterações nas concepções apresentadas inicialmente pelos licenciandos.

Quadro 2 – Impressões dos encontros da UC

4.2. Perfil acadêmico dos licenciandos participantes da UC e da pesquisa

A primeira parte da atividade 1a (Apêndice III) foi elaborada para conhecer o perfil acadêmico dos licenciandos participantes da disciplina eletiva. A UC iniciou com 21 licenciandos e 19 a cumpriram integralmente (16 alunos do período vespertino e três alunos do período noturno).

O Gráfico 1 apresenta a rede de ensino de formação básica cursada pelos participantes. As frequências sugerem diferentes experiências nesse nível de ensino, em função do número de aulas, material utilizado e sistema adotado pela rede.

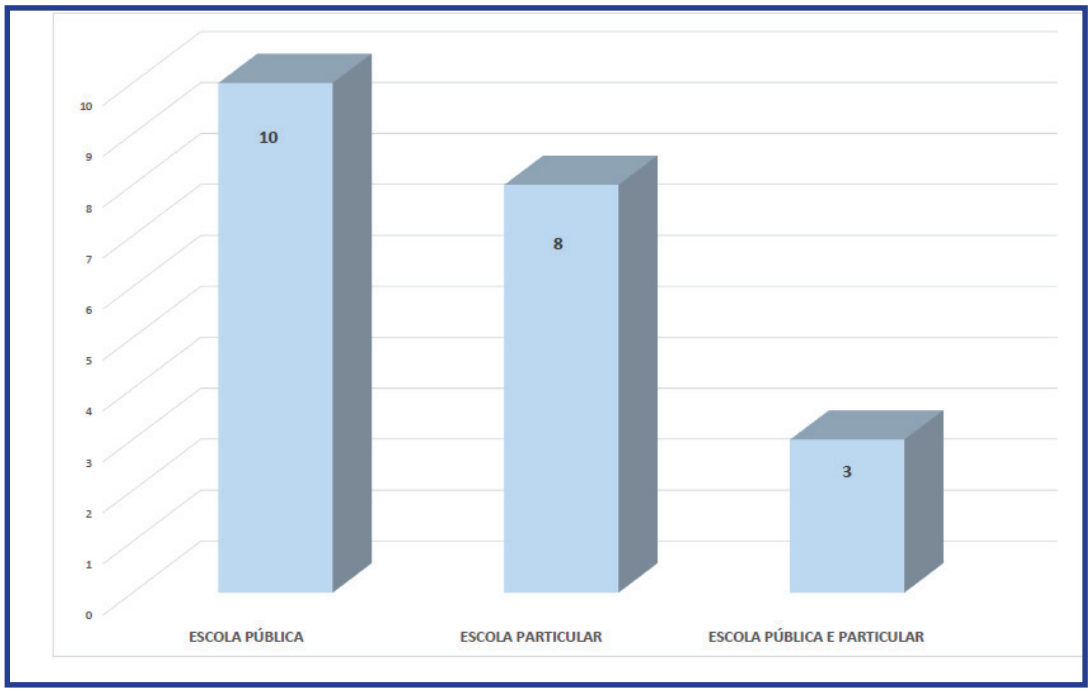


Gráfico 1 – Distribuição dos licenciandos, segundo rede de ensino de formação básica

Dois terços dos respondentes estão no último ano do curso (7º e 8º termo). O grupo inicial (21 participantes) era composto por cinco licenciandos com área de habilitação em física, dois em química, 13 em biologia e um em matemática, o que confere ao grupo uma heterogeneidade interessante para as discussões promovidas em sala. Além disso, dois terços do grupo nunca atuaram como professor. Permaneceram, até o término da UC, quatro licenciandos com área de habilitação em física, dois em química e 13 em biologia.

4.3. Momento 1 – Visões iniciais sobre o processo de construção da ciência – análise de imagens e experimentos

4.3.1. Atividade 1a – Questionário (Apêndice III)

O instrumento utilizado para a atividade em questão foi um formulário a ser preenchido, elaborado em duas partes. A primeira continha perguntas para o reconhecimento do perfil acadêmico dos licenciandos (semestre em que está matriculado, área de habilitação, idade, experiência como professor, etc.), cujos resultados foram apresentados no item anterior. A segunda parte trazia afirmações sobre a construção do conhecimento científico e o trabalho do cientista, baseadas no instrumento elaborado por Porlán, García e Martín del Pozo (1997) com adaptações. Essa parte

do formulário possuía 16 questões, sendo 13 referentes ao processo de construção do conhecimento científico e o trabalho do cientista e as três últimas especialmente elaboradas para identificar qual o entendimento dos licenciandos sobre a influência da sociedade no trabalho do cientista. Cada afirmação continha uma escala de concordância: “concordo”; “estou propenso a concordar”; “estou propenso a discordar”; e “discordo”. No instrumento original (PORLÁN; GARCÍA; MARTÍN DEL POZO, 1997), foi aplicada uma escala do tipo Likert, com o grau de concordância (acordo e desacordo). No instrumento utilizado nesta pesquisa, a escala foi adaptada, com o objetivo de levar o licenciando a se posicionar, necessariamente escolhendo uma das alternativas oferecidas, como também identificar possíveis variações das respostas. Adicionalmente, cada afirmação apresentava, além da escala proposta, um espaço no qual o respondente poderia justificar sua escolha (para fundamentar as variações apresentadas). A análise a seguir corresponde apenas às respostas da escala de concordância. Para identificar, sem qualquer intervenção, as ideias que os 21 participantes traziam sobre o assunto, a atividade foi realizada logo no primeiro encontro. As afirmações foram organizadas de modo a formar três grupos de visão, conforme expressa a Tabela 1.

Tabela 1 – Afirmações contidas no instrumento, segundo grupos de visão – atividade 1a

Grupos	Afirmações
Visão sobre a construção do conhecimento científico	1, 2, 3, 7, 10, 11, 12, 13
Visão sobre o trabalho do cientista	4, 5, 6, 8, 9
Visão sobre a relação entre cientista e sociedade	14, 15, 16

Na elaboração do instrumento, foram utilizadas duas categorias que dialogam com os estudos de Ruiz et al. (2005) e Martorano (2007):

- afirmações de caráter **empírico** – conjunto de enunciados universais, fortemente baseados na observação e experimentação. Os sentidos exercem importante papel na observação; o entendimento do método científico é rigoroso e único. Em seu estudo com professores portugueses, Praia e Cachapuz (1994) indicam que essas características seguem uma perspectiva denominada empirista/indutivista da ciência;
- afirmações de caráter **construtivo** – o conhecimento é fruto da atividade humana e baseado em hipóteses que podem sofrer alterações. A ciência é dinâmica e influen-

ciada pelo contexto histórico e social na qual está inserida. Essas características se relacionam a uma perspectiva denominada racionalista da ciência.

As respostas referentes à escala de concordância receberam uma pontuação que as classificou como empíricas ou construtivas. Ao estudante que respondeu com tendência empírica a todas as afirmações, foi atribuído zero ponto e àquele que respondeu com tendência construtiva, 100 pontos. A pontuação intermediária foi atribuída aos alunos cujas respostas alternaram entre um e outro tipo de tendência (propenso a concordar ou propenso a discordar).

Visão sobre a construção do conhecimento científico

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos participantes segundo a pontuação obtida no que tange à sua visão sobre o processo de construção do conhecimento científico.

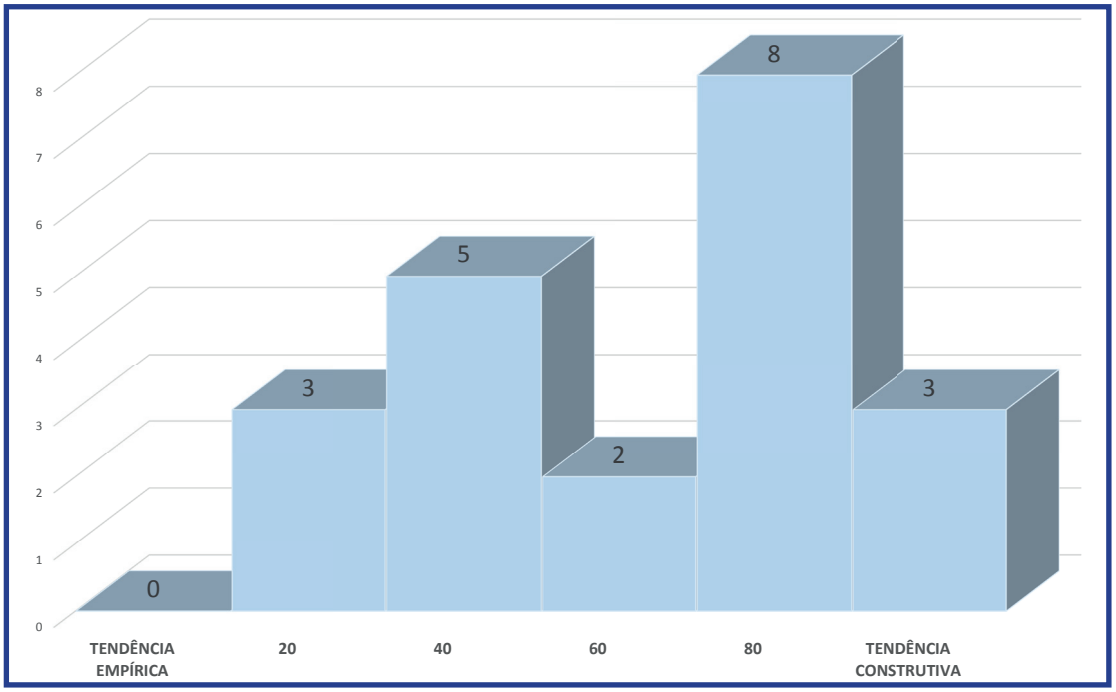


Gráfico 2 – Distribuição dos licenciandos, segundo pontuação referente à visão sobre a construção do conhecimento científico

É nítido que parte dos licenciandos apresenta visões com tendência mais empírica para as afirmações e outros com tendência mais construtiva. Nesse grupo de afirmações, duas apontam diferenciais na distribuição. Na afirmação 13 – “ As teorias determinam quais experimentos são considerados legítimos e como eles devem ser conduzidos, em outras palavras, não existem experimentos independentes de teorias” –, se o respondente assinalasse que concorda ou está propenso a concordar, sua resposta teria um caráter mais construtivo. Dois terços dos licenciandos estavam

propensos a discordar ou discordaram dessa afirmação, o que sugere uma tendência de caráter mais empírico. Na afirmação 10 – " O método científico é um conjunto de etapas de atividades práticas e mentais que sem nenhuma dúvida levará a um conhecimento verdadeiro" –, cuja concordância tende a um caráter mais empírico, dois terços dos respondentes estavam propensos a discordar ou discordaram, o que sugere uma tendência mais construtiva.

Visão sobre o trabalho do cientista

O Gráfico 3 apresenta a distribuição dos participantes segundo a pontuação obtida no que tange à sua visão sobre o trabalho do cientista.

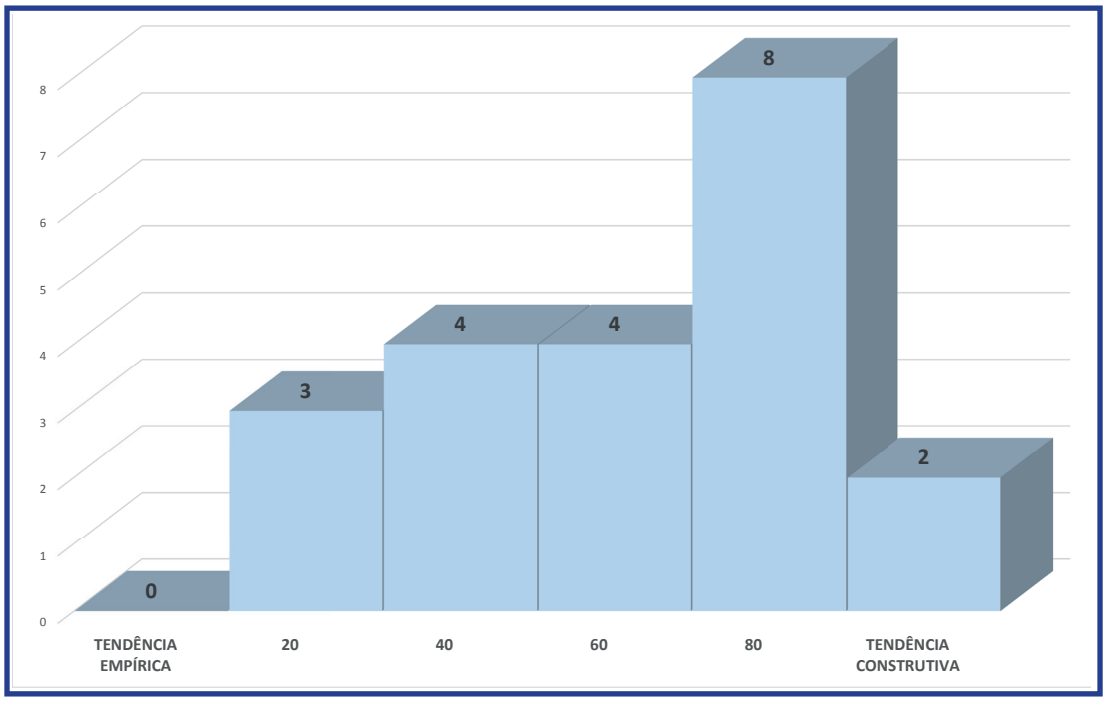


Gráfico 3 – Distribuição dos licenciandos, segundo pontuação referente à visão sobre trabalho do cientista

Nesse grupo de questões também se observa que parte dos licenciandos apresenta visões com tendência mais empírica para as afirmações e outros com tendência mais construtiva. Três afirmações influenciam essa variação com maior intensidade. Na afirmação 4 – "A eficácia e a objetividade do trabalho científico consistem em seguir fielmente as fases ordenadas do método científico: observação-hipótese-experimento-teoria" –, cuja concordância caracteriza uma tendência mais empírica, 62% dos respondentes (13 licenciandos) estavam propensos a concordar ou concordaram. Na afirmação 5 – " Os cientistas explicam os fatos por meio de teorias que já estavam em suas cabeças antes da observação dos fatos" –, cuja concordância representa uma tendência mais construtiva, 76% dos respondentes (16 licenciandos) se

mostraram propensos a discordar ou discordaram, sinalizando uma tendência mais empírica. Na afirmação 6 – " Toda investigação científica começa pela observação rigorosa do fenômeno que se estuda" –, cuja concordância representa uma tendência mais empírica, 71% (15 licenciandos) indicaram que estavam propensos a concordar ou concordaram. Na afirmação 9 – "Ao realizar uma observação o cientista não deve sofrer a influência de teorias prévias sobre o problema investigado" –, cuja concordância caracteriza uma tendência mais empírica, 81% (17 licenciandos) se mostraram propensos a discordar ou discordaram, fato que sugere um conflito com as afirmações discutidas anteriormente.

Visão sobre a relação entre o cientista e a sociedade

Para esse grupo de afirmações não houve uma categorização das respostas como nos itens anteriores. O objetivo proposto para as três afirmações era identificar como os licenciandos percebem a influência da sociedade no trabalho do cientista. O questionário de cada respondente foi identificado por números (Licenciando 1 a Licenciando 21). As afirmações estão descritas a seguir.

- Afirmação 14 – Cientistas são membros da sociedade. Quando um assunto desperta o interesse da sociedade, os cientistas são mais aptos para estudá-lo.

  Os licenciandos se dividiram em suas opiniões. Metade dos respondentes concordou com a afirmação e a outra metade discordou. Nas justificativas foi possível notar que os que concordaram consideram que os cientistas apresentam mais recursos para estudar um assunto ou são os mais motivados. Os que discordaram da afirmação justificaram que os cientistas nem sempre são os mais aptos para solucionar problemas, principalmente de ordem social ou política, ou são mais aptos apenas em suas áreas de conhecimento, justificativas que sugerem ainda certo distanciamento entre o trabalho do cientista e a sociedade. Houve respostas sem justificativas. Algumas respostas:

  Licenciando 8 – *Concordo parcialmente. O cientista não trabalha com o senso comum*.

  Licenciando 19 – *Discordo. Cientistas são mais aptos somente dentro de suas áreas de trabalho, não na sociedade como um todo*.

- Afirmação 15 – O cientista não sofre influência do meio social, ele faz ciência dentro de seu espaço específico.

  Já nesta questão, a maior parte do grupo reconhece que o cientista sofre influência direta do meio social, pois discordaram total ou parcialmente dessa afirmação. As justificativas indicam que ele é um membro da sociedade, está imerso em um con-

texto histórico, político e social e, portanto, haverá a influência da sociedade sobre seu trabalho. Houve também respostas sem justificativas. Algumas respostas:

Licenciando 13 – *Discordo. Eles sofrem influência do meio social, vemos claramente isso no decorrer da história e até mesmo nas pesquisas atuais*.

Licenciando 20 – *Discordo, pois muitas vezes o fato a ser estudado começa a ser observado por necessidade do meio social*.

- Afirmação 16 – O cientista pode solicitar o apoio das agências de financiamento. Entretanto, elas não exercem influência sobre suas pesquisas.

Para essa afirmação, dois terços dos respondentes discordaram. Como justificativas, há o reconhecimento de que existe influência das agências de financiamento nos trabalhos científicos, movida por interesses diversos. Entre as respostas dos licenciandos, algumas são:

Licenciando 3 – *Discordo parcialmente. Normalmente há interesse financeiro nas descobertas*.

Licenciando 15 – *Discordo. As agências de financiamento direcionam os recursos em prol de interesses diversos que acabam por direcionar as linhas de pesquisas em aspectos específicos*.

4.3.2. Atividade 1b – Identificação das ideias sobre a ciência por expressão livre

A atividade (Apêndice IV) foi desenvolvida com o objetivo de direcionar os licenciandos a expressarem suas concepções sobre a natureza da ciência por meio de diferentes formas e, desse modo, visualizar um possível conhecimento tácito sobre ela, dado que cada um teria que representar o que pensa de forma livre. Os estudantes foram convidados a representar, em formulário com espaço definido, o que pensam sobre cinco temas descritos: a ciência na vida do homem; a construção do conhecimento científico; o cientista e seu trabalho; a relação existente entre ciência e tecnologia; e a ciência e a sociedade. Essa representação poderia ser realizada de diferentes formas – desenhos, esquemas ou escrita –, preservando assim a habilidade de cada um, além de possibilitar uma diversidade de representações.

De modo geral, os 21 licenciandos empregaram mais de uma forma de expressão concomitante (três alunos utilizaram desenhos e esquemas, cinco alunos apresentaram esquemas e escrita, oito alunos usaram desenho e escrita, um aluno utilizou apenas escrita e nenhum optou por apenas desenhar). Ao término da atividade, eles relataram maior dificuldade na sua realização por não haver um roteiro definido do

que fazer, exigindo do participante maior reflexão sobre como expressar o que pensa. Entretanto, os estudantes destacaram o lado positivo da atividade, que propiciou a oportunidade de expressarem seus pensamentos sobre o tema de diferentes maneiras, em comparação com a atividade 1a (Apêndice III).

A análise dos resultados se deu pela construção de categorias de análise (BARDIN, 2011), que emergiram das respostas dos licenciandos para cada tema proposto, a partir das impressões da pesquisadora, que classificou as respostas baseando-se nos elementos presentes com características em comum.

Proposta 1 – A ciência na vida do homem

Objetivo: entender as visões dos licenciandos a respeito do papel da ciência na vida do homem. A frequência de respostas constantes na Tabela 2 aponta que oito licenciandos entendem que a utilidade da ciência é trazer benefícios para o homem. Para cada proposta, apresentam-se alguns exemplos de representações e posterior discussão.

Tabela 2 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 1 – atividade 1b

Categorias	Frequência de resposta
A ciência é tudo	4
A ciência como meio para explicar o mundo	2
A ciência utilizada para benefício humano	8
A ciência como fruto do desenvolvimento humano	5
Outras respostas	2

Exemplos de representação:

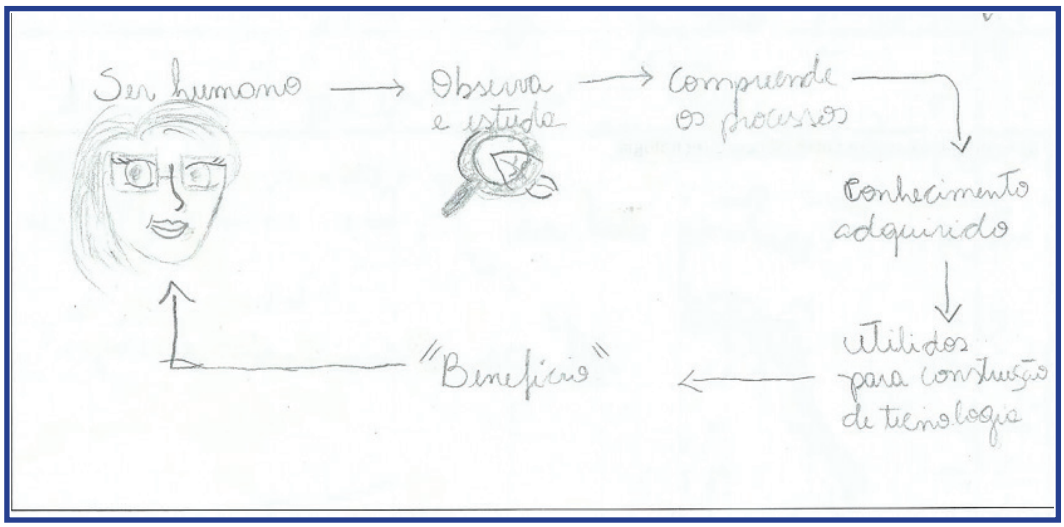


Figura 1 – Representação do Licenciando 17 sobre a proposta 1

Observa-se, na Figura 1, que a ideia principal do licenciando 17 está relacionada ao conhecimento construído para benefício do ser humano. Apenas dois alunos propuseram a ideia de que a ciência pode construir explicações sobre os fenômenos presentes no mundo.

Por outro lado, cinco participantes entendem que a ciência é fruto do desenvolvimento do homem, provavelmente por meio de uma construção que se deu historicamente.

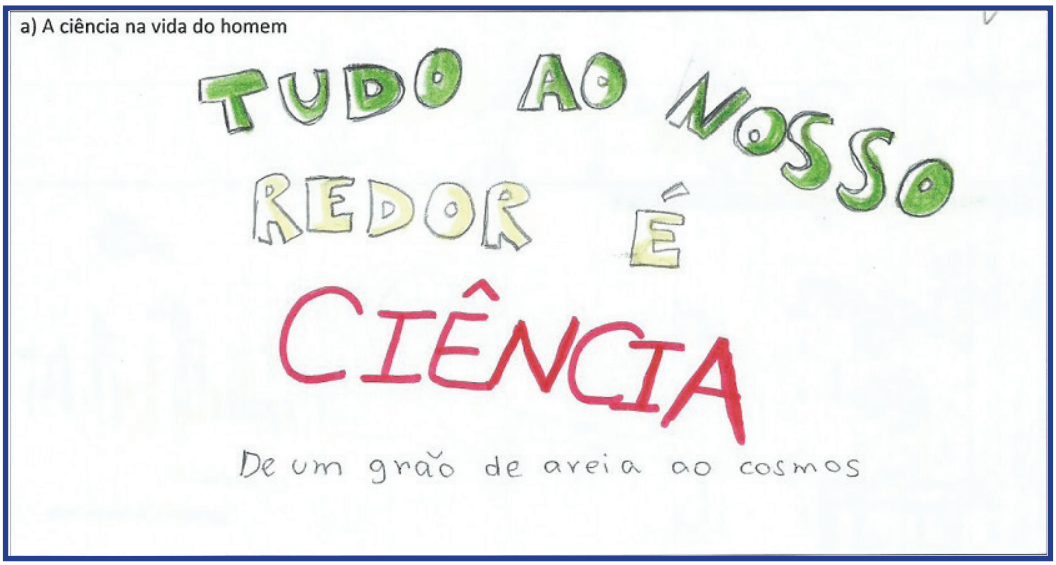


Figura 2 – Representação do Licenciando 7 sobre a proposta 1

O licenciando 7 considera que tudo ao nosso redor é ciência, sem explicar ou detalhar essa ideia. Conforme esclarece Martins (1999), é o modo como se entende a pergunta “o que é ciência” que direciona a diferentes concepções sobre ela.

A amplitude da representação (Figura 2) sugere a importância de compartilhar ideias e pensamentos e analisar outras formas de entendimento do tema por meio de discussões e debates com os demais participantes.

<u>Proposta 2 – A construção do conhecimento científico</u>

Objetivo: entender as visões dos licenciandos sobre como o conhecimento científico é construído. Pela frequência de respostas da Tabela 3, verifica-se que sete estudantes consideram que a construção do conhecimento se dá pelo método científico (etapas definidas e sequência linear de procedimentos) e outros sete indicaram que ela ocorre pelos questionamentos do mundo.

Tabela 3 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 2 – atividade 1b

Categorias	Frequência de resposta
Ocorre pelo método científico	7
Ocorre pelos questionamentos dos fenômenos do mundo	7
Ocorre pela interação entre o homem e o mundo	4
Outras respostas	3

Exemplos de representações:

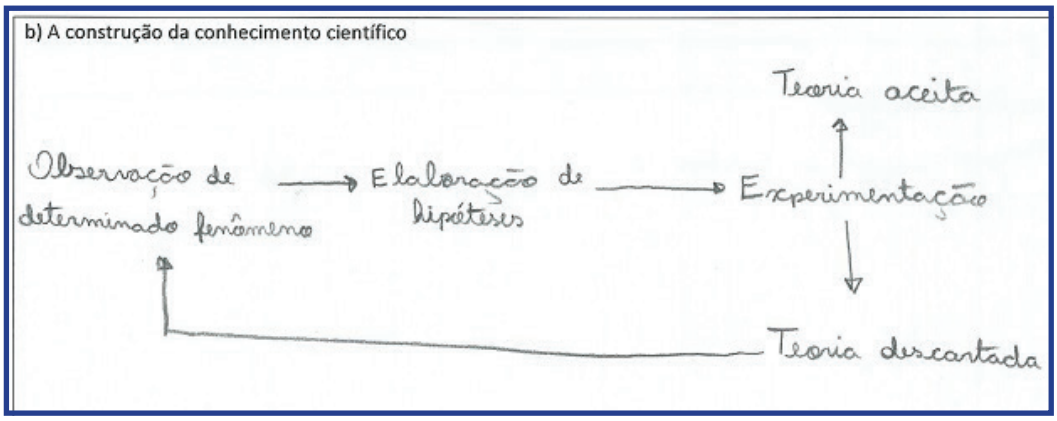


Figura 3 – Representação do Licenciando 6 sobre a proposta 2

A representação do licenciando 6 (Figura 3) segue as etapas do método científico de forma linear, comumente destacado nos livros didáticos.

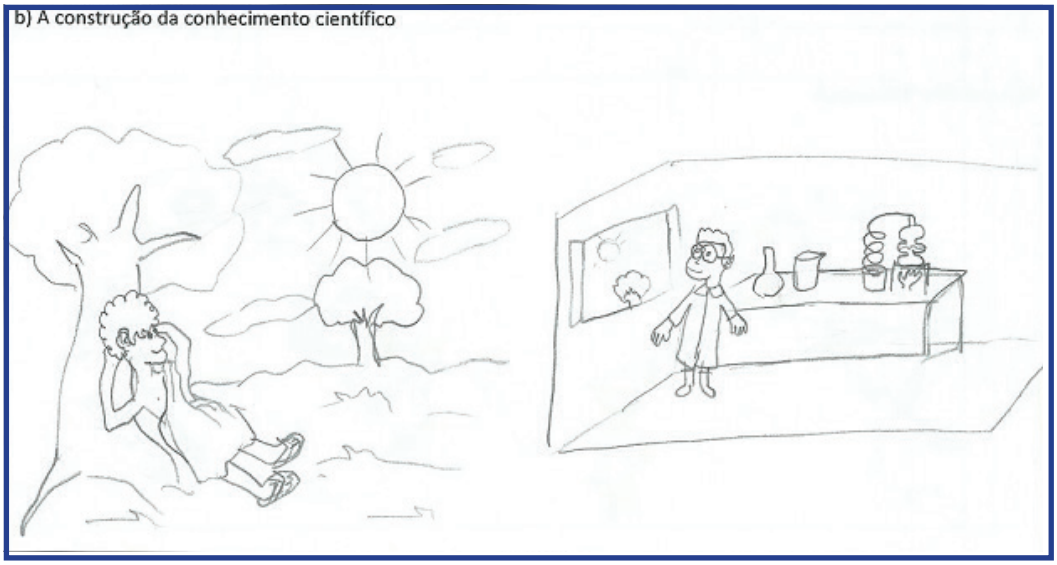


Figura 4 - Representação do Licenciando 4 sobre a proposta 2

Já a representação do licenciando 4 (Figura 4) sugere que o ambiente e suas histórias de vida interferem na forma como o ser humano entende a ciência e observa situações científicas. Ao ser questionado sobre qual ideia o referido desenho procurou transmitir, o licenciando 4 relatou que a construção do conhecimento científico não se dá apenas em bancadas de laboratório, sendo que o estudo e a reflexão constituem a base para a elaboração de modelos e explicações sobre determinado fenômeno.

Proposta 3 – O cientista e seu trabalho

Objetivo: como parte relevante na construção do conhecimento científico, identificar a concepção dos licenciandos sobre o trabalho de um cientista. Na Tabela 4 observam-se cinco respostas nas quais o cientista é visto como um profissional que realiza descobertas e prova teorias, corroborando a visão apresentada na proposta 2, na qual o método científico sequencial e linear é destacado.

Tabela 4 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorização para a proposta 3 – atividade 1b

Categorias	Frequência de resposta
Profissional que faz descobertas e prova teorias	5
Profissional que sofre influência do meio social	2
Profissional que estuda os fenômenos do mundo	6
Profissional que busca respostas	3
Outras respostas	5

As representações para a proposta 3 foram diversificadas e, para algumas, a diferença de classificação foi muito sutil. Outras representações são bem definidas.

Alguns exemplos de representações:

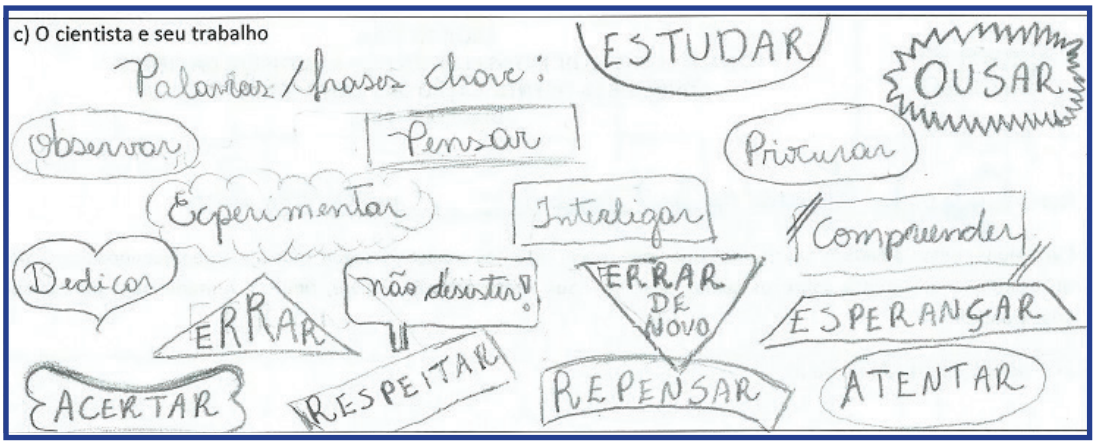


Figura 5 – Representação do Licenciando 17 sobre a proposta 2

A Figura 5 expressa a ideia do cientista como ser humano, sujeito a erros; mostra também a persistência em encontrar caminhos para entender determinado fenômeno. Ao ser questionado sobre qual ideia sua representação procurou transmitir, o licenciando 17 relatou que o trabalho da ciência é cheio de equívocos e que isso não é ruim, pelo contrário, foi necessário para se chegar ao conhecimento que sem tem nos dias atuais. Os cientistas que criaram teorias consideradas “não válidas” apenas lidaram com o contexto da época em que atuaram, com a tecnologia que tinham no momento. O Licenciando 17 salientou que colocou em sua representação muitas palavras que evocam as experiências vividas no curso de licenciatura.

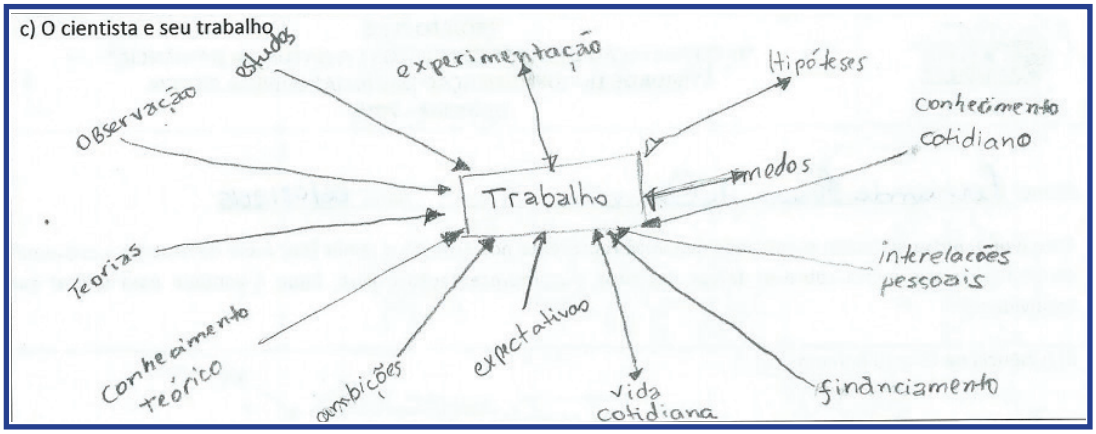


Figura 6 – Representação do Licenciando 9 sobre a proposta 3

O licenciando 9 (Figura 6) aponta a influência do meio social sobre o trabalho do cientista, mostrando importantes fatores que exercem tal influência, como o estudo, as teorias, as expectativas, que são pessoais (do cientista), bem como as relações interpessoais e os meios de financiamento de pesquisas, fatores de relevância na continuidade do trabalho do cientista.

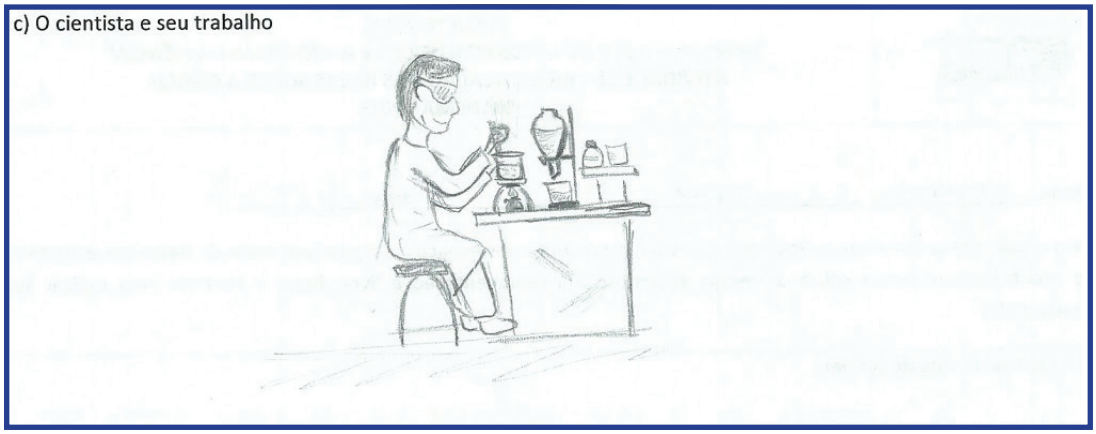


Figura 7 – Representação do Licenciando 16 sobre a proposta 3

A Figura 7 mostra o trabalho do cientista em um laboratório e nada representado ao redor dele. Essa representação é comum em outros trabalhos que tratam do assunto, como os de Kosminsky e Giordan (2002) e Zanon e Machado (2013).

Desenhos semelhantes também aparecem em outras partes do mundo, como é o caso do estudo realizado por Koren e Bar (2009) com professores de ciências em formação israelenses, no qual um dos instrumentos de coleta para análise sobre a imagem que os professores em formação possuem sobre o cientista e seu trabalho é por meio de desenhos. No referido estudo, os cientistas aparecem representados, no geral, dentro de laboratórios.

Proposta 4 – A relação entre ciência e tecnologia

Objetivo: dado o avanço tecnológico vertiginoso presente na sociedade atual e como esse produto faz parte da ciência e da vida cotidiana dos cidadãos, procurou-se identificar as visões que os licenciandos têm sobre essa relação (Tabela 5)

Tabela 5 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorias para a proposta 4 – atividade 1b

Categorias	Frequência de resposta
A tecnologia facilita o estudo da ciência	5
Ciência produz tecnologia	8
A ciência e tecnologia são interligadas e dependentes	4
Outras respostas	4

Algumas representações para a proposta 4:

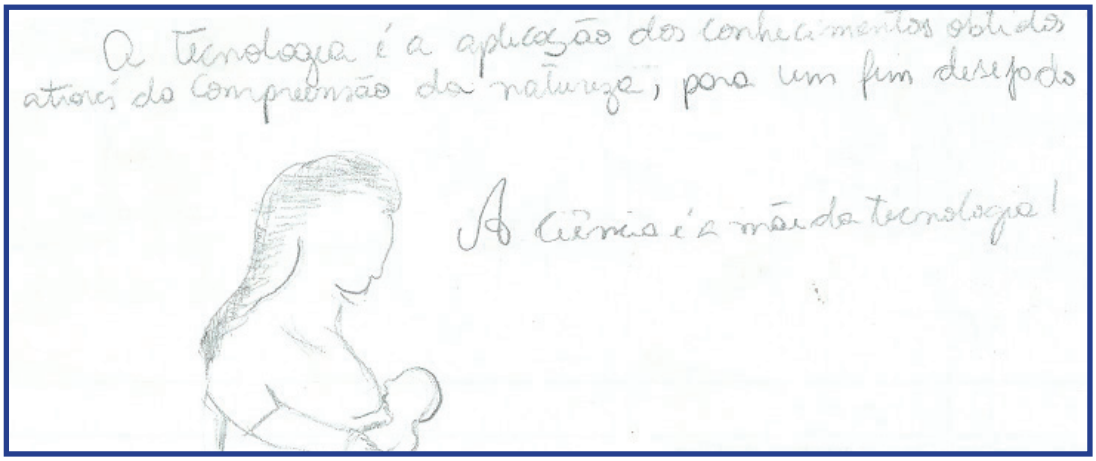


Figura 8 – Representação do Licenciando 17 sobre a proposta 4

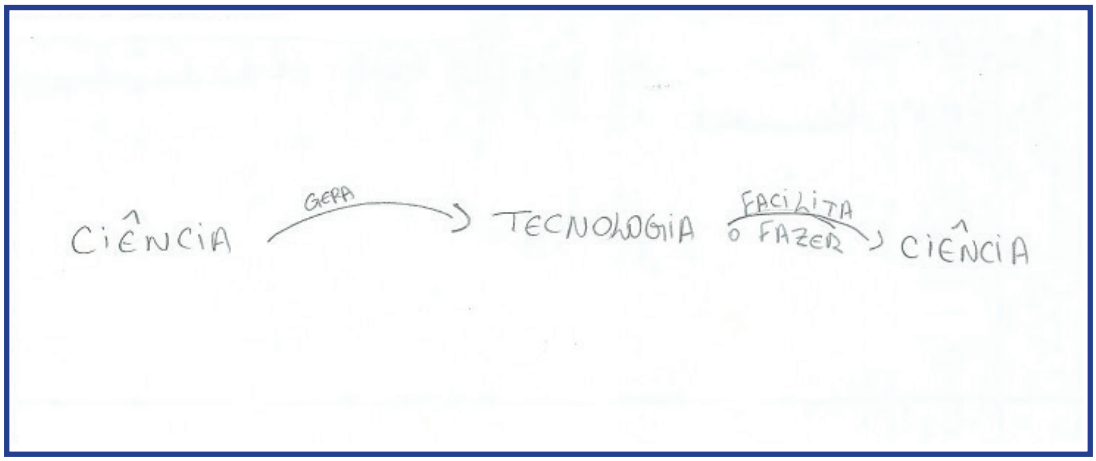


Figura 9 – Representação do Licenciando 21 sobre a proposta 4

As representações dos licenciandos 17 (Figura 8) e 21 (Figura 9) sugerem que a tecnologia surgiu a partir da ciência. Como se observa na Tabela 5, 13 licenciandos entendem que a ciência produz a tecnologia e que esta facilita o estudo da ciência. Tal visão pode ter sofrido influência dos livros didáticos, que muitas vezes apresentam a tecnologia como uma aplicação dos conhecimentos produzidos pela ciência.

De acordo com Ferreira-Gáuchia, Vilches e Gil-Pérez (2012), em termos históricos nem sempre a atividade técnica teve vínculo com a ciência, sendo sua existência muito mais antiga do que ela. Como exemplo tem-se o fato de o homem pré-histórico fabricar ferramentas a partir de pedras, talvez por conta da observação de suas necessidades, considerando-se que nesse período não existia um corpo constituído de conhecimentos.

Essa ideia sugere o rompimento do conceito de tecnologia como subproduto da ciência, ou seja, apenas uma aplicação do conhecimento científico (FERREIRA-GÁUCHIA; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2012). Porém, os autores salientam que é necessário pensar que mais recentemente a ciência tornou-se dependente da tecnologia para construir seu corpo de conhecimento e essa relação é tão próxima que se pode falar em tecnociência (FERREIRA-GÁUCHIA, VILCHES, GIL-PÉREZ, 2012). De fato, a tecnologia evolui e gera novos instrumentos em intensa velocidade e a ciência os utiliza para construir novos conhecimentos.

<u>Proposta 5 – a ciência e a sociedade</u>

Objetivo: os cientistas são membros da sociedade e, consequentemente, são influenciados por uma variedade de fatores que envolvem, além dos conceitos científicos, questões culturais e sociais. Essa proposta procurou identificar como os licenciandos entendem tal relação (Tabela 6).

Tabela 6 – Distribuição das respostas dos licenciandos, segundo categorias para a proposta 5 – atividade 1b

Categorias	Frequência de resposta
A ciência atende às necessidades da sociedade	11
A ciência influencia as ações da sociedade	4
A ciência é produto das aspirações da sociedade	2
Outras respostas	4

Para essa proposta, todos os participantes optaram por responder na forma dissertativa. De acordo com os dados da Tabela 6, mais da metade dos licenciandos considera que a ciência atende às necessidades da sociedade. Alguns exemplos de respostas:

> Licenciando 12 – *A ciência deve caminhar a favor da sociedade, buscando melhorias, soluções, para causas de maior e menor impacto social.*

> Licenciando 1 – *A ciência está para servir a sociedade, através de descobertas e entendimento de como, por exemplo, funciona a natureza.*

Novamente é possível notar que a sociedade exerce importante influência sobre o trabalho científico, de acordo com as respostas descritas. Entretanto, o trabalho essencial da ciência não é o de apenas produzir benefícios para a sociedade. Um dos produtos principais desse trabalho é elaborar conhecimento e explicações para os fenômenos que rodeiam o ser humano. Nesse sentido, os benefícios serão consequência dessa atividade. Nem sempre a sociedade caminha em concordância com a ciência. Discussões que evocam esse tema são importantes na formação de futuros professores.

Vale destacar que durante a execução da atividade não houve interferência de qualquer natureza por parte das professoras da UC. As representações expressam as ideias iniciais dos licenciandos e são importantes indicativos de suas visões sobre a ciência.

4.3.3. Atividade 1c – Uso de imagens para evocar ideias sobre NdC

O uso de imagens é uma prática que vem sendo discutida e utilizada no ensino para diferentes áreas de saberes. Especialmente no ensino de ciências, encontram-se relatos que mostram o uso de imagens para ensinar conceitos (GIBIN; FERREIRA, 2013; SILVA et al., 2006) e pesquisas que investigaram visões sobre a ciência de alunos e professores, como as de Kosminsky e Giordan (2002) e Koren e Bar (2009), nas

quais os participantes foram convidados a produzirem desenhos de acordo com suas concepções sobre a ciência. Não foram encontradas pesquisas que relatassem o uso de imagens de acesso livre na rede mundial de computadores (Internet) para investigar ou resgatar essas concepções, o que confere à atividade proposta um caráter diferenciado. A resposta a uma imagem está vinculada à percepção do indivíduo sobre seu meio ou então sobre determinado evento. Quando se observa uma imagem, os processos cognitivos, as crenças e as experiências de quem observa influenciarão o modo de interpretar o que se vê.

A proposta de uma atividade com o uso de imagens consistiu em uma alternativa para evocar nos participantes a explicitação de sua forma de entendimento sobre a natureza da ciência e a construção do conhecimento científico, bem como as relações que se estabelecem para essa construção, como, por exemplo, a influência que a sociedade exerce sobre o trabalho científico.

Para a presente análise, foram selecionadas as imagens que mais se aproximam dos temas discutidos nos itens anteriores. No Apêndice V, elas estão numeradas como terceira imagem (cientista do gênero masculino), quarta imagem (cientista do gênero feminino) e sexta imagem (mão humana em contato com mão robótica). A atividade utilizando as imagens teve como objetivo identificar visões sobre o trabalho do cientista e a interação existente entre a ciência e a sociedade. Em um minicurso realizado no Eneq (Encontro Nacional de Ensino de Química), a referida atividade foi aplicada com os participantes, utilizando imagens semelhantes.

As categorias apresentadas para cada imagem emergiram das reflexões dos licenciandos.

Imagem 3 – cientista do gênero masculino

Do total de licenciandos, 15 relacionaram a imagem ao estereótipo do cientista gênio e louco, distante da interferência social, reconhecendo e destacando o senso comum reforçado pela mídia, ideia discutida por Colagrande, Martorano e Arroio (2015). Três estudantes apresentaram uma visão “pura” da imagem, que corresponde apenas a um relato sobre o que estavam observando, sem propriamente interpretá-la, e três indicaram respostas fora dessa classificação.

O Quadro 3 mostra a categorização para as respostas.

Cientista do gênero masculino – parte 1		
Categoria	**Frequência (n. de alunos)**	**Respostas**
Estereótipo do cientista gênio e louco	**15**	Licenciando 1 – *Imagem do cientista louco que leigos (sociedade) podem ter de um cientista.* Licenciando 3 – *"Cientista louco"; alguém brincando de ciência; publicidade científica, para chamar a atenção para a ciência.* Licenciando 4 – *Imagem muitas vezes contemplada pelo senso comum de cientista estereotipado, aparentemente "louco", distante de um ser humano "comum".* Licenciando 6 – *Mostra a ciência de um modo louco e repentino.* Licenciando 7 – *Quem disse que todo cientista é louco? E que faz experimentos químicos coloridos e explosivos?* Licenciando 8 – *O cientista pelo olhar do senso comum.* Licenciando 9 – *Esta é a imagem que a mídia tenta passar dos cientistas.* Licenciando 10 – *Esta imagem configura a noção do senso comum das pessoas quando pensam em um cientista.* Licenciando 11 – *Na imagem temos um homem com cara de maluco realizando um experimento científico; esta imagem implica que muitas pessoas vem o cientista como alguém que é na realidade louco e insano.* Licenciando 13 – *Como as pessoas sempre veem um cientista: com cara de louco, jaleco, e fazendo uma experiência com reações químicas além do uso de óculos.* Licenciando 14 – *Para muitos essa é a imagem dos cientistas gênio, maluco, que sabe fazer coisas estranhas e também é estranho.*

(continua)

(continuação)

Categoria	Frequência (n. de alunos)	Respostas
Estereótipo do cientista gênio e louco	**15**	Licenciando 15 – *A visão popular do "cientista louco", que devido à necessidade de experimentação, em algum âmbito histórico, às vezes negligenciando ou desconhecendo padrões sociais e focando em algo "maior".* Licenciando 19 – *Existe um estereótipo relacionado à figura do cientista (talvez resultante de figuras históricas realmente esquisitas, como Newton e Kepler) que não condiz com a realidade e não pode ser generalizado.* Licenciando 20 – *A imagem que a sociedade normalmente tem do cientista.* Licenciando 21 – *Estereotipação dos cientistas como "loucos", e até mesmo da ciência como se fosse apenas misturar substâncias.*
Visão" pura" da imagem	**3**	Licenciando 2 – *A imagem representa um químico executando uma experiência, notei que há uma expressão de surpresa e entusiasmo no rosto do personagem que implica que a atividade que ele está executando é divertida.* Licenciando 5 – *Cientista maluco – aquele cara que tem prazer em fazer experimentos que mudam de cor ao adicionar outra substância, ou criar vapor, borbulhas...* Licenciando 16 – *Um químico ansioso para ver o resultado da mistura prestes a fazer.*
Outras respostas	**3**	Licenciando 12 – *A imagem que a maior parte das pessoas tem sobre a profissão de químico.* Licenciando 17 – *O amor e o interesse fazem com que o trabalho seja sinônimo de diversão e realização.* Licenciando 18 – *A experimentação é parte fundamental do fazer científico.*

Quadro 3 – Categorias para a imagem 3

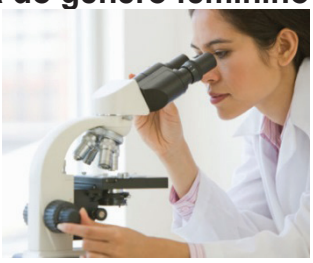
Imagem 4 – cientista do gênero feminino utilizando um microscópio

Para a referida imagem, cinco licenciandos a relacionaram ao trabalho do cientista como pesquisador; cinco indicaram especificamente o trabalho do biólogo, valendo aqui uma inferência por conta de a imagem conter um microscópico – instrumento típico de uso dessa área que faz parte da realidade de alguns dos licenciandos da

UC; três estudantes destacaram a importância de se analisar fenômenos microscópicos para entender o universo macroscópico; três relacionaram a imagem ao uso de tecnologia para a construção do conhecimento científico; e cinco forneceram outras respostas. Entre elas destaca-se a resposta a seguir:

Licenciando 15 – *A construção da ciência através da observação minuciosa e da formulação de hipóteses e teorias baseadas em tais observações, além da ciência elaborada e da "pesquisa de ponta", fechada em um laboratório distante da sociedade*.

O Quadro 4 mostra a categorização para a imagem 4.

Cientista do gênero feminino - parte 1 		
Categoria	**Frequência (n. de alunos)**	**Respostas**
Cientista como pesquisador	**5**	Licenciando 1 – Ciência e tecnologia, o trabalho do cientista. Licenciando 3 – *Pesquisas científicas, exames laboratoriais, medicina, biologia.* Licenciando 8 – *o cientista e seu trabalho (pesquisa).* Licenciando 9 – *Uma imagem próxima ao cotidiano do cientista, no entanto somente uma pequena parte do seu trabalho.* Licenciando 10 – *A imagem demonstra a outra noção que as pessoas também possuem ao pensar no trabalho do cientista, que este acaba lidando com o microscópio e outros equipamentos sofisticados, somente.*
Trabalho do biólogo	**5**	Licenciando 2 – *A imagem representa uma bióloga analisando uma amostra, para uma ideia da biologia como ciência investigativa.* Licenciando 5 – *Pesquisadora séria, centrada, provavelmente farmacêutica.*

(continua)

(continuação)

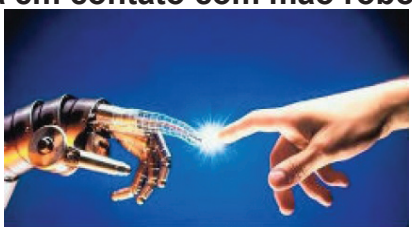
Categoria	Frequência (n. de alunos)	Respostas
Trabalho do biólogo	**5**	Licenciando 11 – *Vemos uma moça observando e analisando um tipo de amostra no microscópio. Pode ser uma bióloga analisando bactérias ou algo do gênero.* L 12 – *A imagem característica do biólogo.* L 16 – *Uma bióloga analisando no microscópio moderno alguma lâmina.*
Importância da análise microscópica	**3**	Licenciando 4 – *A ciência feita por uma pesquisadora aparentemente séria com foco em um fenômeno microscópico.* Licenciando 6 – *mostra a parte da ciência que é invisível a olho nu.* Licenciando 7 – *é preciso observar e analisar o mundo microscópico para compreender o macroscópico.*
Importância do uso da tecnologia	**3**	Licenciando 14 – *Sabe utilizar equipamentos sofisticados.* Licenciando 20 – *O avanço da ciência possibilitado pela tecnologia.* Licenciando 21 – *Utilização de instrumentos tecnológicos, desenvolvidos pelas ciências para auxiliar no aprimoramento científico.*
Outras respostas	**5**	Licenciando 13 – *O papel da observação de quem trabalha na área de ciências.* Licenciando 15 – *A construção da ciência através da observação minuciosa e da formulação de hipóteses e teorias baseadas em tais observações, além da ciência isolada e da "pesquisa de ponta", fechada em um laboratório distante da sociedade.* Licenciando 17 – *A imersão em "outros mundos" nos faz entender que não somos protagonistas, mas parte do meio.* Licenciando 18 – *A observação é parte fundamental do fazer científico.* Licenciando 19 – *Conhecimento científico está relacionado à seriedade e/ou monotonia, numa visão segundo o senso comum. Por que relacionar também à diversão?*

Quadro 4 – Categorias para a imagem 4

Imagem 6 – mão humana em contato com mão robótica

O Quadro 5 mostra os comentários dos licenciandos para a imagem 6.

Mão humana em contato com mão robótica - parte 1



Respostas

Licenciando 1 – *Futuro da humanidade e o avanço científico.*
Licenciando 2 – *A imagem mostra a relação da tecnologia com o homem, tomando como ponto de vista sua relação essencial.*
Licenciando 3 – *União do passado com o futuro.*
Licenciando 4 – *Representação de sociedade e tecnologia.*
Licenciando 5 – Ciência e tecnologia: robótica (avanços em próteses), tecnologia da informação, equipamentos cada vez mais sofisticados.
Licenciando 6 – *O ser humano e a ciência trabalhando juntos.*
Licenciando 7 – *O homem trabalhando em conjunto com a tecnologia.*
Licenciando 8 – Ciência e tecnologia.
Licenciando 9 – *Uma visão de "futuro proporcionado pela ciência" divulgada pela mídia.*
Licenciando 10 – *Nesta outra imagem mostra a relação de via dupla do homem (sociedade) com a tecnologia.*
Licenciando 11 – *Uma mão robótica ligada a uma mão humana. Representa a conexão do ser humano com a tecnologia.*
Licenciando 12 – *Essa imagem me mostra um elo de igualdade entre a ciência e a tecnologia.*
Licenciando 13 – *Como a tecnologia construiu uma relação íntima com a humanidade, ao ver se tocar uma mão robótica com uma humana ambas com os mesmos traços.*
Licenciando 14 – *Poderiam os cientistas se assemelharem ao criador?*
Licenciando15 – *Integração entre o homem e a tecnologia por ele desenvolvida, vista aqui mais como um "novo mundo" descoberto de que como o mundo criado que ele realmente é.*
Licenciando 16 – *Será que existem seres vivos fora do planeta Terra? Serão eles mais evoluídos? Se existirem, será que um dia será possível o contato com eles? Se já não houve...*
Licenciando 17 - *O homem toca a tecnologia através da ciência.*
Licenciando 18 – *A tecnologia e seu desenvolvimento podem – e devem – ser aliados da humanidade e de sua busca por crescimento e evolução.*
Licenciando 19 – *Ciência é vista como a luz entre o homem e um promissor futuro tecnológico.*
Licenciando 20 – *Me remete àquela pintura famosa em que o homem toca o divino, agora com um robô no lugar, me lembra a junção da humanidade com a tecnologia.*
Licenciando 21 – *A integralização dos seres com as tecnologias.*

Quadro 5 – Descrições dos licenciandos para a imagem 6

Para essa imagem, as respostas, de modo geral, citaram a conexão existente entre o homem e a tecnologia, sem muitos detalhes em suas justificativas. Um licenciando relatou que a imagem o remeteu à figura clássica de Michelangelo (pintada na Capela Sistina em Roma), ideia identificada anteriormente no estudo de Colagrande, Martorano e Arroio (2015).

4.3.4. Perfil inicial dos grupos sobre o papel das atividades experimentais no processo de construção do conhecimento científico

A referida atividade ocorreu no segundo encontro da UC. Os licenciandos se dividiram em grupos para utilizarem o material disponível e realizarem os experimentos propostos, além de compartilharem entre si opiniões e divergências a respeito da atividade, momento considerado relevante para a formação docente. Como já indicado na metodologia, foram elaborados dois roteiros experimentais e os licenciandos foram instruídos para que os executassem em grupos (Figura 10). Adicionalmente foi solicitado que eles relatassem como usariam tais experimentos em suas aulas (Apêndice VI). O objetivo foi identificar como eles entendem o método científico e a utilização das atividades experimentais nas aulas de ciências.

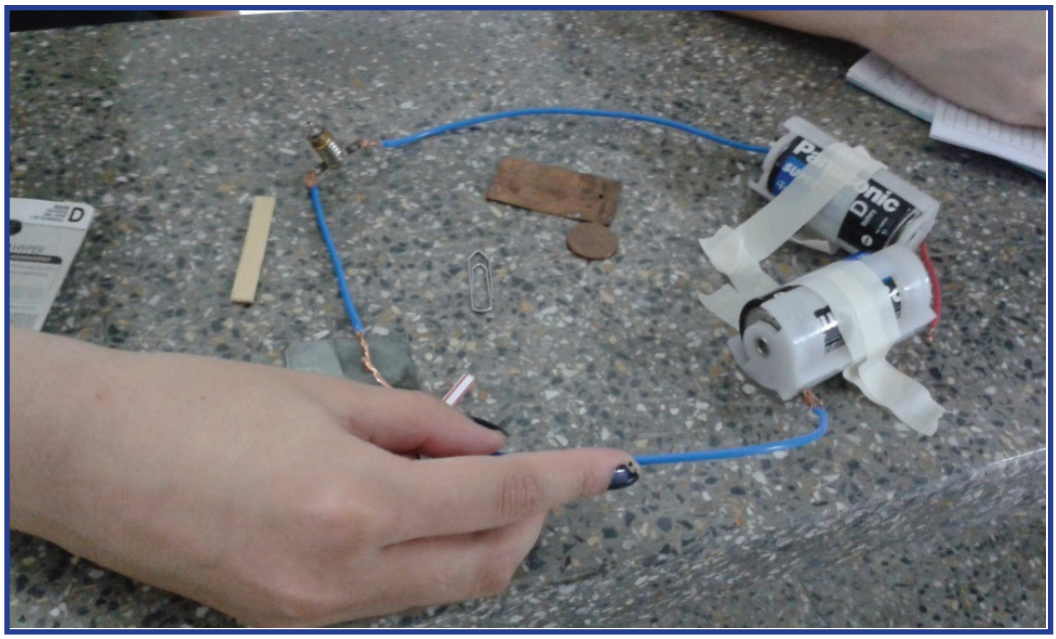


Figura 10 – Licenciando na execução das atividades experimentais

Hofstein e Lunetta (2004, p. 30, tradução nossa) enfatizam que:

> Investigação se refere às diversas formas com que os cientistas estudam o mundo natural, propõem ideias, explicam e justificam suas afirmações baseados em evidências derivadas do trabalho científico. Também se refere às mais autênticas maneiras com que os estudan-

> tes podem investigar o mundo natural, propor ideias, explicar e justificar suas afirmações baseados em evidências e, nesse processo, sentir o espírito da ciência.

Nessa perspectiva de entender o "espírito da ciência", uma atividade que leve os licenciandos a refletirem sobre como os experimentos auxiliam nesse entendimento parece ser importante e necessária em sua formação.

Os licenciandos se dividiram em cinco grupos, os mesmos que nas etapas seguintes realizaram os seminários. Os experimentos indicados não foram específicos de uma área, mas sim experimentos gerais das ciências. O primeiro correspondeu à condutibilidade de materiais e o segundo referiu-se à determinação de densidade dos metais. Tais experimentos foram escolhidos porque são de simples realização, os materiais necessários seriam disponibilizados pelo laboratório didático do curso e os licenciandos teriam o tempo preciso para executar a atividade e responder aos questionamentos do roteiro fornecido.

Para cada experimento foi apresentada a seguinte pergunta: *Se o grupo fosse ministrar uma aula de ciências que envolvesse o tema, como utilizaria o experimento nessa aula*? No final da atividade, a pergunta geral foi: *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências*? Para as duas questões, talvez uma complementando a outra, o objetivo foi identificar como o grupo entende o papel do experimento nas aulas: demonstrar uma situação? Comprovar o que foi aprendido na teoria? Chamar a atenção dos alunos para o tema? A respostas para essas questões podem também apresentar indicativos de como esses licenciandos entendem o método científico, um dos assuntos abordados na UC. A atividade foi realizada no segundo encontro, sem qualquer intervenção por parte das professoras da disciplina.

A análise que se segue corresponde à pergunta dirigida a cada experimento. O Quadro 6 mostra as respostas escritas por cada grupo.

Grupo	Experimento 1	Experimento 2
1	*Apresentação breve – exemplos do cotidiano por parte dos alunos e orientados pelo professor (observação, hipótese). Experimentos manipulados pelos alunos para desenvolvimento de habilidades manuais supervisionados pelo professor. Discussão e conclusão.*	*Uma aula introduzida com a história da ciência, – trazendo uma situação problema a ser investigada pelo experimento. Experimento: proposta a resolução do problema histórico pelos alunos de forma escrita. Apresentação de cada proposta trazida pelos grupos, discussão, intervenção, conclusão. Apresentação formal do conteúdo.*
2	*No modelo de aula investigativa faremos a proposição do estudo das características físicas dos elementos químicos, analisando*	*Resgate do conceito histórico da ciência relativo à mecânica dos fluídos, também conhecido como princípio de Arquimedes, no qual analisamos a pro-*

(continua)

(continuação)

Grupo	Experimento 1	Experimento 2
2	*e comparando a natureza elétrica dos materiais. Uma breve discussão sobre a diferença dos materiais iniciaria a aula, logo após o experimento levantaria a questão "por que com alguns materiais acende e com outros não?" Então seria aberto para levantamento de hipóteses e pós-discutidas, iniciaria o estudo dos elementos químicos que formam os materiais, chegando à discussão do porque o grupo dos metais permite a condução elétrica, finalizando com a comparação entre os conceitos pré e pós apresentação do conceito de natureza elétrica.*	*porção entre massa e volume de um material submerso. Tendo inicialmente um determinado volume d'água submergem-se materiais diferentes com massas distintas e anota-se o deslocamento do volume d'água. Então levanta-se a questão "como materiais de tamanhos (volumes) diferentes podem ter a mesma massa?" Abre-se para a discussão concluindo com o fato de que a resposta está na organização estrutural de cada material, ou seja, a distribuição da massa dentro do volume do material, e EUREKA! temos o conceito de densidade.*
3	*Podemos questionar anteriormente os alunos sobre como a luz chega até nossas casas. Discutir sobre a fiação e sobre a condutibilidade dos materiais.*	*Poderíamos utilizar esse experimento para introduzir a aula e mostrar aos alunos que o peso não influencia em seu volume, contanto que tenham o mesmo tamanho.*
4	*Iniciaria a aula com levantamento de questões prévias a respeito de condução elétrica de alguns materiais (igual ao roteiro). Os alunos depois de responderem fariam o experimento e testariam suas hipóteses. Depois, o professor seguiria na próxima aula com a aula expositiva dialogada do tema.*	*Iniciaria a aula com os alunos pesando na mão os materiais para que levantassem hipóteses sobre qual é o material mais denso e menos denso (por intuição). Depois eles iriam realizar o experimento com a balança completando a tabela e após isso fariam um relatório, para uma discussão posterior do tema envolvido.*
5	*Formularíamos uma aula onde os alunos montariam o experimento e explicaríamos o porquê da condutividade dos materiais, explicitando a teoria do eletromagnetismo. Levando em consideração conteúdos de eletrostática como circuitos, corrente elétrica e resistência. É importante demonstrar as características dos materiais em seu nível atômico e no decorrer do experimento evidenciar em todas as etapas, quais fenômenos estão ocorrendo.*	*Utilizaríamos o experimento no sentido de demonstrar a diferença de densidade e massa dos materiais, explicando os motivos pelos quais estes materiais se comportam de maneira diferente e possuem seu conjunto de características próprias.*

Quadro 6 – Respostas dos grupos para a pergunta sobre os experimentos 1 e 2 – *Se o grupo fosse ministrar uma aula de ciências que envolvesse o tema, como utilizaria o experimento nessa aula*? (Apêndice VI)

O grupo 1 sugere em sua proposta (experimento 1) o resgate de conhecimentos prévios dos alunos e utiliza o experimento como estratégia para o desenvolvimento de habilidades. No experimento 2, o grupo propõe a inserção de episódio histórico para desenvolver o conceito de densidade, mas não deixa claro como o experimento seria utilizado. Uma inferência possível de se fazer é que os licenciandos discutiram, nas UCs de práticas de ensino do curso, estratégias que envolvem a utilização de episódios históricos, e essas discussões se refletiram na aula que o grupo propôs. Nesse caso, o episódio histórico seria o ponto de partida para uma investigação.

Em sua proposta referente ao experimento 1, o grupo 2 cita um modelo de aula investigativa, iniciada com uma discussão sobre os materiais, sendo que o experimento seria utilizado para proposição de questões e posterior levantamento de hipóteses por parte dos alunos. No experimento 2 o grupo também compartilha a ideia de buscar episódios históricos para estudar o conceito de densidade.

O grupo 3 não apresentou sua proposta de forma clara no experimento 1. A descrição envolve uma pequena contextualização sobre a utilização da rede elétrica, mas não foi possível notar qual o papel que o experimento teria na aula proposta pelo grupo. Para o experimento 2, a sugestão foi utilizá-lo na introdução da aula, porém, não houve um contexto visível do assunto, sendo que o experimento seria usado como demonstração: [...] *para mostrar aos alunos que o peso não influencia em seu volume* [...].

O grupo 4 também propôs o levantamento de questões prévias para iniciar a aula e, a partir dessa discussão, o experimento 1 seria utilizado para *testar* hipóteses. O papel do experimento não ficou expresso de forma clara, mas o texto do grupo sugere que, após a discussão em sala com os alunos, o experimento seria realizado para verificação das hipóteses levantadas. Para o experimento 2, o grupo sugeriu um teste inicial utilizando os sentidos (no caso descrito, o tato) para os alunos elaborarem hipóteses e posteriormente realizariam o experimento, indicando os resultados em um relatório para discussão em sala.

Finalmente, a proposta do grupo 5 seria a de que os alunos montassem o experimento 1 e o professor explicasse os fenômenos que estão ocorrendo no decorrer do processo. A proposta sugere o papel do experimento como uma demonstração, conforme o relato do grupo: *É importante demonstrar as características dos materiais em seu nível atômico e no decorrer do experimento evidenciar em todas as etapas, quais fenômenos estão ocorrendo*. Para que as etapas sejam explicadas, provavelmente haveria um roteiro prévio para o experimento, mas essa informação não ficou clara no texto do grupo. Em relação ao experimento 2, novamente aparece a proposta de demonstração sobre o conceito de densidade e também não ficou claro no texto se

existe um roteiro previamente definido. Para os dois casos o grupo indicou a necessidade de dialogar com os alunos sobre as etapas do experimento em questão.

Como já descrito anteriormente, foi solicitado aos licenciandos que respondessem a uma pergunta geral: *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências*? As respostas à pergunta geral estão elencadas no Quadro 7.

Grupo	Resposta da questão geral
1	*Tornar o ensino atraente; construção pessoal do método científico; alegria; comprovar a observação e a hipótese; desmistificar conceitos pseudo-históricos, científico e social; socialização; desenvolvimento de habilidades variadas.*
2	*Permitir a visualização dos fenômenos científicos saindo da abstração, cotidianizando a ciência. A ciência deixa de ser um conteúdo monótono da página de um livro e passa a ser algo dinâmico pertencente à sua vida, e mais que isso permitindo ao aluno levantar suas hipóteses, desenvolvendo o senso crítico e se tornando o protagonista do processo.*
3	*Aproximar o aluno da ciência, facilitando sua compreensão na matéria, pois a aula sai da teoria e vai para a prática.*
4	*Despertar a curiosidade científica dos alunos, fazer com que eles vivenciem os fatos científicos e desmistificar a figura do cientista.*
5	*As atividades experimentais fazem com que os alunos consigam interagir com o conteúdo teórico aplicado em sala, além de facilitar o entendimento do aluno a determinado conteúdo. Com essa interação o aluno pode observar todos os pontos importantes sobre o conteúdo e discutir de forma mais fácil suas possíveis dúvidas.*

Quadro 7 – Respostas dos grupos para a pergunta geral – *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências?* (momento 1) (Apêndice VI)

As respostas dos grupos 3 e 5 sugerem uma tendência a um pensamento mais indutivista, indicando que os experimentos servem para aproximar a teoria da prática, ou ainda comprovar o que foi estudado na teoria, o que fica evidenciado pelos trechos: [...] *pois a aula sai da teoria e vai para a prática* (grupo 3); [...] *os alunos consigam interagir com o conteúdo teórico aplicado em sala* (grupo 5). Os demais grupos mesclaram suas ideias, acrescentando a questão do *despertar da curiosidade científica* (grupo 4), *a ciência passa a ser algo dinâmico* (grupo 2). O grupo 1 destacou que as atividades experimentais servem, por um lado, para *comprovar a observação e a hipótese* e, por outro, para *desmistificar conceitos pseudo-históricos, científico e social*, resposta que sugere uma certa percepção sobre o experimento como parte

do processo de construção do conhecimento científico. Tal percepção aparece nas propostas dos experimentos 1 e 2, quando o grupo sugere a utilização de episódios históricos para contextualizar o experimento.

De forma geral, os resultados dessa atividade apontam pensamentos que outras pesquisas sobre experimentação no ensino já indicaram, o que sugere a importância de se discutir o papel da experimentação nos cursos de licenciatura em Ciências. Conforme destacam Galiazzi e Gonçalves (2004), professores e alunos apresentam, de maneira geral, uma visão simplista sobre a experimentação, baseada na observação para posterior teorização do que se observou. Segundo os autores, essa situação

> [...] aponta para uma questão importante a considerar no planejamento de atividades experimentais, que é a possibilidade de enriquecer o conhecimento sobre a natureza da ciência, pois esse conhecimento influencia a aprendizagem dos estudantes na atividade experimental (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 327).

Nesse sentido, a atividade proposta aos alunos da licenciatura em Ciências parece ter promovido uma primeira reflexão para cada licenciando no que tange à sua concepção sobre o papel da experimentação no ensino, além da oportunidade de debater suas ideias com os demais integrantes do grupo. Mais adiante, será discutida e ampliada a análise desta atividade, a partir dos resultados da parte 2 (Apêndice IX) aplicada no momento 3.

4.4. Momento 2 – O estudo da natureza da ciência – seminários

Esta etapa ocorreu em cinco encontros, conforme o cronograma apresentado no item 3.3. Os licenciandos receberam os textos que foram lidos previamente. Os grupos que já haviam trabalhado juntos no momento 1, quando realizaram as atividades experimentais, prepararam e apresentaram os seminários. Em cada encontro, após a exposição do seminário programado, foi aberto espaço para discussão em que todos os licenciandos, de livre iniciativa, puderam mostrar suas ideias a respeito do tema tratado. O debate foi gravado em áudio, com o objetivo de identificar falas que representassem pontos importantes nas visões dos alunos a respeito da construção do conhecimento científico, do trabalho do cientista e das influências que a sociedade estabelece na ciência. Após o debate, os licenciandos responderam a questões selecionadas pelas professoras, que foram previamente elaboradas por cada grupo para reflexão do tema. Além disso, os licenciandos também elencaram suas impressões sobre o assunto discutido em cada encontro, de forma escrita (Apêndice VII).

4.4.1. Reflexões dos licenciandos nas discussões dos seminários

No decorrer das discussões (após as apresentações dos seminários), os alunos foram incentivados pelas professoras a explicitarem suas ideias, compartilhando-as com os demais presentes. As discussões em sala de aula geraram inúmeros apontamentos por parte dos licenciandos, porém, para exemplificar seu teor, optou-se por transcrever alguns trechos das falas que foram significativas (no sentido de dar suporte aos assuntos grifados anteriormente) em cada seminário. Vale salientar que as falas estão inseridas no contexto da discussão e a intenção na seleção dos trechos foi identificar os pontos já especificados; não foi de interesse no momento estudar o discurso dos licenciandos.

O **seminário 1**, cujo tema foi o estudo do método científico, a partir do texto de Moreira e Ostermann (1993), teve a duração (entre a apresentação e a discussão em grupo) de 1h20. A escolha dos trechos apresentados a seguir se deu pelo teor do assunto abordado e sua relação com os objetivos almejados para essa atividade. As falas apontam concepções dos licenciandos a respeito do tema.

- Licenciando 19 – *O autor diz que esse não é o único método... A ciência é algo mais dinâmico... O aluno gosta de dogmas... se eu ensino de forma dogmática, está tudo feito e acabou... para quê ciência?*
- Licenciando 2 (apresentador) – *É isso que eu acredito... a maioria... principalmente a área da física que é um pouco complicadinha* [risos]*, mas a maioria dos alunos veem aquilo como uma coisa oh, que difícil, que espetacular, eu nunca vou chegar naquilo e eu acho que a função de nós professores, formadores, é direcionar eles pra mostrar que aquilo também foi feito por pessoas normais, cientistas que foram lá, descobriram... tem todo um caminho para chegar ali... a gente não vê a construção por trás daquela ciência.*
- Licenciando 19 – *O que nós conhecemos hoje como "verdades" da ciência, daqui 100 anos estarão ultrapassadas... mas para chegar até lá eu preciso despertar no aluno essa ideia de que nem tudo está perfeitamente interligado, existem muitas falhas...*
- Licenciando 7 – *A observação é muito importante também... você precisa refletir sobre aquilo que está observando.*
- Licenciando 19 – *Os cientistas falham e erram... porque muitas vezes ele vai enxergar o que quer enxergar.*
- Licenciando 7 – *O autor fala no texto... tem até uma teoria... que você pode observar uma coisa e já formular uma teoria daquilo que você observou, mas aí no*

próprio texto ele fala que não dá para fazer isso porque... essa teoria que você tirou da sua mente a partir da sua observação pode ser junto com outra teoria... pode ter uma junção com outra coisa já formulada... por exemplo um cientista não faz uma coisa e é aquilo, ele também leva em consideração o trabalho de outro cientista, de outras teorias.

- Licenciando 7 – *Nenhuma teoria é cem por cento verdade, nada é cem por cento verdade e com o decorrer dos anos pode ser que mude.*
- Licenciando 21 – *Relacionado também à evolução da tecnologia né... porque a gente consegue observar coisas que não eram observadas antes e graças às novas tecnologias que foram sendo desenvolvidas através dos tempos.*
- Licenciando 14 – *Eu tenho a impressão que a tecnologia é uma aplicação da ciência, aplicações dos conhecimentos científicos.*
- Licenciando 21 – *Eu vejo isso também... na verdade a ciência avançando você tem capacidade de desenvolver novas tecnologias e com a utilização de novas tecnologias você tem capacidade de criar novos conhecimentos científicos... então elas estão sempre relacionadas.*

Na fala do licenciando 19 é possível perceber o entendimento sobre o caráter dinâmico da ciência, bem como a ideia de que existem falhas no trabalho do cientista e que a ciência não é um conjunto perfeito de verdades. O licenciando 7 destacou a importância da observação no processo de construção do conhecimento científico e que essa observação não é totalmente neutra, visto que o cientista utiliza suas ideias e estuda outras teorias já propostas.

Os licenciandos 14 e 21 salientaram a relação entre a ciência e a tecnologia. Na fala do licenciando 14 ficou evidente a ideia de que a tecnologia é uma aplicação da ciência. Essa concepção foi aproveitada pelas professoras para prosseguir a discussão e incentivar os licenciandos a pensarem se a ciência e a tecnologia sempre foram desenvolvidas juntas.

O **seminário 2** explorou novamente o método científico e o conceito de investigação a partir do texto de Dourado e Sequeira (2002). A discussão teve a duração de 1h13. Como o assunto abordado foi uma continuidade do primeiro seminário, os comentários foram semelhantes ao seminário 1. Optou-se por complementá-los, com os trechos destacados a seguir:

- Licenciando 14 – *A história da ciência... acho que é importante e ajuda muito a entender o processo de se fazer ciência.*
- Licenciando 9 – *Acho que o mais importante é isso... não chegar à resposta do problema, mas entender o processo para chegar à resposta... não que você vai propor*

uma investigação e... sei lá, o aluno vai chegar naquela teoria que você quer trabalhar, mas ele vai entender quais processos se passaram para chegar naquela teoria.

- Licenciando 4 – *Essa ideia de teoria... ela é muito polêmica e em alguns aspectos, assim... se você for conversar com uma pessoa de dentro da ciência, tal... eu por exemplo converso com meus amigos tal, sobre evolução, por exemplo... aí eles, o cara chega e fala: não, isso é uma teoria. Para eles teoria é uma coisa que não é provada, é uma teoria, mas você tem que explicar que não, se é uma teoria, não que seja o método científico, mas ele passou por uma sequência de etapas... se é linear ou não eu não sei, mas teve observações, teve experimentos... para ser uma teoria consolidada.*
- Licenciando 19 – *Parece que a ciência é feita para dar certo... os alunos estão condicionados a isso... se dá errado ele logo larga, porque está condicionado a dar certo... um erro vai mudar as leis da natureza? A lei não muda, mas erros mudam a forma como a gente enxerga... há a concepção humana por trás de tudo isso, vai além do método, além da investigação.*

O licenciando 14 resgata em sua fala a importância da história da ciência no ensino. Além das discussões ocorridas na UC, uma inferência a este comentário é que o referido estudante participa de outras atividades dentro da Universidade, nas quais há discussões sobre história e filosofia da ciência e o trabalho com episódios de ensino. O reflexo dessa participação foi percebido nas respostas que o licenciando indicou nos instrumentos iniciais.

A mesma inferência é possível ser feita para o licenciando 4, que também participa de grupos de estudo sobre história e filosofia da ciência e trouxe às discussões suas reflexões sobre aspectos da NdC que envolvem essas metaciências.

O licenciando 9 aponta a importância do entendimento sobre o processo de construção do conhecimento científico, de forma que o aluno não construa a visão de uma ciência pronta e definida, mas sim a de que uma investigação envolve diferentes situações de aprendizagem.

O licenciando 19 apresenta uma forma de participação muito produtiva, situação já percebida no seminário 1. Durante as discussões foi possível notar que ele organiza suas reflexões e sempre as compartilha com o grupo. Nessa participação, o licenciando destacou a atividade humana por trás da construção do conhecimento e o fato de os alunos estarem condicionados ao resultado sempre correto das atividades experimentais que realizam nas aulas, o que pode interferir no entendimento sobre a construção já citada pelo licenciando 9.

O **seminário 3** apresentou uma síntese do artigo de Gil-Pérez et al. (2001), em que são discutidas as visões deformadas do trabalho científico. O seminário e o

debate ocorreram no tempo total de 1h35. As discussões permearam a questão da falta de reflexão do professor quanto à sua atuação em sala de aula, fato que pode levar a propostas de atividades que reforçam as ideias empiristas sobre a construção do conhecimento científico. De forma curiosa e sem pretensões iniciais, as questões levantadas pelos licenciandos foram direcionadas naturalmente à necessidade de reflexão sobre a própria prática, como é possível observar nos trechos selecionados a seguir.

- Licenciando 12 – *Esse texto trouxe informações sobre as visões deturpadas do método científico... esse realmente trouxe algumas implicações... isso para mim foi bem significante.*
- Licenciando 19 – *Eu fico me perguntando se o que eu faço em sala de aula está de acordo.*
- Licenciando 21 – *O assunto chega a ser atemporal* [as visões deformadas] *porque eu também revi a minha prática... algumas propostas de apostila, querendo ou não você tem que seguir, trabalhando lá numa escola particular, você tem um cronograma, mesmo escola do estado ele mesmo propõe aqui algumas visões como ele* [o texto] *diz são deturpadas, daí eu teria um momento para refletir minha prática e ver o que eu acabo cometendo ou não... acho que tem uma ruptura... às vezes quando a pessoa assume o cargo de professor não se vê mais como um cientista e passa a falar como se fosse uma coisa distante... o trabalho científico.*
- Licenciando 17 (completando o raciocínio do licenciando 21) – *Isso evoca também o fato de o professor só passar o conhecimento né, uma visão distorcida.*

Os pontos destacados pelos licenciandos evidenciam a preocupação em analisar suas atitudes como futuros professores (ou como professores em exercício, que é o caso de alguns participantes), fazendo comparações com o texto discutido. O licenciando 21 indica o fato de o professor se ver distante e não reconhecer no que faz um trabalho científico e o licenciando 17 complementa que o professor, nestas condições, passa apenas a “passar conhecimento”. Essa fala sugere que as ações desenvolvidas pelos professores em seu trabalho são influenciadas pelo reconhecimento (ou não reconhecimento) de sua atividade como sendo uma atividade científica. Entende-se a relevância desse ponto, pois as concepções distorcidas acabam se firmando no indivíduo e torna-se difícil (mas não impossível) desfazer tal pensamento, daí a importância dessas discussões conjuntas, tanto em cursos de formação inicial como em formação continuada de professores.

O **seminário 4** versou sobre uma análise realizada por Moura (2014a) em relação às concepções sobre a ciência apresentadas em um livro de divulgação científica. O seminário e a discussão ocorreram em tempo total de 1h33. O autor do artigo

traz alguns apontamentos sobre concepções inadequadas da ciência e seu trabalho constantes no referido livro e apresenta um debate sobre o tema. A discussão em torno desse texto também foi peculiar, mostrando, logo em seu início, uma preocupação dos licenciandos sobre ética. Um dos estudantes perguntou ao grupo que apresentou o seminário se eles achavam pertinente um artigo apresentar uma crítica ao trabalho de um cientista que é reconhecido na comunidade científica. A partir daí, a conversa e o compartilhamento do grupo giraram em torno da necessidade de se entenderem as formas como a ciência e o trabalho do cientista são discutidos na sociedade e como a divulgação da ciência pode ser realizada para permitir maior acesso por parte do cidadão comum, além de destacar que é importante compreender o contexto no qual as críticas foram construídas. Deste seminário, foram selecionados apenas dois trechos, apresentados a seguir, que se relacionam diretamente com a construção da ciência e o trabalho do cientista.

- Licenciando 15 – Às vezes o que atrai o jovem é essa visão pura e perfeita da ciência... e isso é muitas vezes defendido pelas pessoas, que ela é pura, imaculada e livre de imperfeições humanas.
- Licenciando 9 – *Existe uma visão bem estabelecida na escola, a de que o cientista não erra.*

O contexto no qual os dois licenciandos refletiram está relacionado com uma imagem de ciência que evoca o senso comum, daí a importância de se refletir sobre o modo de divulgar a ciência tanto na escola como em espaços não formais de aprendizagem.

Os licenciandos também discutiram os meios possíveis para promover essa divulgação: atividades culturais, espaços de discussão em museus, análise de filmes que tratam temas científicos, entre outros. Também relataram que a imagem de ciência pronta e verdadeira é frequente em materiais didáticos.

Finalmente, **o seminário 5** apresentou uma proposta de atividade com alunos para abordar aspectos da natureza da ciência, utilizando a construção de narrativas, a partir do texto de Faria et al. (2014). O seminário e o debate ocorreram em um tempo total de 1h30. A discussão foi conduzida para a reflexão sobre vários aspectos do texto, como o interesse dos alunos em participar da atividade proposta, a provável semelhança (ou não) dos resultados da pesquisa (dado que o texto relata a coleta de dados realizada em Portugal), a formação e o preparo do professor para lidar com a natureza da ciência na sala de aula e a possibilidade de uma disciplina que trate de temas relacionados a ela, entre outros.

- Licenciando 14 – *Acho que no começo do texto os autores propõem que deveria ter uma disciplina específica para discutir isso... a natureza da ciência... que eu acho*

assim, como essa matéria aqui, imagina a gente lá na Estrutura da Matéria [UC do curso de Ciências – Licenciatura] *e o professor fosse dar estrutura da matéria e discutir a natureza da ciência envolvida. Acho que é difícil realmente, porque o aluno está preocupado com provas, fórmulas, conceito, etc. e ainda tem que discutir essa outra coisa paralelamente [...] para o professor é difícil, para o aluno também.*

- *[...]se tivesse uma matéria específica no currículo acho que seria mais aproveitado.*
- Licenciando 4 – *O que eu achei complicado dessa abordagem* [se referindo ao texto] *que até no começo fala da abordagem explícita e implícita... fala não, tem que ser a explícita, deixar evidente que é isso que a gente quer e refletir sobre isso, na hora, como se... assim a natureza da ciência, apresentando agora você já vai entender, né... e às vezes uma abordagem querendo ou não, implícita como eles falaram, você está retomando isso, está vivenciando isso, você vai se apropriando com mais facilidade do que uma coisa jogada por exemplo numa aula e na outra ele esquece.*
- Licenciando 15 – *Acho que um dos pontos que o autor pegou é que mesmo a gente usando o implícito não fica tão claro... não que não fique, mas não fica tão claro... então se você usa o subjetivo e depois joga o direto né... cai a sua ficha..., mas enquanto ficar só no subjetivo acho que não cai a sua ficha, pelo menos a minha não cairia... acho que eu continuaria na mesma visão estereotipada.*

A discussão proposta pelos licenciandos 4 e 15 sugere uma reflexão sobre o fato de a abordagem do tema ser explícita ou implícita, e argumentaram com o restante do grupo sobre vantagens e desvantagens que consideram nessas duas abordagens.

- Licenciando 21 – *Acho que essa comunicação entre a comunidade científica e a população leiga, acho que no Brasil isso falta um pouco.*

O licenciando 21 refletiu sobre a relação entre a comunidade científica e a sociedade e argumentou que enxerga um distanciamento entre eles. Os licenciandos ressaltaram que a formação interfere na confiança do professor para ser mediador de discussões sobre a natureza da ciência com seus alunos; a desconstrução de conceitos já concebidos também é outro ponto que causa dificuldade ao professor, conforme observa-se na fala do licenciando 10.

- Licenciando 10 – *Acho que eles* [os professores] *também tinham uma visão muito parecida com a dos alunos, a gente pode por isso também... às vezes eles* [os professores] *tinham que analisar o contrário...”caramba, eu penso igual a eles também”... acho que isso é muito difícil... quem garante que ele teve isso?* [na sua formação]

- Licenciando 14 – *Acho que o prejuízo que o aluno tem se não for apresentado* [a natureza da ciência] *para ele é ele não perceber o quanto poderia ser bom se ele fosse praticar aquilo... muitos se afastam né, por achar que... aquela história né, é distante, é difícil, é só para quem é gênio, tal... esse seria o prejuízo né... ele continuar com esse pensamento.*

Adicionalmente, na discussão geral, os licenciandos relataram que o texto apresentado no seminário 5 trouxe uma abordagem mais prática, uma atividade proposta, auxiliando o entendimento com um exemplo de como desenvolver o tema na sala de aula, o que não aconteceu com os textos anteriores, que tinham um caráter mais teórico.

Em cada seminário, as professoras mediaram a discussão e incentivaram os alunos a perceber a sequência de temas que foram estudados e refletir sobre cada um deles. Entende-se que o objetivo dessa atividade da UC foi atingido, considerando as falas dos licenciandos e as reflexões que eles apresentaram de forma escrita após as apresentações.

4.4.2. As questões formuladas

Esta atividade foi elaborada com base no artigo de Niaz (2009), no qual ele relata que ministrou um curso para professores em exercício. Em uma das atividades planejadas, os professores foram convidados a apresentar seminários a partir de textos previamente selecionados e, ao final das discussões, formular suas questões de modo escrito. Segundo o autor, a atividade representou uma oportunidade de fornecer um *feedback* ao grupo, além de melhorar o entendimento dos professores sobre a natureza da ciência, considerando que eles discutiram e compartilharam pensamentos no curso que realizaram.

No caso da presente pesquisa, o método utilizado pelo autor foi adaptado da seguinte forma: os grupos realizaram a leitura prévia dos textos indicados e, então, propuseram questões sobre o tema (Anexo II). As professoras escolheram questões, entre aquelas propostas pelos grupos, para que todos os participantes respondessem individualmente. As questões escolhidas em cada seminário estão elencadas no Quadro 8.

Tema do seminário	Questões selecionadas para resposta
Texto 1 – Sobre o método científico	Questão 1.1 – Até que ponto é interessante usar os livros para introduzir a metodologia científica? Questão 2.1 – Na sua opinião, o método científico deve ser ensinado na escola? Se sim, como poderia ser ensinado?
Texto 2 – Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e investigação.	Questão 1.2 – A teoria, segundo o método científico, é o produto final do processo (O,H,E,R,I,C). Já para a investigação, a teoria é passível de questionamentos e discussões. No segundo caso, é possível que os alunos tenham uma visão ingênua de que uma teoria seja algo superficial? Como evitar isso?
Texto 3 – Para uma imagem não deformada do trabalho científico	Questão 1.3 – Das visões deformadas descritas pelos autores, qual você julga ser a mais prejudicial para o ensino de ciências? Questão 2.3 – O efetivo ensino de ciências com abordagem CTS seria a "solução" para evitar o ensino equivocado das ciências?
Texto 4 – Concepções inadequadas de ciência e fazer científico: análise de um exemplo na literatura	Questão 1.4 – Como futuros professores, como podemos inspirar futuros cientistas sem cair em concepções equivocadas sobre ciência e trabalho científico? Questão 2.4 – Até que ponto devemos conciliar o crer e o ver na ciência?
Texto 5 – Como trabalham os cientistas? Potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências	Questão 1.5 – Com base nos relatos dos alunos no decorrer do texto, é notável uma visão deturpada do que é ser cientista. Os autores dão uma sugestão de como iniciar uma abordagem de NdC, mas como você, sendo futuro professor, iria propor um segmento para essa abordagem? Questão 2.5 – Em todas as ciências (biologia, química e física) é possível fazer discussões sobre a NdC? Se sim, é mais difícil em algumas delas?

Quadro 8 – Questões selecionadas para respostas dos licenciandos

Em relação às questões formuladas, entendeu-se que todas fizeram referência aos textos estudados e intencionaram trazer à tona as concepções individuais sobre

cada tema. Optou-se por escolher apenas algumas questões a serem respondidas para que a atividade não se tornasse cansativa e repetitiva. Ao término de cada discussão, os licenciandos, individualmente, responderam às questões escolhidas. Para exemplificar as reflexões individuais, a seguir estão elencadas algumas respostas que foram consideradas significativas, no sentido de discutir a construção do conhecimento científico, o trabalho do cientista e a relação entre ciência e sociedade. Da mesma forma que ocorreu nos seminários, a intenção dessa análise é identificar elementos nas respostas que revelem o teor das reflexões dos licenciandos. Para o **texto 1**, apresentam-se dois exemplos de respostas da questão 2.1 – "Na sua opinião, o método científico deve ser ensinado na escola? Se sim, como poderia ser ensinado?"

- Licenciando 12 – *O método científico deve ser ensinado na escola, pois ele faz parte, está inserido no que é ciência e/ou cientista, entretanto, deve ser uma tarefa do professor tentar tirar esse estereótipo de que a metodologia científica é algo retilíneo, deve ser mostrado que isso é procedimento importante, porém, passível de alterações.* (grifo nosso)

O licenciando entende que o método científico faz parte da construção da ciência e salienta que não existe um único e sequencial método. Ele faz referência a um procedimento que pode sofrer mudanças, o que destaca o caráter dinâmico dessa construção.

- Licenciando 21 – *Sim, ele deveria ser ensinado, mas não da forma engessada em que ele é apresentado pelos livros didáticos. Uma forma seria levar os alunos a realizarem experiências e relatarem o que descobriram e como chegaram a tais resultados, deixar eles mostrarem como "fazem" ciência e assim relacionar com o trabalho de um cientista.* (grifo nosso)

É possível perceber que, apesar de haver palavras que reportam a ideias mais empíricas (por exemplo, relato de sua descoberta), o licenciando sugere a discussão sobre o trabalho de um cientista. Considera-se que essa proposta incentiva a explicitação de hipóteses e compartilhamento de concepções com os demais colegas, em um trabalho coletivo.

Em relação ao **texto 2**, os licenciandos responderam a questão 1.2 – "A teoria, segundo o método científico, é o produto final do processo (O,H,E,R,I,C). Já para a investigação, a teoria é passível de questionamentos e discussões. No segundo caso, é possível que os alunos tenham uma visão ingênua de que uma teoria seja algo superficial? Como evitar isso?"

- Licenciando 7 – *No ensino do método de investigação, é possível aplicar essa teoria como superficial. É preciso deixar claro para os alunos que a ciência é flexível, no sentido de que não podemos afirmar nada com 100% de certeza, porém, mesmo assim, as teorias mais aceitas são as respostas que mais se aproximam da*

verdade. É uma questão de especificar que as teorias não são absolutas, contudo, são muito coerentes e descrevem fenômenos com muita precisão. (grifo nosso)

O licenciando expressa que a ciência é flexível (no sentido de sofrer alterações), mas entende que as teorias aceitas são aquelas que se aproximam da verdade, o que sugere uma perspectiva mais empírica.

- Licenciando 9 – *Sim, explicando que assim como as leis, as teorias são fruto de pesquisa científica aplicada. Se o aluno entender os processos envolvidos na elaboração das teorias ele entenderá que estas não são superficiais.* (grifo nosso)

Na resposta do licenciando 9 é possível perceber que ele considera essencial o entendimento por parte do aluno sobre o processo de construção de uma teoria, o que pode auxiliá-lo na percepção de que não há um único método na ciência e que diferentes fatores influenciam sua elaboração.

- Licenciando 10 – *Pela ideia da investigação, conceber que uma teoria é passível de questionamentos e discussões é provável que a grande maioria dos alunos, pelo menos, tenha uma visão ingênua do que seria uma teoria, porém, neste caso, cabe ao professor desmistificar essa concepção, pois a ciência também é passível de erros e feita de seres humanos que interpretam os fatos de acordo com sua própria observação.* (grifo nosso)

O licenciando 10 enfatizou em sua resposta a importância do papel do professor para incentivar seus alunos a refletirem sobre o processo de construção da ciência e o contexto em que ocorre. Nesse sentido, entende-se que o preparo do futuro professor é essencial, pois ele exercerá esse papel.

Para reflexão sobre o **texto 3**, foram colocadas duas questões para os alunos. Como a questão 1.3 – "Das visões deformadas descritas pelos autores, qual você julga ser a mais prejudicial para o ensino de ciências?" –, especificamente, solicita aos licenciandos uma reflexão sobre qual visão distorcida proposta por Gil-Pérez et al. (2001) consideram a mais prejudicial ao ensino de ciências, optou-se por indicar as escolhas de cada um na Tabela 7.

Tabela 7 – Escolha dos licenciandos para a questão 1.3 – texto 3

Visão distorcida (GIL-PÉREZ et al., 2001)	Licenciandos
Visão rígida	11,13,16
Visão aproblemática e ahistórica	12,14
Visão exclusivamente analítica	1,18
Visão acumulativa de crescimento linear	21
Visão individualista e elitista da ciência	1, 2, 4, 6, 9,16
Visão socialmente neutra da ciência	1,10,15,17

No conjunto de respostas analisadas, a visão individualista e elitista foi a mais indicada, resultado que dialoga com o estudo de Gil-Pérez et al. (2001, p. 133), que apontaram essa visão como a mais recorrente entre os professores envolvidos em sua pesquisa. Algumas justificativas para essa escolha estão descritas a seguir.

- Licenciando 4 – *Considerando o ensino de ciências, acredito que a visão de ciência individualista e elitista seja a visão deformada mais prejudicial, uma vez que ela distancia o estudante da ciência, impossibilitando uma afinidade que gera um caráter motivacional no processo de ensino e aprendizagem*. (grifo nosso)
- Licenciando 9 – *Visão individualista e elitista. Acredito que esta visão já afasta o aluno da ciência sem que ele chegue sequer a conhecer algum aspecto sobre ela. Assim, se para o aluno a ciência é feita de grandes gênios de classes específicas, para ele, que não pertence a esta classe, a ciência perde o sentido*. (grifo nosso)

As respostas dos licenciandos 4 e 9 apresentam justificativas semelhantes, nas quais o ponto principal é o distanciamento do aluno da ciência e, nesse sentido, entende-se que tal justificativa é pertinente. Essa visão pode provocar distanciamento e também desestimular os futuros cientistas, como destaca o licenciando 6 em sua resposta: *A visão que endeusa o cientista é extremamente preocupante, pois o seu lado humano é esquecido pela sociedade. Esta visão é prejudicial porque desestimula os estudantes a seguirem a carreira científica*. (grifo nosso)

A visão socialmente neutra da ciência também foi evocada por quatro licenciandos. A seguir estão descritas as respostas dos licenciandos 15 e 17.

- Licenciando 15 – *Dentre as visões descritas pelos autores, a que julgo mais prejudicial para o ensino de ciências seria aquela que não discute os empregos sociais, históricos e políticos da ciência e que estabelece conhecimentos prontos e acabados, os quais não precisam ser discutidos ou analisados. Escolhi esse dentre tantos que parecem igualmente grave porque este "corta pela raiz" a construção da ciência pelo pensamento humano, e "retira" todo o papel social estabelecido pela aquisição desse conhecimento.* (grifo nosso)
- Licenciando 17 – *O distanciamento da ciência como construção humana e cotidianizada, creio, é o mais prejudicial, pois o foco apenas no conteúdo, como na matemática "regras e mais regras, cálculos e mais cálculos" sem uma reflexão, aplicação, causa desinteresse, pois é algo apenas a se absorver, a se ouvir e não a participar, construir e isso priva o indivíduo da real ciência*. (grifo nosso)

Os referidos licenciandos também apresentam justificativas com alguns pontos semelhantes, sendo que a principal indicação foi o distanciamento dos fatores históricos, políticos e sociais no trabalho da ciência. Dessa forma, o aluno entenderá o

produto da ciência como pronto e certo, não refletindo sobre o contexto no qual seus conhecimentos foram construídos.

Nenhum dos respondentes indicou a visão empírico-indutivista e ateórica da ciência, apesar de indicativos dessa visão terem sido notados em algumas justificativas do instrumento 1a (Apêndice III) aplicado no primeiro encontro da UC. Dois licenciandos mostraram mais de uma visão em suas respostas e um licenciando indicou que todas são prejudiciais e se entrelaçam. Três licenciandos não compareceram ao encontro referente a essa atividade.

O **texto 4** trouxe uma discussão como continuidade do texto 3. Em seu artigo, Moura (2014a) fez alguns apontamentos a respeito do livro *Cartas a um jovem cientista*, de Marcelo Gleiser, nos quais vai discutindo algumas visões deformadas do trabalho científico, também baseado no estudo de Gil-Pérez et al. (2001). Nas conclusões do seu artigo, Moura (2014a, p. 30) discute a frase do autor do livro: "Essa é a beleza da ciência: não é necessário crer e sim ver", afirmando que deveria ser ampliada para: "na ciência, não é necessário só ver, e sim também crer" (MOURA, 2014a, p. 36). O autor argumenta que, "A partir do momento em que acreditamos ou criamos expectativas é que podemos efetivamente criar, especular, teorizar o mundo observável a partir de concepções científicas" (MOURA, 2014a, p. 36). Para dar prosseguimento a essa discussão, optou-se por apresentar respostas da questão 2.4 – "Até que ponto devemos conciliar o crer e o ver na ciência?" –, as quais estão descritas a seguir.

- Licenciando 1 – *Acho que sempre <u>na ciência não basta só "ver", precisamos crer em algo, ter uma hipótese, teoria para basear o que observamos</u>.* (grifo nosso)
- Licenciando 7 – *Acredito que não haja um ponto em que esses dois conceitos possam se distinguir. A ciência não se torna inferior ou menos importante quando não vemos de fato certos acontecimentos. O crer e o ver se conciliam indefinidamente, <u>acreditar em algo e ter bagagem suficiente para sustentar uma ideia também é fazer ciência.</u>* (grifo nosso)
- Licenciando 12 – *O crer deve entrar como um <u>meio de convicção do que você está fazendo</u> e o ver entra na hora de enxergar os resultados <u>sem o estereótipo do que não saiu como o planejado é errado e sim uma possibilidade de novos conhecimentos</u>.* (grifo nosso)

Os três licenciandos apresentam justificativas semelhantes no que diz respeito ao "crer". Seguindo a ideia de que a crença é o produto da vivência do indivíduo, conforme discutido na introdução, ele a usará para elaborar hipóteses sobre suas observações e refletirá sobre formas para explicá-las. Somente "ver" sugere uma análise mais sensorial, talvez desconsiderando o caráter criativo e a imaginação daquele que observa. O licenciando 12 ressalta um importante fator: o que inicialmente seria um

"erro" em uma análise pode resultar na produção de novos conhecimentos, o que é possível graças ao poder de criação e imaginação do observador. Esse poder seria influenciado por suas crenças?

Outra perspectiva de pensamento apresentou o licenciando 5: *Crença é ter certeza de algo. Não gosto dessa palavra! Ainda que me digam tenho fé nisso posso aceitar, mas crer nisso, não posso dar crédito! Posso, sim, ter dúvidas sobre, uma vez que não vi ou não posso acreditar que tal coisa possa dar certo. A ciência não é exata, mas duvidosa, até que meus resultados me provem algum posicionamento de que algo deu certo. Mas saber que outra pessoa se dedica àquele mesmo assunto e que talvez essa chegue a resultados melhores e mais confiáveis. Posso ver, mas nunca crer, crer corrompe!"* (grifo nosso).

O licenciando 5 interpretou a crença como algo relacionado à fé e pontua em sua resposta elementos de características empiristas, como a comprovação de um resultado, segundo ele, que deu certo. A última frase grifada revela uma tendência mais indutivista, na qual o "ver" é o fator essencial para criação de uma teoria sobre um evento, o que remete a uma observação neutra. O que não foi percebido pelo licenciando no momento em que a resposta foi elaborada é o fato de que as crenças que um indivíduo possui exercerão influência sobre suas propostas para explicações de diversos fenômenos. Isso não significa, entretanto, que ele não possa refletir futuramente sobre seu próprio posicionamento.

Finalmente, o **texto 5** abordou uma atividade prática para discutir aspectos da NdC. Os alunos investigados pelos autores do texto construíram narrativas sobre o trabalho de cientistas e, a partir desse e de outros instrumentos, houve uma discussão acerca da imagem que esses alunos apresentavam sobre a atividade científica. As respostas descritas a seguir correspondem à questão 1.5 – "Com base nos relatos dos alunos no decorrer do texto, é notável uma visão deturpada do que é ser cientista. Os autores dão uma sugestão de como iniciar uma abordagem de NdC, mas como você, sendo futuro professor, iria propor um segmento para essa abordagem?"

- Licenciando 4 – *Eu optaria por abordar diferentes episódios relacionados ao conteúdo, e assim discutir os personagens dessas construções científicas, apontando seus aspectos sociais, econômicos, etc. Talvez isso ajude, de alguma forma, para uma visão crítica dos estudantes em relação ao trabalho do cientista, em determinado contexto e não apenas no imaginário.* (grifo nosso)
- Licenciando 9 – *Acredito que, como discutido, a NdC deve ser trabalhada em conjunto com os conteúdos da ciência. No entanto é necessário que em algum momento a discussão seja feita de forma explícita, para que os alunos percebam que ela está sendo feita*. (grifo nosso)

- Licenciando 14 – *Ou através de relatos da história da ciência inseridos em momentos oportunos da apresentação de conceitos, ou ao final de uma sequência didática também explorando as argumentações da história da ciência. Sempre procurando esclarecer aos alunos a existência de uma imagem fantasiada dos cientistas e do fazer ciência e uma imagem mais realista destes aspectos.* (grifo nosso)
- Licenciando 18 – *Não faria uma atividade assim de forma isolada e pontual, parece ficar desconexo com os conteúdos que seriam abordados antes e depois da atividade. Creio que para melhor aproveitamento do assunto vasto que é a NdC, tanto para os alunos quanto para o professor, é importante trazer estes tópicos de forma contínua, relacionando-a com os demais assuntos, de forma que os alunos possam captar melhor a sua natureza.* (grifo nosso)

Os licenciandos 4 e 14 sugerem atividades que envolvam a história da ciência. Esses dois estudantes já trouxeram para a UC reflexões que elaboraram pela participação em grupos de estudo sobre história da ciência e essa influência é perceptível em suas respostas, o que sugere o significado que cada licenciando construiu. O licenciando 9 destaca a necessidade do desenvolvimento de atividades de forma integrada e contínua com os conteúdos científicos, preocupação semelhante à do licenciando 18. Além disso, o licenciando 9 entende a necessidade de falar sobre a natureza da ciência de forma explícita, o que sugere uma influência das discussões geradas durante a UC.

O objetivo da apresentação desses resultados foi relatar algumas reflexões realizadas pelos licenciandos após as discussões dos seminários. Não houve a intenção de apontar respostas certas ou erradas, apenas entender o processo de construção de significados dos estudantes participantes da UC. Nesse sentido, a referida atividade foi considerada produtiva.

4.4.3. Impressões dos licenciandos sobre os textos estudados

Ao término de cada seminário, após as discussões e respostas às perguntas formuladas, os licenciandos dissertaram suas impressões sobre cada tema proposto nas apresentações (Apêndice VII). Essa atividade visou oferecer mais uma oportunidade para os licenciandos expressarem suas reflexões a respeito de cada tema desenvolvido no Momento 2.

Diante da diversidade de comentários, para exemplificar o produto da atividade, optou-se por apresentar no Quadro 9 algumas reflexões propostas pelos licenciandos.

Seminário	Impressões dos licenciandos (Apêndice VII)
1	Licenciando 4 – *No texto o que me chamou a atenção foi a ideia do "sentir" que deve estar vinculado ao processo de construção do conhecimento científico. Com a discussão pude perceber uma busca por um bom senso que mesmo ao criticar o método científico como rígido e infalível, salientamos a importância de seus aspectos (como observação, experimento, etc.), que podem ser combinados de várias formas originando inúmeros métodos que vão se adequar dependendo do que se busca.* Licenciando 14 – *O ponto considerado mais importante foi a exposição de que o método científico não deve ser considerado uma atividade imutável, fixa e sequencial. Que, apesar do mesmo servir de guia para o empreendimento da pesquisa científica, será o cientista que determinará os caminhos a serem seguidos para o alcance dos objetivos.*
2	Licenciando 6 – *O texto mostra que, apesar de todas as etapas serem importantes, o método científico não precisa necessariamente seguir uma estrutura linear. No método científico o foco é a formulação e confirmação de hipóteses. A investigação, por sua vez, está interessada em questionar as teorias e solucionar problemas. Além disso, a investigação é mais apropriada para ser aplicada em sala de aula do que o método científico, pois incentiva o raciocínio e desenvolve a criticidade do aluno*. Licenciando 13 – *A possibilidade de ver as diferenças do método com a investigação, poder refletir como essas questões se encaixam dentro da prática do professor; a discussão de como o ensino por investigação faz o professor trabalhar com o erro e o surgimento de questões por parte dos seus alunos.*
3	Licenciando 9 – *Acredito que o aspecto mais importante é ter a percepção sobre estas visões distorcidas e perceber o quão fácil é disseminar essas visões. No entanto, com a leitura do texto passamos a ser mais críticos a respeito da nossa própria prática pedagógica.* Licenciando 19 – *O texto foi, mais uma vez, enriquecedor para minha formação. Me fez parar e refletir sobre o que venho fazendo nesse meu início de carreira docente, além do "como" a venho exercendo. Apresentando uma série de deformações, de fatos essenciais ao ensino científico e uma reflexão de como se fazer tudo isso (ou ao menos parte disso), o texto consegue guiar o raciocínio do estudante para um olhar interior de si mesmo e, ao mesmo tempo, para um olhar mais geral. Criar nossas próprias estratégias, contextualizadas ao panorama global do conhecimento científico, além da possibilidade de sermos, nós mesmos, figurantes principais na construção do conhecimento nos remete a um modelo de se fazer ciência que vai (ou pode ir) contra as deformações apontadas pelo texto.*

(continua)

(continuação)

Seminário	Impressões dos licenciandos (Apêndice VII)
4	Licenciando 12 – *No texto: achei interessante o modo como ele escreveu e também o fato de ele ter dado um exemplo real, não ter ficado somente em abstrações como os outros. Na apresentação: o modo como o grupo confrontou as ideias centrais do artigo. Na discussão: a grande dimensão que uma pergunta lançada pelo grupo, sobre se era ético ou não a abordagem do autor; e também a reafirmação da ideia de ciência mais humana; e o quão difícil é "quebrar" todo o paradigma envolvido na divulgação de ciência para a massa populacional.* Licenciando 18 – *Muito interessante a discussão sobre ética na escolha do livro e autor para a análise do artigo; "deformações" exemplificadas sobre a ciência, contextualizadas e não apenas mencionadas como no texto anterior. Retomar a discussão do outro texto do seminário 3. Como divulgar a ciência da melhor maneira, qual método usar, o que seria mais eficaz.*
5	Licenciando 1 **–** *O texto nos traz a validade do quão difícil é desconstruir a imagem deturpada que já está enraizada na sociedade como um todo, de como é o trabalho dos cientistas. Para reverter esse olhar, acredito que a formação do professor é de suma importância para que ele possa aos poucos desconstruir essa imagem e assim trazer mais alunos interessados na área das ciências. Além da escola, vejo os meios de comunicação como filmes e seriados, como possíveis formadores da imagem deturpada do trabalho científico perante a sociedade. Os professores também poderiam usar esses recursos para discutir em sala de aula e mudar a percepção dos alunos.* Licenciando 19 – *Este quinto seminário fez com que eu compreendesse melhor minhas próprias reflexões acerca da forma como tenho concebido a NdC. Notei que formulei concepções que vão de acordo com outros colegas, mas no sentido contrário em relação a alguns, o que julgo excelente, uma vez que evidencia a construção de ideias próprias em minha mente, não se limitando a somente transmitir as ideias advindas dos referenciais teóricos. Tinha notado também que as reflexões ao longo dessa disciplina têm contribuído diretamente com a minha prática profissional, uma vez que tenho conseguido incorporar algumas ideias adquiridas nos debates nos meus planos de aula diários.*

Quadro 9 – Exemplos de reflexões dos licenciandos após os seminários

Para compor o Quadro 9 foram selecionadas impressões de vários licenciandos, sendo possível notar diferentes enfoques, o que sugere que a apropriação dos temas discutidos ocorreu em momentos distintos para cada um deles, além de evidenciar que a atividade foi relevante no auxílio a essa apropriação. O momento 2, que propôs o estudo de aspectos da natureza da ciência e as atividades planejadas

de forma explícita e reflexiva (apresentação dos seminários, discussão, questões formuladas e os relatos individuais), representou importante etapa na construção (ou reformulação) de concepções dos licenciandos.

4.5. Momento 3 – Novo olhar sobre as imagens e experimentos

4.5.1. Imagens – parte 2

Após o momento 2, no qual os licenciandos discutiram os temas relacionados à NdC e relataram suas impressões, durante os cinco seminários programados, foi proposto que eles analisassem novamente as imagens que compunham um dos instrumentos iniciais (Apêndice VIII). O objetivo dessa nova intervenção foi identificar eventuais modificações no modo de interpretar as imagens e encontrar indicativos que evidenciassem a compreensão sobre o trabalho do cientista e a interação existente entre a ciência e a sociedade nos comentários registrados no instrumento. O Quadro 10 traz o panorama geral das descrições dos licenciandos para a imagem 3.

Imagem 3 – cientista do gênero masculino		
Licenciandos	**Parte 1 (momento 1)**	**Parte 2 (momento 3)**
1	*Imagem do cientista louco que leigos (sociedade) pode ter de um cientista.*	*Visão deturpada do cientista maluco tido pela sociedade em geral.*
2	*A imagem representa um químico executando uma experiência; notei que há uma expressão de surpresa e entusiasmo no rosto do personagem que implica que a atividade que ele está executando é divertida.*	Não participou da atividade
3	*"Cientista louco"; alguém brincando de ciência; publicidade científica, para chamar a atenção para a ciência.*	Não participou da atividade

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
4	*Imagem muitas vezes contemplada pelo senso comum de cientista estereotipado, aparentemente "louco", distante de um ser humano "comum".*	*Apresenta uma visão estereotipada de cientista "maluco" à parte da sociedade.*
5	*Cientista maluco – aquele cara que tem prazer em fazer experimentos que mudam de cor ao adicionar outra substância, ou criar vapor, borbulhas...*	Não participou da atividade
6	*Mostra a ciência do um modo louco e repentino.*	*A ilustração mostra a visão que grande parte da sociedade tem do cientista, um homem meio louco que faz ciência a partir do zero, sem a necessidade de observar estudos de cientistas anteriores.*
7	*Quem disse que todo cientista é louco e que faz experimentos químicos coloridos e explosivos?*	É engraçado como passamos a ter ideia de que todo cientista é alguém louco que já nasceu predestinado para exercer essa função. Todos podem fazer *ciência.*
8	*O cientista pelo olhar do senso comum.*	Não participou da atividade
9	*Esta é a imagem que a mídia tenta passar dos cientistas.*	*Uma visão distorcida do trabalho de um cientista e de sua personalidade.*
10	*Esta imagem configura a noção do senso comum das pessoas quando pensam em um cientista.*	*A visão distorcida, pela maioria das pessoas, sobre o trabalho científico, isto é, que ele é masculino, realizado por um gênio, uma pessoa toda desleixada, dentre outros.*
11	*Na imagem temos um homem com cara de maluco realizando um experimento científico; esta imagem implica que muitas pessoas veem o cientista como alguém que é na realidade louco e insano.*	*Trata-se da imagem generalizada do cientista para a sociedade, sendo ela sempre da mesma forma: homem branco de jaleco, com vidrarias em mãos e a já conhecida faceta de uma pessoa louca, insana e desajeitada.*
12	*A imagem que a maior parte das pessoas tem sobre a profissão de químico.*	*Sem levar em consideração a imagem estereotipada do cientista, esta imagem pode ser uma visão da ciência que considera a experimentação como algo primordial (a partir do método científico).*

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
13	*Como as pessoas sempre veem um cientista: com cara de louco, jaleco e fazendo uma experiência com reações químicas, além do uso de óculos.*	Não participou da atividade
14	*Para muitos essa é a imagem do cientista gênio, maluco, que sabe fazer coisas estranhas e também é estranho.*	*Existem muitas concepções errôneas sobre a ciência e os cientistas.*
15	*A visão popular do "cientista louco", que devido à necessidade de experimentação, em algum âmbito histórico, as vezes negligenciando ou desconhecendo padrões sociais e focando em algo "maior".*	*A visão estereotipada de cientista maluco, um indivíduo sem nada em comum com o padrão social e que, por ser diferente, pensa diferente, age diferente e revoluciona por ser superior intelectualmente à sociedade onde atua.*
16	*Um químico ansioso para ver o resultado da mistura prestes a fazer.*	*Aqui tem-se a visão de pessoas leigas sobre o conhecimento científico e cientistas, em que cientistas são malucos, só misturam qualquer coisa para descobrir o resultado, são excluídos do mundo e são gênios. Essas infelizmente são algumas ideias passadas para as crianças de hoje.*
17	*O amor e o interesse fazem com que o trabalho seja sinônimo de diversão e realização.*	*Devido a fatores históricos e sociais, o cientista por muito tempo gerou sobre si mesmo uma imagem deformada de "cientista maluco", um ser à parte da sociedade, superdotado, porém com dificuldades em relacionar-se com os indivíduos à sua volta.*
18	*A experimentação é parte fundamental do fazer científico.*	*A visão deformada de que a sociedade tem do cientista, o "cientista maluco", que opera a "máquina de fazer ciência", sempre atingindo seus objetivos.*
19	*Existe um estereótipo relacionado à figura do cientista (talvez resultante de figuras históricas realmente esquisitas, como Newton e Kepler) que não condiz com a realidade e não pode ser generalizado.*	*A imagem mostra uma possível deformação social do que é ser cientista: um experimental, "louco", que age de maneiras diferentes dos demais cidadãos, estereótipo do cientista louco.*

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
20	*A imagem que a sociedade normalmente tem do cientista.*	*A visão de um cientista "maluco", sempre de jaleco, óculos e descabelado.*
21	*Estereotipação dos cientistas como "loucos", e até mesmo da ciência como se fosse apenas misturar substâncias.*	*Estereótipo do cientista maluco, gênio isolado proposto pelos alunos, algumas vezes pela sociedade.*

Quadro 10 – Descrições dos licenciandos para a imagem 3 (momento 3)

No padrão geral de respostas apresentadas no Quadro 10, é possível perceber que os licenciandos relacionaram a imagem a um estereótipo atribuído aos cientistas: pessoas isoladas, gênios, que não mantêm nenhum contato social, sendo que essa concepção permaneceu nos dois momentos (parte 1 e parte 2). As respostas sinalizaram também que a imagem não é a mais adequada para exemplificar o trabalho de um cientista. Alguns licenciandos, que na primeira parte apenas indicaram o que estavam observando, conseguiram discutir de modo mais amplo na parte 2, como é o caso do licenciando 16:

- Parte 1 – *Um químico ansioso para ver o resultado da mistura prestes a fazer.*
- Parte 2 – *Aqui tem-se a visão de pessoas leigas sobre o conhecimento científico e cientistas, em que cientistas são malucos, só misturam qualquer coisa para descobrir o resultado, são excluídos do mundo e são gênios. Essas infelizmente são algumas ideias passadas para as crianças de hoje.*

Na primeira parte, o referido licenciando expressou apenas uma observação simples do objeto presente na imagem. Já na parte 2, apresentou suas reflexões de forma mais abrangente.

Outra resposta que sugere uma reformulação de ideias é a do licenciando 12:

- Parte 1 – *A imagem que a maior parte das pessoas tem sobre a profissão de químico.*
- *Parte 2 – Sem levar em consideração a imagem estereotipada do cientista, esta imagem pode ser uma visão da ciência que considera a experimentação como algo primordial (a partir do método científico).*

Inicialmente, o licenciando relacionou a imagem apenas ao trabalho de um químico. Já na reflexão realizada na parte 2, ele faz referência ao cientista, inclusive comentando a visão de ciência relacionada ao grau de importância que se dá ao experimento no denominado método científico. A inferência que se faz em relação a

esse novo quadro é o fato de já haver ocorrido um momento de discussões e compartilhamento de ideias durante os seminários, situação que influenciou as reflexões do licenciando em questão.

Os licenciandos 2, 5 e 13 não compareceram no dia da intervenção (parte 2) e os licenciandos 3 e 8 deixaram de frequentar a UC a partir do segundo encontro.

O Quadro 11 mostra o panorama geral de respostas para a imagem 4. Trata-se de uma cientista do gênero feminino, em seu local de trabalho.

Imagem 4 - cientista do gênero feminino

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 2)
1	*Ciência e tecnologia, o trabalho do cientista.*	*Imagem do trabalho científico, apenas em laboratórios, usando jalecos e instrumentos específicos.*
2	*A imagem representa uma bióloga analisando uma amostra, para uma ideia da biologia como ciência investigativa.*	Não participou da atividade
3	*Pesquisas científicas, exames laboratoriais, medicina, biologia.*	Não participou da atividade
4	*A ciência feita por uma pesquisadora aparentemente séria, com foco em um fenômeno microscópico.*	*Apresenta uma visão individualista e empírico indutivista de ciência.*
5	*Pesquisadora séria, centrada, provavelmente farmacêutica.*	Não participou da atividade
6	*Mostra a parte da ciência que é invisível a olho nu.*	*Mostra a visão que os cientistas têm de si próprios.*
7	É preciso observar e analisar o mundo microscópico para compreender o macroscópico.	*A imagem remete àquela concepção de método científico, um conjunto de processos específicos que nos levarão às respostas desejadas.*

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 2)
8	*O cientista e seu trabalho (pesquisa).*	Não participou da atividade.
9	*Uma imagem próxima ao cotidiano do cientista, no entanto somente uma pequena parte do seu trabalho.*	*A visão distorcida que o cientista tem que estar no laboratório e que ciência é construída por observação.*
10	*A imagem demonstra a outra noção que as pessoas também possuem ao pensar no trabalho do cientista, que este acaba lidando com microscópio e outros equipamentos sofisticados, somente.*	*Podemos pensar que a imagem reflete que a ciência, feita por pessoas que fazem parte da sociedade, é realizada em prol da mesma.*
11	*Vemos uma moça observando e analisando um tipo de amostra no microscópio. Pode ser uma bióloga analisando bactérias ou algo do gênero.*	*Outra representação de cientista, no qual mostra uma mulher olhando algo no microscópio e de jaleco, deixando implícito que se trata de uma pessoa inteligente para a sociedade.*
12	*A imagem característica do biólogo.*	*Ciência com o foco e observação. Parte do método científico.*
13	*O papel da observação de quem trabalha na área de ciências.*	Não participou da atividade
14	*Sabe utilizar equipamentos sofisticados.*	*Cientistas são pessoas comuns, com os mesmos problemas e anseios de outros indivíduos da sociedade a que fazem parte.*
15	*A construção da ciência através da observação minuciosa e da formulação de hipóteses e teorias baseadas em tais observações, além da ciência isolada e da "pesquisa de ponta", fechada em um laboratório distante da sociedade.*	*Remete também a uma visão estereotipada, em que se faz ciência apenas em um laboratório, com observações e reproduções, tentativas e erros, não havendo embasamento teórico e sendo meramente empírico.*
16	*Uma bióloga analisando no microscópio moderno alguma lâmina.*	*Muitas pessoas acham que cientistas apenas ficam em laboratórios observando e experimentando, pois já sabem tudo e não precisam estudar.*
17	*A imersão em "outros mundos" nos faz entender que não somos protagonistas, mas parte do meio.*	*Essa imagem de ser inalcançável pode e deve ser quebrada para atrair a sociedade para o verdadeiro e simples trabalho científico,*

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 2)
17		*visando uma alfabetização científica não funcional, para que a ciência não seja uma reprodução, mas sim construção coletiva.*
18	*A observação é parte fundamental do fazer científico.*	*O trabalho de uma cientista não se limita a ficar fazendo observações e tirar inferências a partir delas. Deve-se ter teorias prévias que orientem a experimentação.*
19	*Conhecimento científico está relacionado à seriedade e/ou monotonia, numa visão segundo o senso comum. Por que relacionar também à diversão?*	*A ciência parece destinada somente a algumas pessoas. O conhecimento se dá pela experimentação e observação, de forma monótona.*
20	*O avanço da ciência possibilitado pela tecnologia.*	*A visão de que ciência só se faz em laboratório, desconsiderando os cientistas teóricos.*
21	*Utilização de instrumentos tecnológicos, desenvolvidos pelas ciências para auxiliar no aprimoramento científico.*	*O "cotidiano" de um cientista que requer o uso de tecnologias e trabalhar no laboratório, imagem comumente associada pelos alunos.*

Quadro 11 – Descrições dos licenciandos para a imagem 4 (momento 3)

Retomando a categorização apresentada no Quadro 4 (seção 4.3.3), é possível notar algumas alterações relevantes no padrão de reflexão. Novamente destacam-se as respostas dos licenciandos 12 e 16.

- Licenciando 12:
  Parte 1 – *"A imagem característica do biólogo."*
  Parte 2 – *"Ciência com o foco e observação. Parte do método científico."*

- Licenciando 16:
  Parte 1 – *"Uma bióloga analisando no microscópio moderno alguma lâmina."*
  Parte 2 – *"Muitas pessoas acham que cientistas apenas ficam em laboratórios observando e experimentando, pois já sabem tudo e não precisam estudar."*

Os dois licenciandos, na parte 1, haviam relacionado a imagem 4 essencialmente ao trabalho do biólogo, talvez influenciados pela presença do microscópio. Nas reflexões apresentadas na parte 2, eles trazem novamente elementos discutidos no decorrer dos seminários, como, por exemplo, o método científico e seu papel na construção do conhecimento científico e o estereótipo do cientista.

Outro padrão de resposta se deu com o licenciando 14:

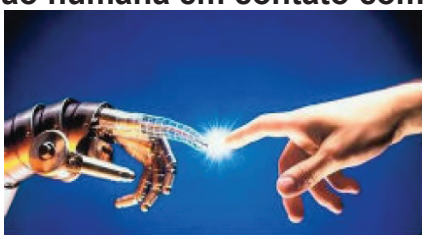
- Parte 1 – "*Sabe utilizar equipamentos sofisticados.*"
- Parte 2 – *"Cientistas são pessoas comuns, com os mesmos problemas e anseios de outros indivíduos da sociedade a que fazem parte."*

Na primeira parte, o licenciando faz referência apenas aos equipamentos dispostos na imagem; sua reflexão na parte 2 é mais ampla, destacando que os cientistas são membros da sociedade e que são influenciados por ela.

Quatro licenciandos (2, 4, 5, 11 e 16) referiram-se ao gênero, ou seja, uma mulher fazendo ciência, mas não aprofundaram essa questão em suas reflexões. O licenciando 4 foi o único a se referir, na parte 2, diretamente a uma visão distorcida classificada por Gil-Pérez et. al. (2001), porém, não aprofundou o motivo pelo qual remeteu-se a essa visão especificamente. Os licenciandos 2, 3, 5, 8 e 13 não realizaram a parte 2 do instrumento (atividade 2) pelos motivos já descritos nos comentários da imagem 3.

O Quadro 12 mostra o panorama geral de respostas para a imagem 6, em que aparece uma mão humana em contato com uma mão artificial, com o objetivo de investigar as reflexões dos licenciandos sobre a relação existente entre a ciência e a sociedade.

Imagem 6 – Mão humana em contato com mão robótica



Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
1	*Futuro da humanidade e o avanço científico.*	*Alguns estudiosos da ciência veem a ciência como verdade absoluta; se é provado cientificamente, então é isso.*
2	*A imagem mostra a relação da tecnologia com o homem, tomando como ponto de vista sua relação essencial.*	Não participou da atividade
3	*União do passado com o futuro*	Não participou da atividade
4	*Representação de sociedade e tecnologia.*	*Simboliza a relação ciência, tecnologia e sociedade.*
5	*Ciência e tecnologia: robótica (avanços em próteses), tecnologia da informação, equipamentos cada vez mais sofisticados.*	Não participou da atividade

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
6	*O ser humano e a ciência trabalhando juntos.*	*A figura deixa a entender que a ciência beneficia a humanidade, porém tal visão está errada. O avanço da ciência traz certos benefícios aos humanos, mas também causa destruição com guerras de armas químicas e doenças.*
7	*O homem trabalhando em conjunto com a tecnologia.*	*Me lembra algo como uma relação de parceria entre o homem e as tecnologias desenvolvidas por ele.*
8	*Ciência e tecnologia.*	Não participou da atividade
9	*Uma visão de "futuro proporcionado pela ciência" divulgada pela mídia.*	*Uma visão de que a ciência leva sempre à evolução e ao aumento de tecnologia.*
10	*Nesta outra imagem mostra a relação de via dupla do homem (sociedade) com a tecnologia.*	*Nesta imagem é apresentada a correlação entre ciência e tecnologia, isto é, mostra que a separação entre ciência e tecnologia é muito difícil de ser feita nos tempos atuais.*
11	*Uma mão robótica ligada à uma mão humana. Representa a conexão do ser humano com a tecnologia.*	*Representa o crescimento do conhecimento científico e a aproximação da ciência e da tecnologia, no qual tende a crescer muito mais.*
12	*Essa imagem me mostra um elo de igualdade entre a ciência e a tecnologia.*	*A correlação entre ciência, tecnologia e sociedade.*
13	*Como a tecnologia construiu uma relação íntima com a humanidade, ao ver se tocar uma mão robótica com uma humana ambas com os mesmos traços.*	Não participou da atividade
14	*Poderiam os cientistas se assemelharem ao criador?*	*A ética deve sempre permear o trabalho científico.*
15	*Integração entre o homem e a tecnologia por ele desenvolvida, vista aqui mais como um "novo mundo" descoberto do que como*	*A interação entre o homem e a tecnologia que ele desenvolve como algo construtivo e sempre bom, desenvolvido livre das fa-*

(continua)

(continuação)

Licenciandos	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
15	*o mundo criado que ele realmente é.*	*lhas humanas, por um método seguro e infalível, o qual só traz benefícios para a sociedade.*
16	*Será que existem seres vivos fora do planeta Terra? Serão eles mais evoluídos? Se existirem, será que um dia será possível o contato com eles? Se já não houve...*	*Relação ciência e tecnologia. A qual a tecnologia é muito importante para os humanos e para a ciência, sendo que sem a evolução desta seria até impossível muitas descobertas da ciência.*
17	*O homem toca a tecnologia através da ciência.*	*O homem através do estudo da natureza adquire conhecimentos que podem ser aplicados de forma artificial, apesar de, para isso, fazer uso de matéria-prima da natureza, para um fim específico, gerando a tecnologia.*
18	*A tecnologia e seu desenvolvimento podem – e devem – ser aliados da humanidade e de sua busca por crescimento e evolução.*	*O trabalho científico está fortemente ligado com o contexto social em que está inserido.*
19	*Ciência é vista como a luz entre o homem e um promissor futuro tecnológico.*	*A ciência vista como ponte entre o homem e um futuro tecnológico, melhor que a atualidade. Seria a ciência capaz de fornecer esse futuro? Não haveria desvios de trajetória ao longo do caminho?*
20	*Me remete àquela pintura famosa em que o homem toca o divino, agora com um robô no lugar, me lembra a junção da humanidade com a tecnologia.*	*Para mim a imagem me remete aos avanços possibilitados pela tecnologia.*
21	*A integralização dos seres com as tecnologias.*	*A fusão de como a tecnologia e a humanidade se encontram.*

Quadro 12 – Descrições dos licenciandos para a imagem 6 (momento 3)

As respostas apontam, de modo mais geral, na direção da conexão entre a ciência e a tecnologia, sendo que algumas apresentam elementos interessantes para essa análise. O licenciando 6 registrou as seguintes reflexões:

- Parte 1 – "*O ser humano e a ciência trabalhando juntos.*"
- Parte 2 – "*A figura deixa a entender que a ciência beneficia a humanidade, porém, tal visão está errada. O avanço da ciência traz certos benefícios aos humanos, mas também causa destruição com guerras de armas químicas e doenças.*"

É possível notar uma reflexão mais abrangente pelo licenciando 6, pois, apesar de discutir a ideia de que a ciência é vista como um setor que beneficia a sociedade, ele não deixa de abordar uma relação entre esses setores, fato que não aconteceu na parte 1, o que sugere um olhar mais crítico sobre o tema proposto na imagem. Outra reflexão que mostra a ideia sobre a relação entre ciência e sociedade é a do licenciando 18:

- Parte 1 – "*A tecnologia e seu desenvolvimento podem – e devem – ser aliados da humanidade e de sua busca por crescimento e evolução.*"
- Parte 2 – "*O trabalho científico está fortemente ligado com o contexto social em que está inserido.*"

Na parte 2, o licenciando explicita claramente que o trabalho científico sofre intensa influência da sociedade. Para os licenciandos que não realizaram a parte 2, vale a justificativa já descrita nas imagens anteriores.

Como discussão geral, entende-se que essa atividade atingiu os objetivos propostos inicialmente, sendo que sua análise não está desconectada das demais. Os resultados vêm corroborar com o processo de reflexão que cada licenciando realizou individualmente e a influência sobre os participantes proporcionada pelas discussões ocorridas durante a UC. A atividade se mostrou satisfatória, visto que foi possível notar alterações nas reflexões dos licenciandos. Essas reflexões serão comparadas com os resultados de outros instrumentos para que se construa uma trajetória geral dos licenciandos envolvidos na UC. Como já citado, as imagens podem induzir as respostas porque cada pessoa as vê de forma diferente. Daí a importância da realização dessa atividade vinculada a outras, como, por exemplo, a das representações (Apêndice IV).

4.5.2. Experimentos – parte 2

Esta atividade foi realizada no penúltimo encontro da UC, com o objetivo de identificar eventuais reformulações de ideias. Os licenciandos já haviam estudado os artigos e participado das discussões dos seminários.

Conforme descrito no item 3.2, os licenciandos receberam novamente os roteiros experimentais realizados no momento 1. Foi solicitado aos grupos que utilizassem o roteiro que fizeram na primeira etapa e o analisassem, transformando-o em uma

atividade de caráter investigativo, considerando as ideias desenvolvidas durante as discussões dos seminários (Apêndice IX). Além disso, os licenciandos foram incentivados a realizarem uma nova reflexão sobre o papel das atividades experimentais no ensino de ciências.

Segundo Gil Pérez e Valdez Castro (1996, p. 156), uma atividade experimental que se aproxime da ideia de investigação deve não apenas conter elementos do próprio experimento, mas também levar em conta outros elementos igualmente essenciais. Nesse sentido, os autores indicam alguns pontos relevantes ao se planejar uma atividade experimental com caráter investigativo e salientam que tais pontos não compõem um guia que deve ser seguido de forma linear, sendo apenas fatores que enriquecem a elaboração de uma atividade investigativa. Alguns deles são:

- apresentar situação problemática com um nível adequado aos estudantes;
- favorecer a reflexão dos estudantes sobre o motivo de se estudar determinado problema e que este seja contextualizado;
- planejar a formulação de hipótese como atividade central da investigação científica;
- analisar de forma detalhada os resultados e possíveis reformulações em suas hipóteses iniciais ou do próprio problema investigado;
- incentivar a percepção do trabalho coletivo no processo de investigação, bem como o compartilhamento dos resultados.

Esses fatores, além de enriquecer a prática experimental, também favorecem o desenvolvimento de habilidades, tais como interpretar situações, estabelecer relações e relatar o que observa, atitudes que auxiliam o aluno a passar de uma posição passiva (apenas segue o que o roteiro experimental indica) para uma posição ativa, na qual ele elabora suas hipóteses, reflete sobre elas e amplia sua rede de conhecimento. Para Azevedo (2004, p. 21), em uma atividade de investigação,

> [...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

A atividade proposta aos licenciandos pretendeu fazê-los refletir sobre esses fatores, porém, entende-se que a elaboração de atividades com caráter investigativo pelo futuro professor é um processo gradual que requer tempo e exemplos de formulação.

A seguir estão descritas as reflexões dos licenciandos para a atividade proposta ao experimento 1 – condutibilidade de materiais (Quadro 13) e ao experimento 2 – determinação de densidade dos metais (Quadro 14). Nestes quadros, foi possível fazer um comparativo entre as respostas da atividade ocorrida no momento 1 e aquela realizada no momento 3, após as discussões dos seminários sobre a NdC.

Grupos	**Experimento 1 (momento 1)**	**Experimento 1 (momento 3) Proposta para transformar o roteiro em uma atividade investigativa**
1	*Apresentação breve – exemplos do cotidiano por parte dos alunos e orientados pelo professor (observação, hipótese). Experimentos manipulados pelos alunos para desenvolvimento de habilidades manuais, supervisionados pelo professor. Discussão e conclusão.*	*Desenvolveria o experimento solicitando que os alunos anotassem as situações em que a lâmpada se acendesse. Posteriormente verificar em uma tabela periódica características comuns dos materiais que fizeram com que a lâmpada acendesse. Ministrar aulas sobre estrutura atômica. Ao final das aulas retornar ao experimento e solicitar que os alunos relacionem o assunto ao experimento.*
2	*No modelo de aula investigativa faremos a proposição do estudo das características físicas dos elementos químicos, analisando e comparando a natureza elétrica dos materiais. Uma breve discussão sobre a diferença dos materiais iniciaria a aula e, logo após o experimento, levantaria a questão "por que com alguns materiais acende e outros não". Então seria aberto para levantamento de hipóteses e, depois de discutidas, iniciaria o estudo dos elementos químicos que formam os materiais, chegando à discussão do porque o grupo dos metais permite a condução elétrica, finalizando com a comparação entre os conceitos pré e pós-apresentação do conceito de natureza elétrica.*	*Separar a turma em grupos, de acordo com os materiais disponíveis, e propor que cada grupo monte um circuito que acenda uma lâmpada, sendo que faltará um componente para fechar o circuito. Levantar o seguinte questionamento: "fechando um circuito, a lâmpada vai acender?", aguardar as hipóteses dos estudantes e fornecer um item para cada grupo, sendo alguns metálicos e outros não, para que fechem o circuito e testem suas próprias hipóteses. Após isso abrir a discussão sobre "o que de fato aconteceu?" Por que alguns circuitos acenderam a lâmpada e outros não? Existe dependência direta do material utilizado?" Abrir nova discussão e construir uma síntese de característica de condutibilidade dos materiais.*

(continua)

(continuação)

Grupos	Experimento 1 (momento 1)	Experimento 1 (momento 3) Proposta para transformar o roteiro em uma atividade investigativa
3	*Podemos questionar anteriormente os alunos sobre como a luz chega até nossas casas. Discutir sobre a fiação e sobre a condutibilidade dos materiais.*	*Perguntaríamos aos alunos o motivo de os fios elétricos serem feitos de cobre e se no lugar do cobre poderíamos usar outro tipo de material e porquê. A partir de uma discussão os alunos chegariam à conclusão de que metais são melhores condutores do que outros materiais, como madeira ou plástico.*
4	*Iniciaria a aula com levantamento de questões prévias a respeito de condução elétrica de alguns materiais (igual ao roteiro) e, depois de responderem, os alunos fariam o experimento e testariam suas hipóteses. Depois, o professor seguiria na próxima aula com a aula expositiva dialogada do tema.*	*A atividade seria dividida em dois momentos: no primeiro momento seriam entregues os objetos para que os alunos primeiramente montassem o circuito e fizessem com que ele funcionasse. No segundo momento seriam entregues os outros materiais para que os alunos tentassem fazer com que o sistema funcionasse. E assim os alunos teriam que elaborar teorias para explicar porque com alguns objetos o sistema liga e com outros não.*
5	*Formularíamos uma aula em que os alunos montariam o experimento e explicaríamos o porquê da condutividade dos materiais, explicitando a teoria do eletromagnetismo, levando em consideração conteúdos de eletrostática como circuitos, corrente elétrica e resistência. É importante demonstrar as características dos materiais em seu nível atômico e no decorrer do experimento evidenciar, em todas as etapas, quais fenômenos estão ocorrendo.*	*Esse experimento poderia se tornar uma atividade de investigação quando fosse proposto aos estudantes descobrir os motivos pelos quais um circuito funciona e consequentemente a lâmpada acende. Seriam explicados conceitos essenciais para a compreensão de definições, tais como: o funcionamento de um circuito, propriedades das pilhas, fenômenos elétricos, etc. A partir desses procedimentos seria objetivo do aluno descobrir como todos esses conteúdos se combinam para que haja funcionamento do experimento.*

Quadro 13 – Reflexões dos licenciandos sobre a utilização do experimento 1 – condutibilidade de materiais (momentos 1 e 3)

A proposta apresentada pelo grupo 1 para o experimento 1 não mostrou um caráter investigativo conforme aponta Gil Pérez e Valdez Castro (1996), pois não houve uma situação problemática levantada para que os alunos pudessem elaborar hipóteses sobre o fenômeno. No momento 1, o grupo indicou a utilização do experimento para desenvolvimento de habilidades. Essa ideia também apareceu no momento 3, quando o grupo solicitou aos alunos que estabelecessem relação entre o experimento e o assunto.

Em sua proposta para o experimento 1 (momento 1), o grupo 2 apresentou um modelo de atividade investigativa, formulando questões para os alunos elaborarem hipóteses para o fenômeno. A proposta para o mesmo experimento no momento 3 sugere uma continuidade no pensamento de incentivar os alunos a formularem hipóteses para o fenômeno e discutirem em sala para compartilhamento de ideias, por meio das questões colocadas aos alunos. A diferença em relação à primeira proposta está no fato de a aula já iniciar com o experimento.

O grupo 3 não deixou sua proposta clara para o experimento nos dois momentos. Houve intenção de direcionar questionamentos com os alunos, evidenciando a busca por uma contextualização do fenômeno, porém, não se esclareceu como seria utilizado o experimento em uma atividade investigativa.

A proposta apresentada pelo grupo 4 para o experimento 1 (momento 1) também considera o uso de questões prévias para iniciar a aula e, a partir dessa discussão, utilizar o experimento para testar hipóteses.

No momento 3, o grupo sugeriu iniciar a aula distribuindo os materiais para que os alunos montassem o experimento e elaborassem teorias para explicar as variações do circuito. Entretanto, a proposta de investigação não ficou clara e a ideia anterior parece ter sido preservada, pois os alunos fariam testes de verificação sobre materiais condutores e não condutores.

No momento 1, o grupo 5 apresentou a ideia de demonstração do experimento e explicação simultânea, ou seja, explicar o que estaria acontecendo no decorrer do processo. No momento 3, o grupo propôs a descoberta pelos alunos sobre os motivos pelos quais um circuito elétrico funciona. Para isso, os conceitos principais seriam trabalhados no decorrer da atividade que o grupo apresentou. A ideia de uma atividade investigativa não ficou clara na resposta do grupo, pois a descoberta seria apenas para entender o funcionamento do circuito.

No Quadro 14 estão descritas as reflexões dos licenciandos para a atividade proposta ao experimento 2, nos dois momentos.

Grupos	Experimento 2 (momento 1)	Experimento 2 (momento 3) Proposta para transformar o roteiro em uma atividade investigativa
1	*Uma aula introduzida com a história da ciência, trazendo uma situação problema a ser investigada pelo experimento. Experimento: proposta a resolução do problema histórico pelos alunos de forma escrita. Apresentação de cada proposta trazida pelos grupos, discussão, intervenção, conclusão. Apresentação formal do conteúdo.*	*Introdução a um texto desmistificando a conta de Arquimedes. Realizariam o procedimento da mesma forma, porém, sem solicitar que calculem a densidade. Solicitar um relato escrito sobre por que, apesar do mesmo tamanho (volume), os objetos apresentavam massas diferentes. Iniciaria uma discussão em sala até chegar ao conceito formal de densidade. Por fim, calcularíamos as densidades dos corpos do experimento.*
2	*Resgate do conceito histórico da ciência relativo à mecânica dos fluídos, também conhecido como princípio de Arquimedes, no qual analisamos a proporção entre massa e volume de um material submerso. Tendo inicialmente um determinado volume d'água, submergem-se materiais diferentes com massas distintas e anota-se o deslocamento do volume d'água. Então levanta-se a questão "como materiais de tamanhos (volumes) diferentes podem ter a mesma massa?". Abre-se para a discussão concluindo com o fato de que a resposta está na organização estrutural de cada material, ou seja, a distribuição da massa dentro do volume do material, e EUREKA! temos o conceito de densidade.*	*Fornecer diversos materiais de mesmo volume, deixar que eles explorem e depois pedir que levantem diferenças e semelhanças: Por que alguns são mais pesados do que outros? Quantificar então o peso dos materiais, pedir para que submerjam os mesmos em um volume definido de água e questionar por que o volume de água é deslocado e quanto é deslocado por cada material. Solicitar que relacionem o volume de água deslocado com a massa quantificada, levantar hipóteses referentes aos valores medidos e questionar o motivo de se alcançarem diferentes resultados nessa relação.*
3	*Poderíamos utilizar esse experimento para introduzir a aula e mostrar aos alunos que o peso não influencia em seu volume, contanto que tenham o mesmo tamanho.*	*Usaríamos o conhecimento prévio do aluno como base para a investigação. Perguntaríamos para os alunos se ao jogar uma bola de futebol e uma outra de gude na água qual delas boiaria e por quê. Seria então feita uma discussão sobre o experimento. Caso os estudantes não conseguissem chegar à resposta correta, o professor proporia uma pesquisa sobre o experimento.*

(continua)

(continuação)

Grupos	Experimento 2 (momento 1)	Experimento 2 (momento 3) Proposta para transformar o roteiro em uma atividade investigativa
4	*Iniciaria a aula com os alunos pesando na mão os materiais para que levantassem hipóteses sobre qual é o material mais denso e menos denso (por intuição). Depois eles iriam realizar o experimento com a balança completando a tabela e após isso fariam um relatório, para uma discussão posterior do tema envolvido.*	*Após a pesagem dos objetos, eles iriam colocá-los na proveta com água e pedir para relacionar as medidas de densidade com a massa, e formularem hipóteses de por que alguns objetos movem menos água.*
5	*Utilizaríamos o experimento no sentido de demonstrar a diferença de densidade e massa dos materiais, explicando os motivos pelos quais estes materiais se comportam de maneira diferente e possuem seu conjunto de características próprias.*	*A partir do roteiro apresentado, o experimento se tornaria uma atividade de investigação quando os alunos passassem a perceber e identificar as diferentes características nos mais variados tipos de materiais presentes na natureza. Ao fim do experimento, seria dada uma atividade na qual os estudantes responderiam questões como: por que os materiais possuem diferentes massas, densidades e volumes? Existe uma relação de proporcionalidade entre essas grandezas? Por que isso acontece? Após a realização dessa atividade seriam averiguados os conhecimentos dos alunos sobre essas questões e, em seguida, inicia-se uma explicação que esclareça os questionamentos dados em aula.*

Quadro 14 – Reflexões dos licenciandos sobre a utilização do experimento 2 – determinação de densidade dos metais (momentos 1 e 3)

Para o experimento 2 (momento 1), o grupo 1 sugeriu a inserção de episódio histórico para desenvolver o conceito de densidade, entretanto, a finalidade do experimento na aula não ficou clara no texto dos licenciandos. Para o mesmo experimento, no momento 3, o grupo continuou com a proposta de utilização de um episódio histórico para introdução da aula. Haveria discussão em aula por meio de textos produzidos pelos alunos e posterior formulação do conceito. Ao final da aula, seriam calculadas as densidades. Nesse caso, o experimento seria utilizado após as discussões em sala, o que poderia caracterizar uma demonstração do que foi discutido durante a aula

ou até uma verificação do conceito, mas isso não ficou claro na resposta apresentada pelo grupo.

O grupo 2 compartilhou, para o experimento 2 (momento 1), a mesma ideia do grupo 1, ou seja, a utilização de episódio histórico para desenvolver o conceito de densidade. Na resposta do grupo o experimento seria utilizado para geração do conceito. O grupo proporia uma questão aos alunos para incentivar as discussões em sala de aula. Já no momento 3, o grupo sugeriu uma atividade na qual os alunos possam manusear os materiais e levantar hipóteses sobre o fenômeno que estariam analisando. A formulação de hipóteses é um elemento central na investigação, conforme destacam Gil-Pérez e Valdez Castro (1996). Outro fator importante é o estabelecimento de relações entre os resultados do experimento e a sustentação das hipóteses elaboradas, ação que auxilia o aluno no aprendizado da argumentação.

O grupo 3 sugeriu a realização do experimento 2 (momento 1) na introdução da aula, sendo essencialmente de caráter demonstrativo. Para o momento 3, a proposta do grupo foi a de lançar aos alunos uma questão com contextualização do tema para reflexão e posterior discussão sobre o experimento em sala. Entretanto, o grupo não explicou como seria a utilização do experimento e qual o seu papel na investigação que os alunos realizariam.

Para o experimento 2 (momento 1), o grupo 4 sugeriu um teste inicial utilizando os sentidos (no caso descrito, o tato) para os alunos elaborarem hipóteses e posteriormente realizarem o experimento, indicando os resultados em um relatório para discussão em sala. Para o mesmo experimento no momento 3, o grupo propôs uma atividade em que o experimento seria realizado no início para depois serem formuladas hipóteses sobre o que está acontecendo. Não houve uma situação problemática lançada para a atividade, ação que sugere a utilização do experimento apenas para observação e interpretação do fenômeno pelos alunos.

O grupo 5 sugeriu para o experimento 2 (momento 1) uma atividade de demonstração sobre o conceito de densidade, não deixando claro na resposta se existe um roteiro prévio para realização do experimento. Para o momento 3, o grupo indicou que os alunos realizariam o experimento e, ao término, responderiam algumas questões para identificar eventuais dúvidas. Não ficou claro na resposta do grupo se o experimento seria contextualizado e se haveria uma situação investigativa para que os alunos pudessem utilizá-lo para formular hipóteses.

Em relação à questão geral – *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências?* –, realizou-se o mesmo processo de análise. O Quadro 15 mostra as respostas elaboradas pelos grupos no momento 1 (Apêndice VI) e no momento 3 (Apêndice IX) para possibilitar um comparativo nas ideias apresentadas pelos grupos após as discussões sobre a NdC.

Grupo	Parte 1 (momento 1)	Parte 2 (momento 3)
1	*Tornar o ensino atraente; construção pessoal do método científico; alegria; comprovar a observação e a hipótese; desmistificar conceitos pseudo-históricos, científico e social; socialização; desenvolvimento de habilidades variadas.*	*Trazer para perto conceitos abstratos do ensino de ciências, desmistificar o fazer ciência, verificar que não há um método científico padronizado, linear e utópico e desenvolver habilidades cognitivas e motoras relacionadas à investigação de fenômenos.*
2	*Permitir a visualização dos fenômenos científicos saindo da abstração, cotidianizando a ciência. A ciência deixa de ser um conteúdo monótono da página de um livro e passa a ser algo dinâmico pertencente à sua vida, e mais que isso permitindo ao aluno levantar suas hipóteses, desenvolvendo o senso crítico e se tornando o protagonista do processo.*	*Demonstrar de maneira lúdica os conceitos apresentados:* • *propor investigação científica de forma coletiva;* • *ilustrar a importância da cooperação da comunidade científica.* • *desmistificar o método científico, mostrando que experimentação descontextualizada não leva a resultados.*
3	*Aproximar o aluno da ciência, facilitando sua compreensão na matéria, pois a aula sai da teoria e vai para a prática.*	*Os experimentos servem para aproximar o cotidiano do aluno da ciência, demonstrar o conceito, promover discussões a respeito dos fenômenos observados e, dessa forma, auxiliar a compreensão do aluno sobre o conteúdo abordado.*
4	*Despertar a curiosidade científica dos alunos, fazer com que eles vivenciem os fatos científicos e desmistificar a figura do cientista.*	*Aproximar o aluno do fazer ciência, dar significado a fórmulas e teorias. Instigar a curiosidade científica e a formulação de raciocínio lógico.*
5	*As atividades experimentais fazem com que os alunos consigam interagir com o conteúdo teórico aplicado em sala, além de facilitar o entendimento do aluno a determinado conteúdo. Com essa interação o aluno pode observar todos os pontos importantes sobre o conteúdo e discutir de forma mais fácil suas possíveis dúvidas.*	*Para nós, a presença de atividades experimentais em aulas representa uma forma ilustrativa de explicar os fenômenos científicos, sendo para os estudantes um meio de compreender de maneira física e visual, facilitando assim o aprendizado. Além disso, esses experimentos despertam muito interesse por parte dos alunos, de forma que eles passam a trabalhar em grupo para apontar soluções e resolver os problemas que envolvem o experimento apresentado.* *Outro ponto positivo seria que a realização destes experimentos mostra a importância da observação e experimentação no processo de construção do conhecimento científico.*

Quadro 15 – Respostas à pergunta geral – *Para o grupo, qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências?* (momentos 1 e 3)

O grupo 1 destacou, na primeira etapa, que as atividades experimentais servem para *comprovar a observação e a hipótese*, por um lado, e *desmistificar conceitos pseudo-históricos, científico e social*, por outro, resposta que sugere certa percepção sobre o experimento como parte do processo de construção do conhecimento científico. Na segunda etapa, a resposta do grupo sugere uma reformulação da ideia inicial, no sentido de entendimento de que o método científico padronizado não é o único modo de construção do conhecimento científico, além de citar a investigação como ação importante no desenvolvimento de habilidades.

O grupo 2 enfatizou a importância do trabalho coletivo (o que ocorre com a comunidade científica) e também o entendimento de que o método científico de modo rígido não é eficaz, como é possível notar no trecho [...] *desmistificar o método científico, mostrando que experimentação descontextualizada não leva a resultados.*

As respostas apresentadas pelos grupos 3 e 5, na primeira etapa, foram consideradas mais positivistas, com indicações de que as atividades experimentais serviriam para proporcionar uma aproximação entre teoria e prática, mas não no sentido de articulação entre elas, ou ainda para comprovar o que foi estudado na teoria, como é possível identificar nos trechos: [...] *pois a aula sai da teoria e vai para a prática* (grupo 3) e [...] *os alunos consigam interagir com o conteúdo teórico aplicado em sala* (grupo 5). Na segunda etapa, o grupo 3 mencionou a importância de promover discussões com os alunos a respeito dos fenômenos observados, mas não fica clara uma proposta de articulação entre a teoria e a prática. Já o grupo 5 apontou que as atividades experimentais são ilustrativas no sentido de facilitar o aprendizado. Porém, não houve uma indicação de que elas são importantes para auxiliar a formulação de hipóteses.

As respostas do grupo 4 mostram que não houve significativa alteração de pensamento do grupo, entre a primeira e a segunda etapas, que focalizou a ideia de que as atividades experimentais despertam a curiosidade científica no aluno.

A reflexão geral que se faz desta atividade realizada com os licenciandos é de que a discussão sobre o papel do experimento na ciência e nas aulas de ciências, considerando-se respostas provenientes de professores em formação, deve ser contínua. Entende-se que o processo de reformulação de ideias não ocorreu apenas com uma atividade desenvolvida. Esse processo é dinâmico e será resultado de outras atividades que envolvam o assunto, realizadas no decorrer da graduação e após seu término, já na ação profissional. Contudo, foi possível notar um esforço no sentido da compreensão sobre a utilização destas atividades no ensino.

4.6. Momento 4 – Produção de sequências didáticas

O referido momento corresponde à etapa final da UC. A produção das sequências didáticas (SD) pelos participantes foi de especial relevância para a pesquisa, pois, além de os licenciandos colocarem em prática os conceitos e estratégias aprendidos em disciplinas como didática e metodologia de ensino, as SD também representam o fechamento de todas as atividades anteriores realizadas na UC. O objetivo foi identificar se os licenciandos refletiram e construíram conhecimentos sobre a natureza da ciência e se essas visões se refletem de alguma forma nas atividades de ensino que elaboraram.

Essa atividade consistiu em cada licenciando elaborar uma SD, com tema de sua escolha, contemplando sua área de conhecimento. As orientações sobre a construção das SD foram devidamente divulgadas aos participantes na forma escrita (Apêndice XI) e também durante os encontros. Eles poderiam planejar sua sequência para até quatro aulas, para que houvesse uma padronização dos trabalhos.

De acordo com Zabala (1998, p. 18), unidades didáticas ou unidades de intervenção pedagógica constituem “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”.

Nesse contexto estão as sequências de atividades de ensino e aprendizagem ou sequências didáticas, “que são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática” (ZABALA, 1998, p. 20). Pais (2002, p. 102) indica que “Uma SD é formada por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem”. O motivo pelo qual, nesta etapa, escolheu-se como atividade a produção de uma SD foi justamente para oferecer aos licenciandos a oportunidade de refletirem sobre todo o conhecimento construído ao longo da UC e de outras disciplinas e colocá-lo em prática, por meio da elaboração de diferentes estratégias de ensino para compor sua atividade pedagógica.

4.6.1. Análise das sequências didáticas planejadas

Ao todo foram analisadas 19 sequências didáticas entregues pelos participantes no último encontro. Foi possível perceber que os licenciandos, de forma geral, elaboraram suas SDs com empenho e critérios. Após a leitura das atividades entregues, foi realizada a categorização a partir da análise das SDs (Tabela 8), apresentada da seguinte forma:

- referência aos temas da natureza da ciência: nessa categoria foi verificado se o licenciando, em sua atividade planejada, fez referência aos processos de construção do conhecimento científico, ao trabalho do cientista e à relação entre ciência e sociedade, como também se consegue, por intermédio das situações propostas, apresentar conceitos e discussões relacionadas à natureza da ciência;
- utilização de atividades práticas: categoria proposta considerando o pensamento de Hodson (1994), em que ele classifica uma atividade prática como sendo aquela em que o aluno participa de forma ativa. Nesse grupo estão as atividades experimentais, jogos, estudo de casos, leituras com debates, desenhos, imagens, entre outras. Bassoli (2014, p. 583) indica que atividades experimentais com caráter investigativo são aquelas que exigem do aluno um alto grau de participação, sendo que "esse tipo de atividade estimula, ao máximo, a interatividade intelectual, física e social, contribuindo, sobremaneira, para a formação de conceitos."

Segundo Sasseron (2013), diversas interações ocorrem durante uma investigação: entre pessoas, entre pessoas e seus conhecimentos prévios, entre pessoas e objetos, contribuindo para o desenvolvimento de quem participa ativamente da atividade. Nessa categoria foi verificado se o licenciando planejou atividades práticas com abordagem investigativa, característica muito discutida durante os encontros da UC, ou utilizou atividades práticas com outras abordagens.

Tabela 8 – Categorização proposta para as SD

Categorias	Licenciandos
Referência aos temas da natureza da ciência na SD	
Há referência nos objetivos, mas não aparece de forma clara na SD	1, 7, 16
Há referência nos objetivos e aparece de forma clara na SD	2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12,13, 14, 15, 17, 18, 19, 21
Não há referência na SD	20
Utilização de atividades práticas na SD	
Atividades práticas de caráter não investigativo	1, 4, 5, 7, 15, 16, 19, 20, 21
Atividades práticas de caráter investigativo	2, 6, 9, 10, 11, 12,13, 14, 17,18

Em relação à primeira categoria, 15 licenciandos fizeram referência aos temas da natureza da ciência em suas SDs, o que fica evidente na trajetória proposta em

cada sequência. Diversas foram as maneiras pelas quais os licenciandos sugeriram, em suas SDs, a abordagem dos temas vinculados à natureza da ciência. Em uma análise geral, alguns pontos relevantes foram indicados nas SDs, vinculados aos assuntos discutidos durante a UC (Quadro 16). Optou-se por utilizar as SDs que fazem referência aos temas da natureza da ciência, apresentando de forma clara na trajetória descrita.

Licenciandos	Considerações sobre a SD
2	A proposta incentiva a investigação, *ressalta a validade e a importância do erro* nas etapas de formulação de um novo conhecimento.
4	Indicação da *ciência como atividade humana*, a necessidade de *evitar visões distorcidas da ciência*, o trabalho com episódios históricos, mostrando uma *ciência construída em contexto histórico*.
5	Discussão sobre *ciência e sociedade*, utilização de episódio histórico para o entendimento de uma *ciência construída em contexto histórico*.
6	Incentivo à ideia de *construção coletiva da ciência*, *influência da comunidade científica no trabalho do cientista.*
9	Destaque para a ideia de *ciência e tecnologia como construções humanas*.
10	Indicação de que o *processo científico é uma construção humana*, *passível de erros*; incentivo ao debate dessas questões.
11	Destaque para a *ciência como construção humana*, repleta de dificuldades.
12	Destaque para a ideia de que *não há um método científico único* e que a *ciência foi construída em um contexto histórico, social e cultural*.
13	Indicação das *influências externas sobre o trabalho do cientista* e a *construção de uma teoria se dá em um processo colaborativo*.
14	Utilização de episódios históricos para o entendimento *do processo de construção da ciência.*
15	Indicação de que o *conhecimento é construído em um contexto social por seres humanos*; programação de atividades com *abordagem histórica da ciência.*
17	Proposta com estudo de caso, objetivo de mostrar que o processo de construção da ciência se dá por *criatividade, tentativa, erros e acertos* e acontece de modo *coletivo*.
18	Destaque para o papel das *diferentes influências sobre o trabalho da ciência*.
19	Proposta de atividade para reconhecer que *o cientista não é um "gênio isolado"*, mas sim um *"figurante social comum",* como o licenciando relata.
21	Destaque para a reflexão sobre o *papel do cientista na sociedade* e a importância do *processo colaborativo na construção da ciência*.

Quadro 16 – Pontos em destaque nas SDs que envolvem aspectos da NdC

É evidente a preocupação que os licenciandos tiveram ao destacar esses pontos em suas atividades pedagógicas. As estratégias propostas estão vinculadas a esses pontos. A SD do licenciando 17, da área de habilitação biologia, serve como referência para essa discussão. Sua atividade pedagógica foi elaborada a partir de uma situação problema. Uma pesquisadora amiga do licenciando enviou um *e-mail* fictício aos alunos, contando que encontrou um fóssil desconhecido e, a partir desse ponto, os alunos são envolvidos para fazer uma investigação e ajudar a pesquisadora a resolver o problema. O destaque se dá pela forma como o licenciado procurou envolver os alunos, ressaltando que a ciência é um processo colaborativo e que a construção do conhecimento acontece em meio a erros e tentativas. A SD do licenciando 21, apesar de fazer referência aos pontos indicados no Quadro 16, apenas limitou-se a repetir algumas das atividades utilizadas na própria UC. É compreensível, nesta análise, que cada licenciando procurou utilizar estratégias que para ele foram significantes e cada um trabalhou dentro de seu próprio limite, processo este que faz parte de sua formação como professor.

Na segunda categoria, todos propuseram a realização de atividades práticas, sendo abordagens investigativas foram utilizadas por dez licenciandos (2, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18). Entre as atividades propostas estão as experimentais, jogos didáticos, estudo de casos e estudo de campo. Nesta etapa os alunos diversificaram as atividades investigativas.

Finalmente, apesar de não ter sido solicitado nenhum parecer sobre a atividade de elaboração de SD, o licenciando 14 manifestou que reconhece o benefício que a atividade trouxe em sua formação inicial, fato que enriquece a importância desta atividade proposta na UC.

4.6.2. Análise do questionário final

O referido questionário, aplicado no último encontro da UC, foi composto por questões estruturadas subdivididas em duas partes, sendo a primeira com o objetivo de avaliar a disciplina (sua sequência, as atividades planejadas e as impressões dos licenciandos participantes) e a segunda visando avaliar os conceitos estudados na UC (Apêndice X).

A análise da segunda parte do instrumento se deu a partir de questionário estruturado com questões abertas. Foram selecionadas cinco afirmações do instrumento aplicado no primeiro encontro – atividade 1a (Apêndice III), as quais foram transformadas em perguntas. Tais afirmações remetiam-se às ideias sobre conhecimento científico e trabalho do cientista e compõem o primeiro bloco de análise.

Para analisar as respostas utilizou-se como critério a mesma classificação já indicada no item 4.3.1. As intenções das respostas podem apresentar uma tendência empírica, quando se considera um conjunto de enunciados universais, fortemente baseados na observação e experimentação (em uma perspectiva indutivista), ou uma tendência construtiva, quando se entende que o conhecimento é fruto da atividade humana e baseado em hipóteses que podem sofrer alterações, em uma perspectiva mais racionalista (MARTORANO, 2007). Nessa análise, considerou-se que a tendência de resposta mais construtiva está relacionada à compreensão do processo de construção da ciência mais próximo daquilo que a comunidade científica entende como consensos sobre a natureza da ciência, apesar de se entender e respeitar que existem diferentes formas de entendimento sobre esse processo.

Para efeito de análise dos dados coligidos pelo primeiro instrumento (Apêndice III) e na avaliação final – parte 2 (Apêndice X), optou-se por gerar duas categorias nomeadas: concordância, formada pelas respostas “concordo” e “concordo parcialmente”; e discordância, formada pelas respostas “discordo” e “discordo parcialmente”. Para as afirmações com caráter mais empírico, as concordâncias foram classificadas como de tendência empírica e as discordâncias como de tendência construtiva. Da mesma forma, para as questões de caráter mais construtivo, classificaram-se as concordâncias como de tendência construtiva e as discordâncias como de tendência empírica.

Como já descrito anteriormente, para essa análise foram selecionadas cinco questões que remetem à ideia sobre o conhecimento científico e o trabalho do cientista:

T1 – *Você considera que o conhecimento científico é o conhecimento provado?*

T2 – *A evolução da ciência se dá por meio de acumulação sucessiva de teorias verdadeiras?*

T3 – *Teorias científicas são derivadas, de um modo rigoroso, de fatos adquiridos pela observação e experimentação?*

T4 – *Você considera que o conhecimento é construído com base em teorias que orientam uma observação?*

T5 – *Uma investigação científica deve começar por uma rigorosa observação do fenômeno que se estuda?*

O Gráfico 4 apresenta uma comparação de respostas entre o primeiro instrumento (Apêndice III) e a avaliação final – parte 2 (Apêndice X).

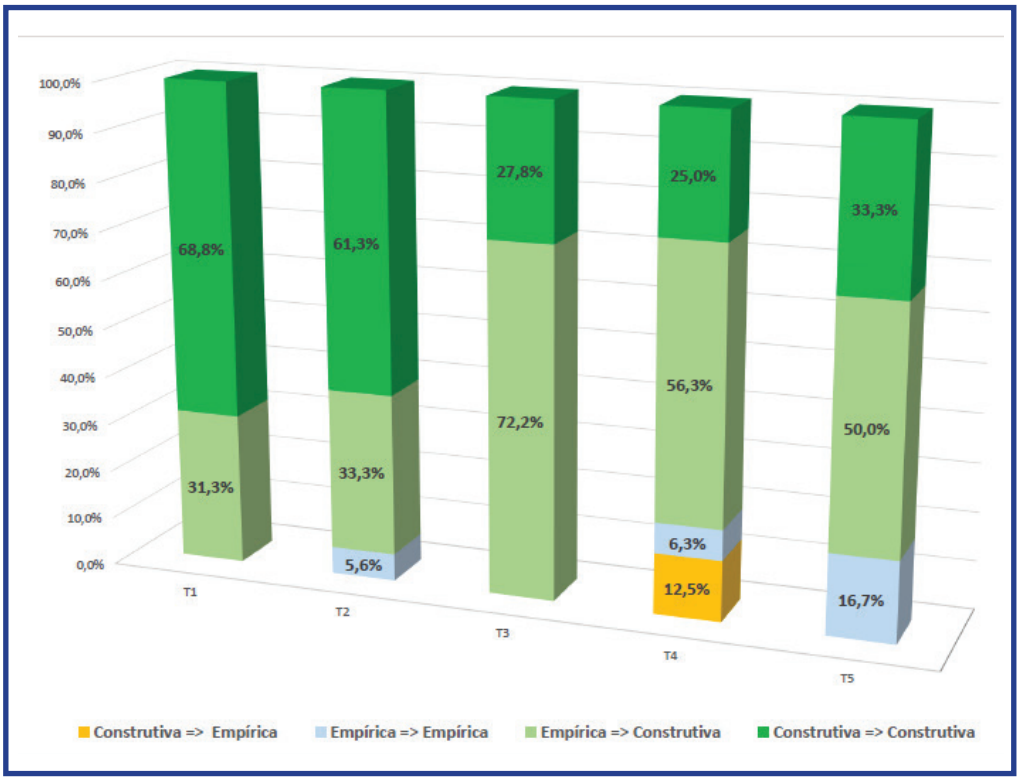


Gráfico 4 – Tendência de respostas entre instrumento 1a e avaliação final

O Gráfico 4 mostra que, para T1, 69% dos licenciandos já haviam apresentado respostas com tendência construtiva e na avaliação final essa situação permaneceu, enquanto 31% inicialmente apresentaram uma resposta com caráter mais empírico e, na avaliação final, indicaram uma tendência mais construtiva. Como exemplo, citam-se as respostas dos licenciandos 6 e 16 (Quadro 17).

Licen-ciandos	Instrumento inicial	Avaliação final
6	*Estou propenso a discordar. O conhecimento científico não é constituído apenas por fatos, mas também por hipóteses.*	*Não. Nem sempre o conhecimento científico consegue ser provado, diversas vezes ele fica apenas como uma teoria que é aceita por grande parte da comunidade científica.*
16	*Estou propenso a concordar. Há conhecimentos científicos ainda não provados.*	*Não, o conhecimento científico é estudado e aderido, contudo, com o avanço da tecnologia e dos estudos e com as mudanças, mutações que ocorrem em tudo, haverá a renovação deste conhecimento. Portanto pode ser provado, mas não sabemos daqui pra frente o que os avanços da tecnologia podem nos trazer, e como o universo e o planeta reagirão às mudanças, às evoluções.*

Quadro 17 – Exemplos de respostas para T1 – *Você considera que o conhecimento científico é o conhecimento provado?*

O licenciando 6 considera que o conhecimento científico é gerado por hipóteses e que as teorias são apresentadas e podem ser aceitas ou não. Suas colocações sugerem uma tendência mais construtiva. Na comparação das respostas do licenciando 16, é possível notar que na avaliação final a questão da "prova" não é tão rígida quanto na justificativa inicial, o que sugere uma reflexão sobre o tema por parte do licenciando.

Em relação à T2, o panorama de comparação é semelhante à T1. No Gráfico 4, observa-se que 61% dos licenciandos apresentaram respostas com permanência de uma tendência mais construtiva, enquanto 33% mostraram alteração no perfil de respostas. Além disso, 5,6% apresentaram uma tendência de resposta mais empírica no instrumento inicial e esta situação permaneceu na avaliação final. O Quadro 18 traz as respostas dos licenciandos 1 e 5.

Licen-ciandos	**Instrumento inicial**	**Avaliação final**
1	*Estou propenso a concordar. Estudos que não criaram teorias também podem ser somados na história da ciência.*	*Não apenas das teorias supostamente ditas verdadeiras, mas leva-se em conta também as que foram classificadas como falsas, deve-se levar em conta todas as hipóteses.*
5	*Discordo. Não há teoria verdadeira, mas a que atualmente descreve os fatos/fenômenos.*	*Não. Uma porque não há teoria verdadeira. Ela pode ser modificada caso um novo cientista apresente uma nova proposta e outra que não há acumulação sucessiva* (grifo do licenciando).

Quadro 18 – Exemplos de respostas para T2 – *A evolução da ciência se dá por meio de acumulação sucessiva de teorias verdadeiras?*

O licenciando 1 reformulou sua concordância inicial. Na avaliação final ele indicou que hipóteses devem ser levadas em conta na construção da ciência. As respostas do licenciando 5 sugerem um perfil de pensamento com uma tendência construtiva, no sentido de indicar que as teorias são propostas para explicar fenômenos e que podem sofrer modificações.

Para T3 é possível observar que 72% dos licenciandos registraram respostas, no instrumento inicial, classificadas como tendência mais empírica e, na avaliação final, considerados de tendência mais construtiva, uma mudança relevante nessa análise. A afirmação/questão coloca a observação e experimentação no foco central da construção do conhecimento científico, uma ideia com tendência mais empírica. O Quadro 19 mostra as respostas dos licenciandos 13, 17 e 19.

Licen-ciandos	Instrumento inicial	Avaliação final
13	*Concordo. A partir da observação e da experimentação chegam a fatos que provam, discordam ou levantam outras hipóteses sobre o evento estudado. E a partir disso, pode-se postular teorias para explicar o mesmo.*	*Não. Existem vários exemplos de teorias e outros resultados científicos que ocorreram a partir de acidentes, como a descoberta da penicilina por exemplo. Além do que nem tudo na ciência é experimentado (ex.: Big Bang) e que também há uma concepção prévia por parte do cientista como toda a bagagem de vida, sentimentos, teorias e afins.*
17	*Concordo. Há todo um processo para se chegar a uma teoria e com certeza a observação e experimentação são indispensáveis.*	*Não, apesar de importante esse modo rigoroso, o método científico não é a única, nem a forma mais correta e desprovida de falhas na construção de teorias científicas.*
19	*Discordo. Pode não haver experimentação numa teoria.*	*Não. As teorias científicas são advindas, também, de hipóteses (que podem ser comprovadas ou não por meio da observação e/ou experimentação). Existe sim o rigor científico, porém, não se dá de forma única na construção de teorias.*

Quadro 19 – Exemplos de respostas para T3 – *Teorias científicas são derivadas, de um modo rigoroso, de fatos adquiridos pela observação e experimentação?*

O licenciando 13 apresentou respostas significativas nesse processo de reformulação, entendendo que o cientista traz concepções prévias em sua mente, fruto das experiências anteriores, sendo que isso influencia o modo como faz ciência. O fato de ter citado a descoberta da penicilina como acidental pode ser fruto de seu aprendizado anterior, que foi resgatado no momento da formulação da resposta. O cientista não procurava essa substância especificamente, mas, no meio do processo de análise de bactericidas, acabou observando e interpretando novas possibilidades, o que é essencial no processo de fazer ciência.

Inicialmente o licenciando 17 atribuiu grande importância à observação e experimentação no processo de construção do conhecimento. Em seu comentário final, ele relata o entendimento sobre o fato de não existir um método único e certo para produção de conhecimento e que esse processo é sujeito a falhas.

O licenciando 19 apresentou respostas classificadas como tendência construtiva nos dois instrumentos. Entende-se que o licenciando interpreta a necessidade de

se ter um método para estudar um fenômeno, mas não é único e nem rigoroso (em uma perspectiva mais indutivista).

Na afirmação/questão T4, observa-se no Gráfico 4 que 56% das respostas com tendência mais empírica, no instrumento inicial, passaram a ser classificadas como tendência construtiva, na avaliação final. O Quadro 20 traz as argumentações do licenciando 11.

Licen-ciando	Instrumento inicial	Avaliação final
11	*Discordo. Acredito que a observação antecede a criação de teorias.*	*De certa forma sim, mesmo que as teorias possam estar erradas.*

Quadro 20 – Respostas do licenciando 11 para T4 – *Você considera que o conhecimento é construído com base em teorias que orientam uma observação?*

No instrumento inicial a justificativa do licenciando sugere uma forma mais rigorosa de entendimento sobre o método científico. Já na avaliação final, apesar da concordância com a questão, parece não haver a compreensão de que a elaboração de teorias são tentativas de explicação. Nesse sentido, não há teorias "erradas".

Finalmente, na afirmação/questão T5, 50% das respostas apresentadas com tendência empírica, no instrumento inicial, passaram a ser classificadas como tendência construtiva, na avaliação final. As respostas do licenciando 18 se enquadram nessa classificação (Quadro 21).

Licen-ciando	Instrumento inicial	Avaliação final
18	*Concordo. Para explicar um determinado fenômeno devemos conhecê-lo muito bem.*	*Não. Primeiro uma fundamentação teórica para basear uma hipótese, para poder proporcionar uma observação mais "ampla" e melhor direcionada.*

Quadro 21 – Respostas do licenciando 18 para T5 – *Uma investigação científica deve começar por uma rigorosa observação do fenômeno que se estuda?*

As respostas do licenciando 18 no instrumento inicial e na avaliação final apontam para uma reformulação na ideia de observação de um fenômeno: ela é importante, porém, não ocorre de forma isolada.

No conjunto das cinco questões, a análise dos resultados indica uma mudança nas visões dos licenciandos sobre o processo de construção do conhecimento científico. Principalmente nas respostas apresentadas nas avaliações finais, existe uma flexibilidade maior em relação ao método científico como processo do fazer ciência, mas considera-se também que a reformulação de visões apresentadas no instrumento representa um início que pode gerar futuramente na mente de cada licenciando uma reflexão em um nível mais profundo.

O segundo bloco de análise é composto pelas questões 7 e 8 da avaliação final. As respostas foram analisadas e comparadas com os instrumentos da atividade 1b, nas representações relativas ao processo de construção do conhecimento científico e o trabalho do cientista.

- Questão 7 – *Como você entende a construção do conhecimento científico*?
- Questão 8 – *Como você descreveria o trabalho do cientista*?

As respostas registradas na questão 7 indicam pontos que sofreram modificações. A percepção inicial presente nas visões de alguns licenciandos sobre um método científico rigoroso e sequencial não apareceu em nenhuma das 19 respostas analisadas, comparando com a categorização realizada na atividade 1b para as representações sobre a construção do conhecimento científico, na qual sete licenciandos indicaram que esse processo ocorre essencialmente pelo método científico (Tabela 3). Tal percepção aparece em respostas como as apresentadas a seguir.

- Licenciando 6: *Ainda possuo dificuldades em entender sua construção, mas sei que para construí-lo não é necessário seguir o método científico à risca*.

O reconhecimento de ter dificuldades para entender como se dá esse processo pode ser relevante para que o licenciando busque um aprofundamento teórico, atitude que auxiliará sua construção de significados.

- Licenciando 10 – *Na minha opinião acho que o conhecimento científico não é construído de forma linear e nem é embasado em um método científico estático e rigoroso, mas sim, muitas vezes, o pesquisador vai e volta em vários aspectos, erra, até chegar em um conhecimento plausível*.

Outro ponto relevante foi a questão de a atividade científica ser fruto da construção humana e, portanto, sujeita a diferentes influências. As respostas a seguir são exemplos dessa discussão.

- Licenciando 17 – *Como um processo dinâmico, coletivo, direcionado e influenciado por fatores sociais, não linear ou progressista*.
- Licenciando 20 – *Eu entendo como uma construção humana com a participação de várias pessoas e influenciada por muitos fatores*.

Em relação à questão 8, as respostas apontam para a ideia de que o cientista é um ser social que, por meio de seu trabalho, busca explicações para os fenômenos presentes na vida do ser humano. Há respostas que salientam que o trabalho do cientista deve trazer benefícios para a sociedade, ideias presentes na análise da atividade 1b (Tabela 2), na qual oito licenciandos consideram a ciência uma área de conhecimento que produz benefícios para o homem. A categorização da atividade 1b relativa ao trabalho do cientista (Tabela 4) indica que cinco licenciandos entendem o cientista como o profissional que faz descobertas e prova teorias. Essa referência, entretanto, não aparece nas respostas apresentadas para a questão 8, o que sugere uma possível reformulação na visão inicial sobre o cientista. As citações a seguir ilustram as considerações anteriores.

- Licenciando 7 – *O cientista é aquele que trabalha para entender a ciência, compreender a natureza e a partir disso trazer algum benefício para a humanidade*.
- Licenciando 9 – *Como qualquer outro trabalho, rotina, erros, acertos, busca por informações e possíveis resultados positivos e negativos*.

A justificativa do licenciando 9 relaciona-se com o fato de o cientista não ser infalível nem isolado da sociedade e que seu trabalho integra sua própria criatividade, podendo resultar no que espera ou não (hipóteses).

- Licenciando 10 – *O cientista, pessoa que participa ativamente da sociedade, trabalho em prol da mesma. Nenhum cientista faz pesquisa só por si próprio, mas para beneficiar de alguma maneira esta sociedade da qual ele também faz parte*.

O licenciando 10 reconhece que o trabalho do cientista sofre influência da sociedade da qual ele é membro, da mesma forma como aponta o licenciando 11 em sua resposta: *Um trabalho feito com um grupo de pessoas, no qual determinadas pesquisas são orientadas pela sociedade*.

O conjunto das respostas apresentadas pelos licenciandos nos dois blocos analisados para esse instrumento (avaliação final – parte 2 – Apêndice X) aponta para uma reformulação nas visões iniciais registradas nos instrumentos aplicados no primeiro dia da UC, passando para uma tendência mais construtiva, apesar de algumas respostas ainda contenham ideias que reportam a uma tendência empírica. Entretanto, isso não significa que o licenciando não tenha agregado um novo conhecimento; ao contrário, suas ideias poderão sofrer reformulações futuras, fruto de suas novas reflexões individuais e daquelas que compartilhou nas discussões do grupo participante da UC.

5. DISCUSSÃO DO PROCESSO

Neste item pretende-se discutir como ocorreu o processo de reformulação de ideias e a influência que esta intervenção, por meio de uma UC, exerceu nas concepções dos licenciandos sobre a natureza da ciência, considerando três pontos já indicados: a construção do conhecimento científico; o trabalho do cientista; e a relação existente entre a ciência e a sociedade. Entende-se e espera-se que essa análise e seus resultados auxiliem e tragam contribuições para futuras reflexões no curso de Licenciatura em Ciências da Unifesp, bem como em outros cursos de licenciatura.

5.1. A trajetória construída pelos licenciandos

Entender como se deu a trajetória de construção de significados e eventuais alterações nas concepções dos licenciandos é parte essencial na presente pesquisa. Por meio desta análise, espera-se observar se ocorreu a apropriação da natureza da ciência pelos licenciandos, bem como o reflexo desta apropriação nas sequências didáticas elaboradas por eles. É importante ressaltar que não se pretendeu "rotular" o nível de alteração de cada licenciando, mas apenas analisar o processo, que não cessou quando a UC finalizou. Ao contrário, acredita-se que esse processo de reformulação e construção de novas ideias será contínuo e mais profundo, à medida que o futuro professor inicie suas atividades profissionais.

Para buscar o entendimento desse processo, optou-se por fazer a análise descrita a seguir. A partir das diferentes reflexões obtidas por meio dos instrumentos utilizados no decorrer da pesquisa (Quadro 22), foram compostas as possíveis trajetórias dos licenciandos.

Instrumentos	Localização
Instrumento 1a – aplicado no primeiro encontro da UC, no qual os licenciados foram convidados a pensar sobre aspectos da natureza da ciência.	Apêndice III
Representações do instrumento 1b – aplicado no primeiro encontro da UC, no qual os licenciandos foram convidados a refletir sobre os mesmos aspectos do instrumento 1a, porém representando suas concepções de formas diferentes (esquemas, desenho ou escrita).	Apêndice IV
Imagens utilizadas no instrumento 1c (parte 1 – momento 1) e atividade 2 (parte 2 – momento 3)	Apêndices V e VIII (respectivamente)
Avaliação final – parte 2	Apêndice X
Sequências didáticas entregues pelos licenciandos	Anexos III a XI

Quadro 22 – Instrumentos utilizados na construção das trajetórias dos licenciandos

Em um comparativo entre a tendência de cada licenciando na atividade 1a e na avaliação final, representado no Quadro 23 e consolidado no Gráfico 5, considerando as 13 afirmações que abordavam aspectos da construção do conhecimento científico e o trabalho do cientista (bloco 1), foi possível notar que, do total de 19 participantes que concluíram a UC, nove apresentaram respostas com tendência mais empírica e dez com tendência mais construtiva.

Se consideradas apenas as afirmações do instrumento 1a que possuem relação direta com as questões propostas na segunda parte da avaliação final, 11 licenciandos apresentaram respostas com tendência mais empírica e oito com tendência mais construtiva (bloco 2).

Licenciando	Bloco 1		Bloco 2	
	Atividade 1a	Avaliação final	Atividade 1a	Avaliação final
1	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
2	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
4	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva
5	Empírica	Construtiva	Construtiva	Construtiva
6	Construtiva	Construtiva	Empírica	Construtiva
7	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva
9	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva
10	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva
11	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
12	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
13	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
14	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva
15	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva
16	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
17	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
18	Empírica	Construtiva	Empírica	Construtiva
19	Construtiva	Construtiva	Empírica	Construtiva
20	Construtiva	Construtiva	Empírica	Construtiva
21	Construtiva	Construtiva	Construtiva	Construtiva

Quadro 23 – Tendência de respostas dos licenciandos entre o instrumento 1a e a avaliação final

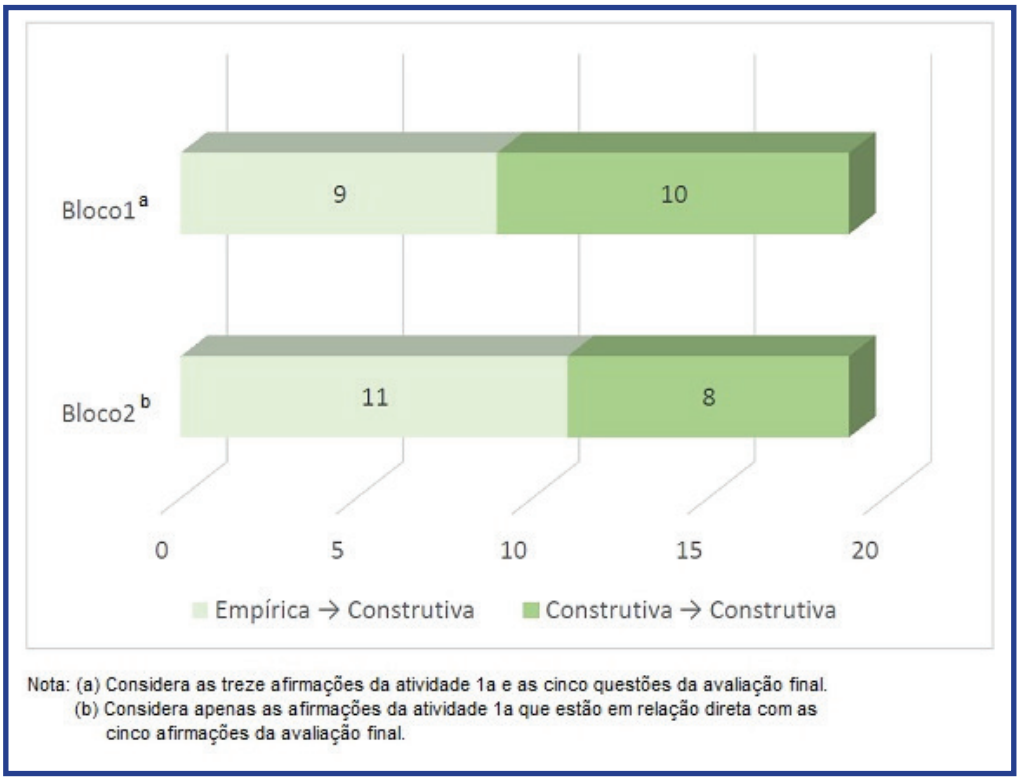


Gráfico 5 – Distribuição dos licenciandos segundo a mudança de tendências entre atividade 1a e avaliação final

A diferença do número de licenciandos com tendência empírica entre um bloco e outro, para o instrumento 1a, possibilita uma inferência para a variação de tendência apresentada nos Gráficos 2 e 3 (seção 4.3.1), ou seja, para alguns pontos da natureza da ciência os licenciandos não mostravam um pensamento único e definido, situação refletida nas respostas assinaladas. Na avaliação final (parte 2) todos os licenciandos registraram respostas com uma tendência mais construtiva, de acordo com a classificação do item 4.3.1. Entende-se que o resultado não é suficiente para afirmar o grau dessa apropriação e nem que ela promoverá mudanças imediatas nas atividades que os licenciandos irão propor quando estiverem efetivamente em atuação profissional, mas indica uma nova e relevante forma de olhar os aspectos da natureza da ciência, o que certamente auxiliará os futuros professores nessa mudança.

Para analisar e discutir a trajetória de construção de significados ao longo da UC, foram escolhidos os licenciandos que apresentaram inicialmente uma tendência mais empírica. A justificativa de tal escolha foi entender como se deu a trajetória de reformulação de ideias desses licenciandos, não desconsiderando, porém, as reflexões dos demais participantes, que também foram destacadas nos resultados.

Além disso, dada a diversidade de temas que envolvem a natureza da ciência, também foram focalizados os três fatores presentes em todo o processo: a construção

do conhecimento científico; o trabalho do cientista; e a relação entre ciência e sociedade.

Os licenciandos que inicialmente mostraram tendência empírica foram: 1, 2, 5, 11, 12, 13, 16, 17 e 18 (mesma numeração utilizada em todas as análises anteriores), que correspondem àqueles nove indicados no bloco 1 do Quadro 23. Optou-se por realizar e discutir a trajetória agrupando os licenciandos que registraram reflexões semelhantes durante a UC, identificadas a partir das respostas apresentadas nos diversos instrumentos já discutidos nos resultados. Assim, estão agrupados, na denominada trajetória 1, os licenciandos 1, 2, 11, 12 e 16 e, na trajetória 2 os licenciandos 5,13,17 e 18.

5.1.1. Trajetória 1

Como resultado de constantes observações no decorrer da UC, é possível afirmar que os licenciandos agrupados nessa trajetória apresentaram como característica semelhante a timidez para expor suas ideias perante a sala, mas participaram de todas as atividades propostas e expressaram suas reflexões de outras formas (escrita, representações, apresentação do seminário).

O Quadro 24 mostra um panorama geral sobre as respostas do grupo, no qual foram indicadas as principais reflexões que se destacaram.

Em relação à construção do conhecimento científico, o grupo inicialmente mostrou reflexões que destacaram o papel fundamental da observação dos fenômenos e a utilização do método científico de forma regrada e linear, em uma concepção mais empírica do fazer ciência. Na avaliação final, o grupo apresentou alterações nas repostas, citando, por exemplo, a importância de se conhecerem teorias já existentes ou de conhecimentos prévios.

No que diz respeito ao trabalho do cientista, os instrumentos 1c e atividade 2 (momento 3) foram importantes para analisar possíveis mudanças. Com o uso das imagens dos cientistas, foi possível notar que os licenciandos do grupo inicialmente reconheceram o estereótipo do cientista louco e solitário em seu trabalho. Além disso, alguns licenciandos apenas descreveram elementos das imagens, vinculando-as às técnicas específicas, como, por exemplo, ao trabalho dos biólogos. Em um segundo momento (atividade 2, momento 3) foi possível perceber que as reflexões apresentaram diferenças, tais como o entendimento de que o trabalho da ciência não ocorre apenas dentro de espaços específicos, como os laboratórios.

		Construção do conhecimento científico	Trabalho do cientista	Relação entre ciência e sociedade
Atividades	1a e 1b (momento 1)	Destaque para a necessidade de comprovação de teorias. Utilização do método científico de forma rígida (em sequência). Conhecimento construído a partir da observação de fenômenos.	O cientista observa, investiga, descobre; tem dúvidas e busca soluções. Em uma das representações o cientista é apresentado dentro do laboratório.	Reconhecimento sobre a influência da sociedade no trabalho do cientista, sendo ele um membro dela. A ciência serve à sociedade, por meio de suas descobertas e da busca de soluções para problemas presentes (caráter utilitarista da ciência).
	1c (momento 1)	Não houve imagem em relação direta com o item.	**Imagem 3** Reconhecimento do estereótipo do cientista em trabalho solitário, louco, desvinculado da sociedade. Dois licenciandos expressaram suas observações em uma visão simplista: um químico dentro de um laboratório realizando um experimento. **Imagem 4** Destaque ao aspecto técnico do trabalho do cientista. Quatro licenciandos fizeram referência exclusivamente ao trabalho de um biólogo.	**Imagem 6** O avanço científico vinculado ao futuro da humanidade. A reflexão principal diz respeito à conexão entre o homem e a tecnologia. Um licenciando questionou a ideia de vida fora da Terra.
	Atividade 2 (momento 3)	Não houve imagem em relação direta com o item.	**Imagem 3** Permanência do reconhecimento do estereótipo do cientista. Os licenciandos que inicialmente expressaram uma visão simplista do trabalho do cientista alteraram suas reflexões destacando, além do estereótipo já citado, a ideia de que o experimento não é primordial no processo de construção do conhecimento científico (contrapondo a visão indutivista da ciência).	**Imagem 6** A reflexão sobre conexão entre homem e tecnologia permaneceu. Crítica à visão de ciência como verdade absoluta. A dependência da ciência pela tecnologia. Não houve citações sobre o papel da sociedade nessa relação.

(continua)

(continuação)

		Construção do conhecimento científico	Trabalho do cientista	Relação entre ciência e sociedade
Atividades			**Imagem 4** O estereótipo do cientista como ser inteligente. Crítica à ideia de que trabalho científico é realizado apenas dentro do laboratório.	
	Avaliação final (momento 4)	Estudo, observação, testes com experimentos. A construção da ciência não é linear, sendo possível retornar a um conhecimento anterior. Ocorre de várias formas: vivência, estudo de teorias já existentes, observação da natureza. Não ocorre por meio de etapas rígidas (método científico); importância do conhecimento prévio; os experimentos não são previsíveis.	O cientista é alguém que busca explicações para fenômenos, seu trabalho é cheio de desafios e apresenta “prós e contras”.	Todos os licenciandos citaram que a sociedade exerce influência sobre o trabalho da ciência. A sociedade deve ter prioridade quando se faz ciência; os benefícios devem ser direcionados a ela, visando ao bem comum. A influência da sociedade sobre a ciência independe do uso de um método cientifico rígido ou não.

Quadro 24 – Reflexões dos licenciandos agrupados na trajetória 1

No que tange à relação entre ciência e sociedade, todos os licenciandos do grupo indicaram que o cientista é um membro da sociedade e recebe influência dela. Houve também a indicação de que a ciência serve à sociedade (em um caráter utilitarista da ciência) e que, por meio de suas técnicas, pode buscar soluções para os problemas sociais. O cientista estará sob essa influência, independentemente do modo como desenvolve seus estudos (utilizando um método científico rígido ou não). Na avaliação final, as reflexões dos licenciandos sugerem a permanência do caráter utilitarista da ciência, garantindo o bem-estar social. Cabe destacar que se entende a importância atribuída pela sociedade à produção de conhecimentos científicos que a beneficiem, entretanto, as produções da ciência não se limitam a essa função; ela produz conhecimento na busca por explicações para os diferentes fenômenos que ocorrem no mundo.

5.1.2. Produção das sequências didáticas – trajetória 1

As características gerais das sequências didáticas produzidas por todos os licenciandos participantes da UC já foram apresentadas no item 4.6.1. Aqui são analisadas, especificamente, as SDs elaboradas pelos licenciandos integrantes da trajetória 1, com o objetivo de identificar se houve um reflexo de suas concepções (já existentes ou construídas no decorrer das discussões realizadas na UC) sobre os temas enfocados em suas propostas.

- Licenciandos 1 e 16

Em suas SDs, os licenciandos fizeram referência a aspectos da NdC nos objetivos da atividade, porém, não foi possível notar, no desenvolvimento planejado, os meios pelos quais pretendiam atingir tais objetivos. Os licenciandos também sugeriram atividades práticas de caráter não investigativo. As SDs completas estão nos Anexos III e IV. Para exemplificar essa análise, segue o trecho da SD proposta pelo licenciando 1 referente aos objetivos gerais, cujo tema está relacionado ao combate à dengue.

Despertar a reflexão e o senso crítico dos alunos no que se refere à dengue, às formas de combate e prevenção, de forma com que o conteúdo abordado contribua no seu processo de formação e sua atuação como cidadão na sociedade. E que assim consiga visualizar e perceber visões distorcidas da Ciência existentes na sociedade e possa contribuir para a minimização de conceptualizações errôneas.

O trecho grifado indica a ideia sobre o processo de construção da ciência que o licenciando programou em sua SD. Houve proposta de discussão em sala, visando ao levantamento de ideias prévias dos alunos para a execução das demais atividades, o que pode ser um relevante indicativo das visões dos alunos. Entretanto, durante a execução planejada, não houve explicitação de como essas visões seriam discutidas com os alunos para minimizar os conceitos errôneos, como foi enfatizado pelo licenciando (Anexo III).

O licenciando 16 apresentou como proposta o desenvolvimento do conteúdo de bioquímica celular. Nos objetivos da SD constam itens referentes à natureza da ciência, como evidenciam os trechos selecionados a seguir (Anexo IV).

> *Promover conhecimento sobre os compostos orgânicos bem como carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos e vitaminas. Através destes, melhorar e valorizar o conhecimento dos alunos acerca da natureza da ciência, não só compreendendo uma série de fatos e leis da ciência, mas também ter conhecimentos sobre o modo como o conhecimento científico é construído e, ainda, sobre a natureza dos mesmos.*

[...]

Explicar sobre o método científico, o qual é usado de base na construção do conhecimento científico por muitos professores, contudo que traz visões distorcidas sobre este. Fazê-los superar a visão de ciência que considera o processo de produção de conhecimento científico como uma rígida sequência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta (método científico)

[...]

Onde as pesquisas são conduzidas por pessoas normais, que erram, acertam, possuem angústias e alegrias, pessoas que sentem.

As partes com grifo evidenciam a intenção do licenciando em discutir aspectos da natureza da ciência com seus alunos. Os pontos destacados foram evocados várias vezes no decorrer da UC e o licenciando refletiu seu entendimento sobre esses aspectos nos objetivos e também nas estratégias de ensino apresentadas em sua proposta. Entretanto, no processo de execução descrito na SD, algumas contradições dos objetivos se evidenciam, como, por exemplo, no item "atividades de avaliação" constante na SD do referido licenciando: *aula experimental centrada na observação de fatos (resultados experimentais) e comprovação da teoria.*

Nessa perspectiva, a atividade experimental proposta não está em concordância com os objetivos planejados.

- Licenciandos 2, 11 e 12

Em suas SDs, os licenciandos fizeram referência a aspectos da NdC e o desenvolvimento planejado apresentou elementos desses aspectos.

O licenciando 2 sugeriu o desenvolvimento do tema "sistemas fisiológicos e patógenos", a partir de atividades realizadas em grupos. No objetivo da SD, o licenciando destacou a importância do trabalho investigativo, conforme evidencia o trecho selecionado a seguir (Anexo V).

A sequência didática propõe que o aluno possa trabalhar seu âmbito investigativo através da pesquisa de dados, observação e organização desses dados. Embora o material estudado durante o semestre diga que a ciência nem sempre obedece a padrões impostos principalmente nos livros didáticos é regrada, a atividade propõe que o aluno se oriente da forma que achar conveniente, desenvolvendo uma espécie de trabalho científico, não há restrições de pesquisa, nem orientações de como fazer, podendo haver, portanto, algumas frustrações.

Considerando os trechos grifados, entende-se que o licenciando planejou uma atividade na qual o aluno apresente um papel ativo, pesquisando e elaborando ideias sobre o tema desenvolvido e que, durante esse processo, podem ocorrer frustrações. Contudo, o texto da SD precisaria ser reformulado, no sentido de indicar essa intenção de forma mais explícita. O trecho selecionado a seguir, retirado do item "estratégias de ensino", faz referência ao trabalho do cientista.

> *A visão construída da ciência genérica permite que haja um desinteresse pelo aprendizado, diante dos problemas e frustrações do aluno, sendo que se deve saber que isso faz parte do cotidiano do cientista e algumas descobertas foram feitas graças a essas frustrações.*

Novamente nota-se o desejo do licenciando em destacar o papel das tentativas no trabalho científico, por meio da atividade coletiva que propôs em sua SD. Entende-se que uma reformulação na escrita da sequência poderia esclarecer pontos que não ficaram tão evidentes, sendo que a atividade apresentou estratégias para atingir os objetivos intencionados.

O licenciando 11 propôs em sua SD o desenvolvimento do tema "tabela periódica" (Anexo VI). Nos objetivos, o último item evidencia aspectos relacionados à NdC, conforme o trecho selecionado:

> *Mostrar que os grandes inventores/pesquisadores/cientistas presentes na construção da ciência também tiveram dificuldades, evidenciando que estes não são muito diferentes e distantes dos alunos.*

As dificuldades às quais o licenciando se refere apontam para a ideia de que a construção da ciência é humana e sujeita a falhas. No item "estratégias de ensino", novamente o licenciando salienta essa preocupação quanto ao entendimento por parte do aluno de que a construção do conhecimento científico envolve dificuldades e que esse processo não é sequencial e nem infalível:

> *Descrever quem e como criou-se a tabela periódica, evidenciando as dificuldades vividas por Dmitri Mendeleiev e sugerir que muitos desses grandes cientistas também passaram por dificuldades, abandonando as visões romantizadas que são passadas.*

A expressão "visões romantizadas" sugere uma crítica às histórias que, por diversas formas, são descritas nos livros didáticos e que promovem a ideia de uma ciência pronta e livre de obstáculos, dúvidas e incertezas em sua construção. A SD, de modo geral, apresenta momentos de exposição de teoria em conjunto com a atividade prática de reconhecimento de elementos químicos utilizados em materiais do cotidiano.

Finalmente, o licenciando 12 sugeriu uma SD cujo tema se relaciona com o conceito de biosfera e origem da vida (Anexo VII). Em seus objetivos, o licenciando enfatizou a ideia de desenvolver com seus alunos o entendimento sobre o método científico e a influência de fatores históricos e sociais sobre a construção da ciência, conforme o trecho a seguir.

> *Favorecer a curiosidade científica dos alunos; possibilitar ao aluno a apropriação do conhecimento; promover a autonomia; explicitar a visão de ciência sem a obrigatoriedade de um método científico algorítmico, infalível e imutável e de uma ciência mais humana, histórica e social.*

No item "conteúdo", o licenciando descreve as etapas de sua SD, nas quais se evidencia o objetivo acima destacado. O experimento sugerido foi planejado para auxiliar os alunos na elaboração de hipóteses sobre o tema da SD. A pesquisa sobre a biografia de alguns cientistas, solicitada pelo licenciando na SD, sugere desenvolver a percepção de seus alunos em relação à influência dos fatores históricos e sociais sobre a construção da ciência.

A partir da análise das respostas dos diversos instrumentos, algumas concepções iniciais sobre os temas discutidos permaneceram nos licenciandos do grupo. Adicionalmente, foi possível perceber dificuldades por parte de alguns licenciandos em interligar os objetivos almejados com as estratégias propostas. Entretanto, entende-se que o desenvolvimento de reformulações ocorrerá em um período mais longo do que o programado para a UC. A alteração de uma representação interna construída pelo indivíduo ao longo de sua trajetória de vida não é um processo simples e imediato. Considera-se que importantes alterações de pensamentos do grupo ocorreram no período da UC, panorama que funciona como incentivo aos licenciandos para a continuidade do estudo dos temas desenvolvidos na eletiva.

5.1.3. Trajetória 2

A construção dessa trajetória ocorreu da mesma maneira que a anterior. Os licenciandos foram agrupados de acordo com as reflexões apresentadas nos instrumentos de coleta e apresentaram como característica maior interação com os demais participantes, explicitando verbalmente suas ideias no decorrer das discussões, especialmente o licenciando 17, que compartilhou suas ideias diversas vezes. O Quadro 25 mostra um panorama geral sobre as respostas do grupo, sendo indicadas as principais reflexões que se destacaram nas respostas dos licenciandos.

		Construção do conhecimento científico	Trabalho do cientista	Relação entre ciência e sociedade
Atividades	1a e 1b (momento 1)	A construção do conhecimento científico é influenciada por fatores (históricos, culturais, sociais). Não há verdade absoluta no conhecimento. Observação é fundamental; a teoria depende também de observação. O método científico é rigoroso e composto por várias etapas; pode haver exceções a essas etapas seguidas nele. A ciência é um processo contínuo e mutável.	O trabalho do cientista corresponde a um conjunto de fatores: dedicação, estudo, tentativa e erro, observação, paciência, levantamento de dados, divulgação de resultados. O cientista procura estudar os fenômenos do mundo e busca meios para explicá-los.	A sociedade desenvolveu a ciência; esta gera tecnologia, que pode resultar em benefícios ou prejuízos para a sociedade. Reconhecimento sobre a influência da sociedade no trabalho do cientista, sendo ele um membro dela. A ciência auxilia a sociedade e a formação dos indivíduos para atuar nela com cidadania.
	1c (momento 1)	Não houve imagem em relação direta com o item.	**Imagem 3** O reconhecimento do estereótipo do cientista "maluco". A experimentação como parte fundamental do fazer científico. O trabalho é prazeroso por se gostar do que faz. **Imagem 4** O trabalho sério desenvolvido pela pesquisadora; imagem reporta ao trabalho de uma farmacêutica. Papel da observação no trabalho da ciência. A ideia de que o homem, quando observa "outros mundos" (numa alusão ao uso do microscópio), o faz entender que é parte do meio, não um protagonista. A observação é parte fundamental do fazer científico.	**Imagem 6** Ênfase na técnica (equipamentos, tecnologia da informação). Representa a íntima conexão entre a tecnologia e a sociedade. A ciência como meio para atingir a tecnologia. A tecnologia como aliada à evolução da humanidade.

(continua)

(continuação)

		Construção do conhecimento científico	Trabalho do cientista	Relação entre ciência e sociedade
Atividades	Atividade 2 (momento 3)	Não houve imagem em relação direta com o item.	**Imagem 3** O reconhecimento do estereótipo do cientista, que está vinculado a fatores históricos e sociais. Visão deformada do trabalho do cientista, que sempre atinge seus objetivos. **Imagem 4** Estereótipo de ciência como algo inalcançável, situação que deve ser rompida; a ciência deve ser uma construção coletiva. O estudo do cientista não deve se limitar a observar e inferir, mas buscar teorias prévias que orientem a observação.	**Imagem 6** O homem gera a tecnologia por meio do estudo da natureza e dos conhecimentos adquiridos. O trabalho científico está fortemente ligado ao contexto social em que está inserido.
	Avaliação final (momento 4)	O conhecimento científico corresponde a uma série de estudos que sempre podem ser refutados e que se adaptam à sociedade; servem como base para estudos futuros. Processo dinâmico, coletivo, não linear e influenciado por fatores sociais. É uma construção “livre”, um processo que não é definido por etapas.	O cientista é um homem ou mulher que busca respostas para suas indagações, podendo ser qualquer pessoa; aquele que escolhe uma área, estuda conhecimento já construído e desenvolve novos. O trabalho do cientista muitas vezes é frustrante, pois nem sempre chega a um conhecimento novo e verdadeiro.	Três licenciandos consideram que a sociedade influencia o trabalho da ciência; um licenciando não considera e justifica que a ciência colabora com pesquisas na área da saúde, bem-estar, estética, mas algumas pesquisas são necessárias para todos os setores. A influência da sociedade sobre a ciência independe do uso de um método cientifico rígido ou não. A influência social existe e não é necessariamente negativa.

Quadro 25 – Reflexões dos licenciandos agrupados na trajetória 2

Nos instrumentos iniciais, o grupo de licenciandos integrantes da trajetória 2 apresentou algumas reflexões diferentes se comparadas à trajetória 1. Apesar de serem pontuados aspectos considerados empíricos, como a ideia de um método científico mais rigoroso e a observação neutra de fenômenos, houve o reconhecimento de que a ciência não é composta de verdades absolutas e que diversos fatores (históricos, culturais e sociais) interferem no processo de construção do conhecimento científico, além da indicação do caráter mutável da ciência.

O reconhecimento do estereótipo do cientista gênio e isolado em seu trabalho também foi identificado nas reflexões do grupo. As imagens reportaram a ideia de que a observação e a experimentação são fundamentais na construção da ciência, de acordo com algumas reflexões indicadas, entretanto, foi possível perceber a noção de que o trabalho do cientista é imerso em uma série de fatores, como a dedicação, o estudo, além da possibilidade do erro e novas tentativas, o que sugere um entendimento mais amplo sobre o trabalho do cientista.

Na atividade 2 os licenciandos apresentaram reflexões mais abrangentes no que diz respeito à construção do conhecimento científico, que foi indicado como um processo dinâmico, coletivo e influenciado por contextos históricos e sociais. Em relação ao cientista e seu trabalho, as respostas sugerem a imagem de um membro social que procura desenvolver meios para solucionar suas indagações.

Quando o tema evocou a relação entre a ciência e a sociedade, as reflexões iniciais indicaram o entendimento quanto à influência exercida pela sociedade no trabalho da ciência e que esta auxilia a formação de indivíduos. A ideia de que a ciência gerou a tecnologia também foi apresentada, apesar de as duas não terem surgido ao mesmo tempo, como já discutido nos resultados. Na atividade com imagens (1c), essa percepção permaneceu, por exemplo, na ideia de que a ciência é um meio para atingir a tecnologia, algo com alta probabilidade na atualidade.

Na atividade 2 e na atividade final, as reflexões indicaram que há o reconhecimento da influência que a sociedade exerce sobre o trabalho científico e que nem sempre ela é negativa. O cientista será influenciado pelo contexto social, utilizando um método científico rígido ou não.

5.1.4. Produção das sequências didáticas – trajetória 2

Em suas SDs, os licenciandos integrantes da trajetória 2 fizeram referência a aspectos da NdC nos objetivos das atividades e foi possível notar, no desenvolvimento planejado, os meios pelos quais pretendiam atingir tais objetivos. O licenciando 5 propôs atividade prática de caráter não investigativo e os demais sugeriram atividades

práticas de caráter investigativo. Dos quatro licenciandos incluídos nessa trajetória, apenas o 17 possui experiência como docente no ensino básico.

O licenciando 5 apresentou como tema de sua SD o estudo da síntese e da produção industrial do gás amônia, destacando como objetivo levar o aluno a compreender a importância do controle de pressão e temperatura em uma transformação química. Para atingir tal finalidade, o licenciando citou na introdução de sua SD o contexto histórico que fundamentou o tema; assim como elaborou questões para explorar a relação entre a sociedade e a ciência, proposta que está em concordância com as orientações para a formulação da SD.

No entanto, ao descrever o desenvolvimento das aulas, o licenciando não deixou claro como pretendia trabalhar o aspecto histórico do tema, conforme o trecho destacado a seguir.

> *O professor iniciará a aula com questões sobre a fome, crescimento populacional humano, desperdício de alimentos, entre outras. Levantada essa discussão, inicia-se com o assunto sobre a síntese da amônia, processo histórico.*

Após esse ponto, havia uma breve descrição de uma atividade prática envolvendo montagem de modelos. Entendeu-se que não ocorreu aprofundamento sobre a importância de explorar o caráter histórico do processo de construção da síntese e também não estava indicado se a aula já iniciaria com um episódio histórico. Nesse caso, entendeu-se que não ficou claro no texto como aspectos da natureza da ciência seriam discutidos com os alunos (Anexo VIII).

O licenciando 13 elaborou uma SD intitulada “ Adaptações – compreendendo as diferenças conceituais das ideias de Darwin e Lamark e analisando a importância das adaptações na continuidade das espécies”. O licenciando expressou a intenção de mostrar que os cientistas, ao elaborarem teorias, estão sob diferentes influências e que o trabalho científico pode ser colaborativo, conforme trechos dos objetivos da SD (Anexo IX):

> *Discutir as ideias de Lamark e as influências que este teve para formulá-las; discutir as ideias de Darwin e as influências que este teve para formulá-las; conhecer as ideias de Alfred Wallace e como seu trabalho auxiliou na publicação da Teoria da Evolução das Espécies.*

Os objetivos descritos pelo licenciando sugerem a visão de que a elaboração de teorias não surgiu de observações neutras, aspecto destacado no estudo da NdC.

Analisando as atividades propostas no cronograma da SD apresentada, é possível notar que o licenciando intencionou discutir a questão da influência externa sobre o trabalho científico e que este não é um trabalho solitário, como destacado nos trechos a seguir:

Favorecer a compreensão de que a formulação de uma teoria depende de várias concepções que se tinham em uma dada época (contexto histórico da teoria)

Mesmo não sendo um trabalho totalmente colaborativo, essa questão serve para que os alunos possam compreender que mais de uma pessoa pode gerar a mesma teoria ao mesmo tempo (chegar às mesmas conclusões). Além de mostrar as concepções que fizeram Darwin quase não publicar sua teoria, além de romper com essa ideia que esta é somente de autoria dele, mas sim uma publicação conjunta.

As atividades práticas sugeridas foram planejadas para atender aos objetivos propostos e, nesse sentido, a SD está em concordância com os aspectos discutidos durante a UC.

O licenciando 17 apresentou em sua SD o tema "Vestígios evolutivos: como se dão os estudos sobre esse registro importante no estudo da evolução e sua correlação com geologia e fatos históricos" (Anexo X). Nos objetivos constam aspectos que fazem referência à NdC, como é possível notar nos trechos a seguir:

Discutir conceitos de geologia e evolução em uma visão de ciência que:

- ✓ é *construída coletivamente por indivíduos normais, ou seja, pessoas dedicadas, porém destituídas de "dons" e de insights do tipo "Eureka";*
- ✓ *considera a criatividade, a intuição, a tentativa e o erro como inerentes ao processo de construção do conhecimento científico, para evitar uma visão aproblemática e ahistórica, de apenas transmissão de conhecimento, sem influência do momento social.*

Nos trechos grifados se destacam pensamentos que o licenciando já apresentou em outras atividades realizadas, como, por exemplo, a resposta da Figura 6, que aponta a mesma ideia. A proposta contida na SD é o trabalho com estudo de caso. Para a resolução do caso proposto, o licenciando elaborou atividades de caráter investigativo, motivando os alunos a pesquisarem o tema da SD. Nas atividades ficou evidente a preocupação do licenciando em discutir com os alunos alguns aspectos trabalhados durante a UC, como a importância de elaboração de hipóteses nas investigações e a interferência do contexto histórico sobre o trabalho científico. Os objetivos descritos na SD foram contemplados nas atividades propostas pelo licenciando, o que atende às orientações para a formulação da SD. Como atividade final o licenciando propôs uma discussão com seus alunos a respeito da investigação que realizaram e salienta que: *o intuito da atividade foi desmistificar o trabalho científico, apesar de não serem eles os contribuintes na descoberta em questão, a coletividade é inerente, as hipóteses, as tentativas e erros são quem garantem a verdadeira natureza do trabalho científico, e este exposto à influência de caracteres sociais.*

O licenciando 17 intencionou, com a proposta elaborada, disseminar suas reflexões provenientes das discussões promovidas pela UC. A estratégia de estudo de

caso correspondeu a uma interessante prática para desenvolver a investigação a partir do tema escolhido por ele. Um ponto importante a destacar é que esse licenciando já possui experiência como professor de ciências no ensino básico, perfil que influenciou diretamente a elaboração de sua proposta pedagógica.

Finalmente, o licenciando 18 propôs em sua SD o desenvolvimento do tema "Máquinas térmicas" (Anexo XI). Entre os objetivos gerais apresentados estão os seguintes pontos que apresentam relação com os aspectos da NdC discutidos na UC: *"proporcionar compreensão sobre a influência de fenômenos socioeconômicos no desenvolvimento científico por meio do construtivismo social; desenvolver conversas e atividades em grupo de forma a enfatizar a importância da dimensão coletiva do trabalho científico; discutir as relações da ciência com a sociedade, ambiente e tecnologia; proporcionar compreensão da figura humana que é o cientista.*

Os pontos destacados dos objetivos visam o entendimento das relações entre a sociedade e a ciência e o caráter coletivo do trabalho científico. Para tanto, o licenciando propôs atividades envolvendo um episódio de uma série denominada "Universo Mecânico". No item "estratégias de ensino" estão descritos pontos que remetem aos objetivos propostos, como, por exemplo, a vida do engenheiro Carnot retratada no vídeo que, segundo o licenciando, *não foi um gênio em vida, não tendo entusiasmado ninguém com suas ideias*.

A intenção do licenciando pode ter sido a de discutir que Carnot sofreu influência externa na produção de seu trabalho. Além do vídeo, o licenciando propôs a elaboração de seminários pelos alunos e, entre os temas, solicitou uma apresentação sobre o contexto histórico em que surgiram as máquinas térmicas, novamente com objetivo de discutir a relação entre a ciência e a sociedade. Em outra atividade indicada na última aula de sua SD, o licenciando sugeriu uma atividade em grupo com seus alunos, sendo que o propósito de discutir o caráter coletivo do trabalho científico fica evidente no seguinte trecho em destaque:

> *Segundo momento: primeiramente os alunos deverão atingir o objetivo da atividade sem ter acesso ao roteiro, contando apenas com seus conhecimentos prévios sobre o assunto e, para isso, os centros de pesquisa poderão fazer colaborações e parcerias, enfatizando a importância da natureza coletiva do trabalho científico*.

As atividades elaboradas na SD do licenciando visaram atingir os objetivos por ele previamente mencionados e apontaram aspectos relacionados à NdC.

Os licenciandos participantes da UC apresentaram diferentes propostas e, por meio da análise das atividades que realizaram durante a UC, foi possível compreender que cada um se apropriou dos aspectos da NdC de maneiras diferentes e esse fato se

refletiu em suas SDs. Alguns conseguiram relacionar esses aspectos e expressá-los de forma mais clara e direta nas atividades sugeridas, outros apresentaram apenas a intenção, mas não conseguiram vinculá-los às atividades. Esse panorama leva à consideração de que as construções internas de cada licenciando ocorrem em tempos diferentes e serão necessárias outras experiências para um aprimoramento. Entretanto, é possível afirmar que houve um movimento por parte de todos os participantes para integrar os conhecimentos que construíram no decorrer da UC em suas práticas.

5.2. Avaliação da UC pelos licenciandos

A avaliação final (Apêndice X) foi constituída por duas partes, sendo que a primeira, composta por oito perguntas, corresponde à avaliação de cada licenciando sobre a eletiva. Nesta análise, foram agrupados cinco itens relevantes que são detalhados a seguir.

1*) A proposta da disciplina (temas estudados e sequência de atividades desenvolvidas)*

Todos os licenciandos envolvidos consideraram a proposta da disciplina favorável e gostaram da UC. A análise das respostas indicou as impressões apresentadas no Quadro 26.

Item	Impressões dos licenciandos (alguns exemplos)
A proposta da disciplina	• Alteração na visão inicial que os licenciandos apresentavam sobre os tópicos discutidos. • Favorecimento do olhar mais crítico sobre sua própria prática. • Utilização do aprendizado construído em sua prática pedagógica. • Contribuição para sua formação docente. • A elaboração e a sequência de atividades apresentaram significado para os licenciandos. • Os temas discutidos foram pertinentes ao curso de Licenciatura.

Quadro 26 – Impressões dos licenciandos sobre a proposta da UC

2) A contribuição da UC para a formação docente dos licenciandos envolvidos

Todos os licenciandos consideraram que a UC contribuiu para sua formação docente. Suas impressões estão sintetizadas no Quadro 27.

Item	Impressões dos licenciandos (alguns exemplos)
A contribuição da UC na formação docente	• Reflexão sobre o processo de construção da ciência. Alguns licenciandos relataram que não haviam pensado nos temas discutidos anteriormente e que utilizam as reflexões que fizeram para atividades de outras UCs. • Reflexão sobre qual a visão de ciência que o próprio licenciando tem e que tipo de ciência ele pretende construir com seus alunos. • Ser mais crítico quanto à forma de ensinar e conduzir os conteúdos das ciências. • Complemento ao embasamento teórico que tiveram em outras UCs, ampliando as ideias sobre o assunto. • Reflexão sobre as estratégias para aproximar seus futuros alunos da ciência. • Diminuição das concepções espontâneas sobre educação.

Quadro 27 – Impressões dos licenciandos sobre a contribuição da UC para a formação docente

3) A importância atribuída pelo licenciando sobre o conhecimento da NdC em sua formação docente

Os licenciandos atribuíram relevante importância do conhecimento da NdC para sua formação, o que pode ser verificado nas impressões descritas no Quadro 28.

Item	Impressões dos licenciandos (alguns exemplos)
Importância do conhecimento da NdC na formação docente	• Auxilia o professor a aproximar a ciência da realidade do aluno. • Aprimora visões consideradas distorcidas da ciência que os licenciandos apresentam. • Amplia a visão sobre a construção da ciência e a imagem do cientista. • Auxilia a construção de uma visão mais crítica do futuro professor e que irá refletir na prática docente. • Aprimora o olhar do futuro professor para a elaboração de suas futuras estratégias de ensino. • Auxilia o futuro professor a propagar o conhecimento científico. • Auxilia o futuro professor a avaliar suas práticas docentes por meio da reflexão.

Quadro 28 – Impressões dos licenciandos sobre a importância do conhecimento da NdC

4) Um momento da UC ou uma atividade que os licenciandos consideraram significativo

Os licenciandos indicaram diferentes momentos ou atividades e os relatos foram agrupados no Quadro 29.

Item	Impressões dos licenciandos (alguns exemplos)
Atividade ou momento da UC considerado significativo pelos licenciandos	• Elaboração das questões para os artigos estudados como forma de incentivar a leitura e a reflexão do tema. • A análise sobre a atividade experimental. • Elaboração dos seminários como forma de aprofundar o estudo do tema em questão. • Discussões sobre os artigos como modo de ampliar a visão sobre o tema estudado. • A atividade das imagens no início e no final da UC, para auxiliar um comparativo da trajetória das visões sobre a ciência. • As atividades iniciais. • A atividade experimental (parte 2), quando houve a reformulação do roteiro experimental, como forma de analisar a mudança de propostas em relação à mesma atividade realizada no início da UC, antes do estudo dos temas propostos no seminário. • Elaboração da sequência didática como proposta desafiadora ao licenciando. • A pluralidade metodológica aplicada durante a UC.

Quadro 29 – Impressões dos licenciandos sobre atividade ou momento significativo da UC

Cabe salientar que nove licenciandos destacaram, em primeiro lugar, as discussões ocorridas após cada seminário como atividade mais significativa. Eles justificaram essa escolha pelo fato de que o compartilhamento de pensamentos sobre os temas que envolveram a natureza da ciência promoveu profundas reflexões individuais sobre o modo de ver o processo de construção da ciência. Esse dado é significativo na medida em que a proposta da atividade com seminários era justamente a relatada pelos licenciandos.

5) Os aspectos que consideraram favoráveis e desfavoráveis no decorrer da UC

Finalmente, os licenciandos apontaram aspectos que consideraram favoráveis ou desfavoráveis no decorrer da UC, importante informação para o contexto da pesquisa. Esses aspectos foram também agrupados e estão elencados no Quadro 30.

Aspectos favoráveis	Aspectos desfavoráveis
• Estudo dos artigos e elaboração de questões. • A UC exigiu que os licenciandos fossem ativos e participativos. • As constantes discussões promovidas em sala de aula. • A trajetória das atividades que os licenciandos realizaram no decorrer da UC. • Liberdade de expressão e de debate com os colegas de sala. • A UC propiciou embasamento teórico. • A escolha dos temas dos seminários e a sequência das apresentações.	• Pouco tempo de UC (carga de 36 horas). • Não haver tempo para apresentação das sequências didáticas para a sala. • Temas dos textos dos seminários muito próximos, entendendo-se como repetitivos. • Pouco tempo para discutir mais temas. • Apenas um tema relacionado a um exemplo de estratégia para se trabalhar NdC na escola.

Quadro 30 – Impressões dos licenciandos sobre aspectos favoráveis e desfavoráveis da UC

Os aspectos do Quadro 30 trazem importante contribuição para a análise da UC de modo geral, apoiando-se na ideia de que, em uma investigação, por mais planejada e organizada que seja a sua metodologia, ocorrem situações não planejadas e imprevistos, além da percepção externa sobre o trabalho realizado (a percepção do participante da pesquisa), que muitas vezes é diferente da percepção do pesquisador, situação que também colabora para o aprendizado de ambos.

Outro ponto importante nessa avaliação foi identificar a motivação dos licenciandos para o cumprimento integral da UC. Alguns citaram inicialmente a curiosidade atribuída ao nome da disciplina e correspondente ementa, porém, no decorrer da UC, foram se interessando pelo tema e pelas atividades propostas. Algumas respostas ilustram essas impressões:

- Lincenciando 5 – *O nome da UC era convidativo. Durante as aulas, os temas passaram a ser importantes para minha formação*.
- Licenciando 18 – *A princípio achei que o título da disciplina era bem interessante e com o passar das aulas fui gostando cada vez mais do assunto e das discussões levantadas.*
- Licenciando 19 – *Inicialmente gostei da ementa, despertou a curiosidade. Cumpri integralmente, pois vi na UC um momento prazeroso pela troca de ideias e visões*

sobre a ciência. Acredito muito no poder do pensamento coletivo: sempre nos ensina algo novo.

As respostas estão em concordância com os objetivos da UC, entre eles promover espaço para discussões sobre a natureza da ciência, trabalhando temas importantes para a formação de futuros professores de ciências.

A análise de cada item e os comentários dos participantes foi essencial, apresentando importantes elementos para possíveis reformulações no planejamento elaborado para a UC, visando a uma futura oportunidade de intervenção com outros grupos de licenciandos em Ciências.

6. CONCLUSÕES E FUTURAS POSSIBILIDADES DE INVESTIGAÇÃO

Neste trabalho, foi apresentada uma investigação sobre a apropriação da natureza da ciência na formação de professores, por meio de intervenção em uma disciplina eletiva no curso de Ciências – Licenciatura da Unifesp, discutindo-se os resultados referentes a um grupo de licenciandos, cuja trajetória foi construída no decorrer da UC. Não foi objetivo implantar uma disciplina para o ensino específico sobre a natureza da ciência, por entender que os aspectos que envolvem o tema podem ser estudados nas diferentes áreas das Ciências da Natureza, mas sim investigar se a explicitação de pensamentos por atividades planejadas para a UC poderia levar os licenciandos a uma apropriação da NdC e favorecer a interpretação de situações científicas. As considerações a seguir expressam as impressões sobre a intervenção realizada.

Os alunos participantes manifestaram satisfação em pensar, estudar e debater diferentes questões relativas à NdC, interagindo com o grupo, além de enfatizarem a necessidade de haver espaços como o criado na disciplina para promover discussões sobre o tema, relatos que corroboram a intenção inicial da UC oferecida.

De acordo com a argumentação de Abd-El-Khalick e Akerson (2009) de que o termo “explícito” significa sequências instrucionais elaboradas e planejadas para o ensino de NdC de modo intencional e que o termo “reflexivo” implica oferecer a oportunidade aos estudantes para analisarem suas próprias experiências de aprendizagem, destaca-se a relevância de atividades planejadas que proponham a discussão sobre os aspectos que envolvem a construção e organização do conhecimento científico de forma explícita e ao mesmo tempo reflexiva, possibilitando que o licenciando perceba como pensa sobre a ciência para que possa futuramente planejar atividades que propiciem o desenvolvimento desse tema com seus alunos.

Com base na análise dos resultados e das trajetórias construídas na discussão do processo, foi possível elaborar um parecer relacionando às questões de investigação indicadas inicialmente. Vale destacar que as considerações a seguir se referem especificamente ao grupo de licenciandos participantes da pesquisa.

1) A explicitação de pensamentos por atividades planejadas pode levar o grupo de professores em formação a uma apropriação da NdC?

As atividades elaboradas para a UC foram planejadas para oferecer aos licenciandos a oportunidade de explicitarem suas impressões, de diferentes formas e várias vezes. Todas as atividades foram realizadas durante um período de tempo deter-

minado (o número de horas previstas na UC), levando o licenciando a pensar sobre o tema em momentos e situações diferentes. O conjunto dessas atividades originou um grande volume de dados, sendo que o cruzamento deles, conforme descrito na discussão do processo, evidenciou que a explicitação de pensamentos por meio dessas atividades, planejadas com abordagem explícita e reflexiva, resultou em diferentes níveis de apropriação da NdC, isto é, desde o entendimento dos termos e palavras (mais superficial) até a internalização e construção de significados (mais profundo).

Esses níveis puderam ser identificados nas respostas comparativas dos diversos instrumentos utilizados (instrumento inicial com afirmações, as representações, imagens, as atividades experimentais, discussões dos seminários, impressões dos licenciandos, sequências didáticas entregues, avaliação final). Tal situação deve-se ao fato de que cada participante vivenciou o tema de diferentes maneiras e associou seu aprendizado com suas concepções prévias. A provável reformulação de ideias ocorreu em tempos diferentes. O período de trabalho da UC não foi suficiente para provocar uma internalização efetiva da NdC, pois trata-se de um processo contínuo, entretanto, afirma-se que as atividades planejadas nessa abordagem iniciaram o referido processo.

2) A apropriação da NdC favorece a interpretação de situações científicas por esses futuros professores?

Para analisar essa questão, optou-se por considerar especialmente, mas não como instrumento único, as sequências didáticas produzidas pelos licenciandos. Essa análise fundamentou a ideia de níveis de apropriação, pois entende-se que houve um reflexo das concepções elaboradas ou reformuladas sobre a NdC no decorrer da UC nas atividades pedagógicas apresentadas ao término do momento 4. Como consequência dos níveis de apropriação da NdC, cada licenciando mostrou uma trajetória particular, refletindo sobre a construção do conhecimento científico, o trabalho do cientista e a relação entre ciência e sociedade em seu próprio tempo.

Os licenciandos elaboraram suas atividades pedagógicas de modos diferentes. Houve propostas em que as etapas de execução planejadas na SD estavam em concordância com os objetivos almejados. Isso deve-se ao fato de que o licenciando refletiu sobre determinada situação científica que desejou ensinar e utilizou diferentes estratégias de ensino para atingir os objetivos. Esse movimento sugere uma apropriação mais profunda dos aspectos da NdC, na qual o licenciando passou a propor formas de envolvimento do tema com seus alunos.

Outras propostas apresentadas mostraram a intenção dos licenciandos em discutir aspectos da NdC em suas aulas, descrita nos objetivos almejados na SD. Porém, as etapas de execução da atividade pedagógica não refletiram tais objetivos.

Esse panorama evidencia que o aprendizado e a apropriação de determinado conhecimento não ocorreram ao mesmo tempo e da mesma forma para todos os envolvidos na pesquisa, o que não significa que esse conhecimento construído não venha a ser resgatado futuramente em novas propostas elaboradas pelos licenciandos. As SDs analisadas nas trajetórias 1 (item 5.1.1) e 2 (item 5.1.4) são exemplos que corroboram essa percepção sobre os níveis de apropriação da NdC e a interpretação de situações científicas.

Como complemento às questões de investigação, uma possível reflexão para as questões adicionais descritas na introdução, com base nos dados analisados, seria que a influência da NdC sobre situações científicas está relacionada com o nível de apropriação da NdC pelo licenciando.Entende-se que a influência tende a ser maior na medida em que o nível de apropriação da NdC vai se aprofundando, pois a construção de significados torna-se mais consistente. As ideias formuladas (ou reformuladas) referentes à NdC, que foram construídas ao longo da UC pelo contato direto com diferentes aspectos, por meio das atividades planejadas em uma abordagem explícita e reflexiva, contribuíram para auxiliar os licenciandos na interpretação das situações científicas que propuseram em suas SDs apresentadas e, em futuras propostas pedagógicas, os licenciandos irão aprimorando suas reflexões.

Além do parecer sobre as questões de investigação propostas nesta pesquisa, outros pontos importantes surgiram dos resultados analisados, que servem tanto para reflexão sobre o grupo pesquisado como de parâmetro para futuras propostas de intervenção. Entre esses pontos está o papel das atividades experimentais no processo de construção do conhecimento científico.

Os resultados da atividade experimental – parte 1 (Apêndice VI) e parte 2 (Apêndice IX) – evidenciam a necessidade de aprofundamento e continuidade do tema. Entende-se que reformular uma concepção inicial sobre a utilização de atividades experimentais no ensino de ciências requer contínuas práticas no curso de formação de professores e, no caso da UC, essa atividade ocorreu em dois momentos pontuais, servindo apenas para trazer à tona reflexões sobre a utilização do método científico e sua influência na construção das explicações dos cientistas sobre os eventos que estudam. Além do estudo e da análise de pesquisas em ensino já disponíveis que tratam desse assunto, é importante que os professores em formação vivenciem a construção de atividades pedagógicas que utilizem a experimentação como auxílio aos seus alunos para a criação de hipóteses sobre um evento científico.

No que tange à UC planejada, após sua execução, algumas observações relevantes merecem uma discussão mais detalhada, tornando-se importante para auxiliar pesquisas futuras. Entre as reflexões mais significativas, destacou-se a falta de tempo hábil para apresentação das produções (sequências didáticas) dos licenciandos

para o grupo participante da UC. Alguns consideraram que esse compartilhamento seria importante para aprimoramento do trabalho. Ainda referente às produções, outra sugestão seria a elaboração da SD e posterior acompanhamento na aplicação. Considera-se produtivo (em uma possibilidade futura), para essa sugestão, uma parceria com as disciplinas de estágio supervisionado, em que o licenciando poderia utilizar sua SD planejada em aula, com posterior análise dos resultados de tal intervenção. Em relação à produção da SD para a disciplina eletiva, considera-se que a atividade contribuiu para que os licenciandos não pensassem nos aspectos da NdC apenas no nível teórico, mas sim oportunizar e auxiliar a transposição desses aspectos para as atividades pedagógicas que poderão elaborar, o que caracteriza o nível de apropriação da NdC almejado pela pesquisa.

Outro relevante ponto a se considerar nessa reflexão diz respeito aos instrumentos utilizados. Entende-se que eles atingiram as expectativas e os propósitos iniciais da pesquisa. Para uma futura intervenção, torna-se importante uma revisão, no sentido de adequá-los a uma melhor interpretação do que se deseja saber e também ao tempo de aplicação.

O grupo investigado era heterogêneo, pois os licenciandos pertencem a um curso de licenciatura em Ciências da Natureza, com habilitação em áreas de conhecimento (física, biologia e química). A análise dos dados não foi realizada por áreas, uma vez que o objetivo principal era desenvolver o tema com professores de ciências. Como uma possibilidade futura, vale a análise de como as diferentes áreas do conhecimento desenvolvem as atividades planejadas, ou também investigar as causas relacionadas aos níveis de apropriação da NdC. Outra possibilidade futura, como fruto da discussão dos resultados e dos apontamentos dos licenciandos, é a de planejar intervenções que desenvolvam estratégias para auxiliar os licenciandos no ensino da NdC e investigar o processo de construção de ideias.

Finalmente, deixo registradas as minhas impressões de pesquisadora (e também de professora) para a pesquisa realizada. A turma que participou da UC era composta por licenciandos das diferentes áreas. Alguns deles já haviam tido contato anterior comigo, por conta de terem cumprido disciplinas que ministrei no período em que estive vinculada à Unifesp, como professora em caráter temporário, no referido curso. Para outros, foi nosso primeiro contato. Todos eles se envolveram na UC (na qual cada um trouxe suas contribuições) e compartilharam comigo uma série de reflexões que foram importantes para a formação deles e para minha própria atuação como docente. A experiência de planejar a UC, com toda a sua sequência, as atividades na abordagem proposta, a execução do trabalho e, posteriormente, a análise de todo o processo, contribuiu de forma muito relevante em minha formação como professora formadora de novos professores, experiência que será importante em futuras propos-

tas. Considero que a pesquisa trouxe contribuições para os licenciandos participantes da UC proposta, no sentido de incentivá-los a refletir e compartilhar suas concepções sobre a ciência e o fazer científico, aprimorando seu conhecimento sobre a natureza da ciência. Ao mesmo tempo, as atividades planejadas podem ser aproveitadas em outras oportunidades dentro do curso com o mesmo objetivo, o que as torna estratégias úteis para auxiliar a formação dos professores de ciências.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. Embedding nature of science instruction in preservice elementar science courses: abandoning scientism, but... **Journal of Science Teacher Education**, v. 12, n. 3, p. 215-233, 2001.

_____. Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on pre-service science tachers' views and instructional planning. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 1, p.15-42, 2005.

ABD-EL-KHALICK, F.; AKERSON, V. L. Learning about nature of science as conceptual change: factors that mediate the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. **Science Education**, v. 88, p. 785-810, 2004.

_____. The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 16, p. 2161-2184, 2009.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000a.

_____. The influence of history of science courses on student's views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000b.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. El estado atual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 134-169, 2008.

_____. Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 355-386, 2009.

_____. Formación del profesorado de ciencias Y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 653-660, 2010.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; GARCIA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 3-19, 2016.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é história da ciência**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R. O. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 473-488, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID272/v16_n3_a2011.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2014.

AAAS – American Association for the Advancement of Science. **Science for all Americans** [online], 1990. Disponível em: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap1.htm>.

ASLAN, O.; TASAR, M. F. How do science teachers view and teach the nature of science? A classroom investigation. **Education and Science (Eğitim ve Bilim)**, v. 38, n. 167, p. 65-80, 2013.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências** – Unindo a pesquisa e a prática. **São Paulo:** Thomson, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. rev. São Paulo: Edições 70/Almedina Brasil, 2011.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som** – um manual prático. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio** – Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. Universidade Federal de São Paulo. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura Plena em Ciências**. Diadema: MEC, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências** – tendências e inovações. 10. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** 1. ed.. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

COLAGRANDE, E.; MARTORANO, S. A. A.; ARROIO, A. Reflections about teaching nature of science mediated by images. **Natural Science Education**, v. 12, n. 1, p. 7-19, 2015.

DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. **Young people´s images of science**. Open University Press, 1996.

DOURADO, L.; SEQUEIRA, M. Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação. Braga, Portugal: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Ninho, 2002. Disponível em: <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/351-076.pdf>.

FARIA, C.; FREIRE, S.; GALVÃO, C.; REIS, P.; FIGUEIREDO, O. Como trabalham os cientistas? Potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 1-22, 2014.

FERREIRA-GAUCHÍA, C.; VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Concepciones acerca de la natureza de la tecnologia y de las relaciones ciência, tecnologia, sociedad y ambiente en la educacion tecnológica. **Enseñanza de las ciências**, v. 30, n. 2, p. 197-218, 2012.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Plano Editora, 2003.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova,** v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n.1, p. 19-26, 2013.

GIL-PÉREZ, D; VALDÉZ CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratório como investigación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de lãs Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, 1999.

GUIMARÃES, H. M. Concepções, crenças e conhecimento – afinidades e distinções essenciais. **Quadrante – Revista de Investigação em Educação Matemática**, v. XIX, n. 2, p. 81-101, 2010.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID53/v4_n3_a1999.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2014.

HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. 7. ed. Coimbra: Armento Amado, 1980.

HODSON, D. Investigación y experiencias didácticas: hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOFSTEIN, A; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, n. 1, p.28-54, 2004.

IREZ, S. Are we prepared? An assessment of preservice science teacher educator's beliefs about nature of science. **Science Education**, v. 90, n. 6, p. 1113-1143, 2006.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the Nature of Science education. **Science & Education**, v. 20, p. 591-607, 2011.

KHISHFE, R.; ABD-EL-KHALICK, F. Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 7, p. 551-578, 2002.

KOREN, P.; BAR, V. Perception of the image of scientist by Israeli student teachers from two distinct communities in Israel: Arabs and Jews. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 5, n. 4, p. 347-356, 2009.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 11-18, 2002.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

_____. Teacher's understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 8, p. 916-929, 1998.

_____. Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 7, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.ied.edu.hk/apfslt/>. Acesso em: 28 nov. 2014.

_____. Nature of science: past, present and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007, p. 831-879.

MARTINS, R. A. O que é ciência, do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, n. 9, p. 5-20, 1999.

_____. Ciências *versus* historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLD-FARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a história da ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: Educ Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

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

MC COMAS, W. F.; CLOUGH, M.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science. In: MC COMAS, W. F. (Ed.). **The nature of science in science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 3-39.

MARTORANO, S. A. de A. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-23042013-144005/> Acesso em: 29 mar. 2015.

MELLADO, V. Preservice teacher's classroom practice and their conceptions of the nature of science. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. (Ed.). **International handbook of science education**. Dordrecht: Klumer A. P., 1998. p. 1093-1110.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino:** aspectos metodológicos e referenciais teóricos à luz do Vê epistemológico de Gowin. São Paulo: EPU, 1990.

_____. Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, Espanha. **Actas del PIDEC**, v. 4, p. 25-55, 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesqquali.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2016.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, p. 18-22, 1993.

MOURA, B. A. Concepções inadequadas de ciência e fazer científico: análise de um exemplo na literatura. **Revista Prometeica**, Ano IV, n. 9, 2014a.

_____. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014b.

NIAZ, M. Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. **Science & Education**, v. 18, p. 43-65, 2009.

OLIVEIRA, P. E. (Org.). **Ensaios sobre o pensamento de Karl Popper**. Curitiba: Círculo de Estudos Bandeirantes, 2012.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PAIS, L. C. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, F. Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, 1994.

PORLÁN, R. A.; GARCÍA, A. R.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 155-171, 1997.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers'beliefs about science-technology-society interactions. **Science Education**, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

RUIZ, C.; SILVA, C.; PORLÁN, R.; MELLADO, V. Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolucíon de las concepciones de uma profesora de secundaria entre 1993 y 2002. **Revista Electrónica de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N1.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

SARIEDDINE, D.; BOUJAOUDE, S. Influence of teacher's conceptions of the nature of science on classroom practice. **Eurasia Journal of Mathematics, Science e Technology Education**, v. 10, n. 2, p. 135-151, 2014.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SEVIM, S.; PEKBAY, C. A. A study toward teaching the nature of science to preservice teachers. **Journal of Turkish Science Education**, v. 9, n.3, p.207-227, 2012.

SILVA, D.P. (Org.). **Oficinas temáticas no ensino público**: formação continuada de professores. São Paulo: FDE, 2007.

SILVA, H. C.; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L.; CASSIANO, W. S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência e Educação**,(Bauru, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. A. Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, p. 610-645, 2004.

TOBALDINI, B. G.; CASTRO, L. P. V.; DELLA JUSTINA, A.; MEGLHIORATTI, F. A. Aspectos sobre a natureza da ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em ciências biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 3, p. 457-480, 2011.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais** – a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2011.

VÁZQUEZ, A. A.; ACEVEDO DÍAZ, J. A.; MANASSERO MAS, M. A.; ROMERO, P. A. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. **Argumentos de Razón Técnica**, Sevilla, v. 4, p. 135-176, 2001. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm> Acesso em: 04 ago. 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO, J. A.; ACEVEDO. P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007.

_____. Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 34-49, 2008.

WATERS-ADAMS, S. The relationship between understanting of NOS and practice: the influence of teacher's beliefs about education, teaching and learning. **International Journal of Science Education**, v. 28, p. 919-944, 2006.

WELLINGTON, J.; LAKIN, S. Who will teach the “nature of science”? Teacher’s views of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education,** v. 16, n. 2, p. 175-190, 1994.

ZABALA, A. **A prática educativa** – como educar. São Paulo: Artmed Editora, 1998.

ZANON, D. A. V.; MACHADO, A. T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 1, p. 46-56, 2013. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/783/pdf>. Acesso em 21 jul. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Ementa da UC

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS
CAMPUS DIADEMA

PLANO DE ENSINO

UNIDADE CURRICULAR: Interpretação de Fatos Científicos e a Natureza da Ciência	
Professor responsável: Profa Dra. Simone Alves de Assis Martorano Profa. Elaine Angelina Colagrande	Contato: simone.martorano@unifesp.br
Ano letivo: 1º. Semestre de 2015	Pré-requisito: não há
Departamento: Ciências Exatas e da Terra	
Carga horária total: 36 horas (4 h semanais)	
Carga horária prática (em %): 25%	Carga horária p/teórica (em %): 75%

OBJETIVOS

Gerais

- ✓ Abrir espaço para reflexões sobre imagens e concepções de ciência e sua relação com a interpretação de fatos científicos.
- ✓ Entender como a interpretação de fatos científicos exerce influência sobre as atividades de ensino elaboradas.
- ✓ Por meio do estudo da Natureza da Ciência (história, filosofia e sociologia da Ciência), promover a reflexão do fazer ciência e da prática docente.

Específicos

- ✓ Analisar imagens sobre fatos da ciência e interpretá-las.
- ✓ Analisar roteiros de experimentos científicos sob ótica investigativa.
- ✓ Estudar e compreender a linha de pensamento da Natureza da Ciência.
- ✓ Elaborar atividades de ensino utilizando os conceitos estudados.

EMENTA

- ✓ Reflexões sobre as imagens e concepções de ciência.
- ✓ Influência das concepções sobre a ciência nas atividades de ensino.
- ✓ Estudo da Natureza da Ciência (História, Filosofia e Sociologia da Ciência).
- ✓ Reflexões sobre o fazer ciência e a prática docente.
- ✓ Atividades para a discussão do tema Natureza da Ciência.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- ✓ A natureza do conhecimento científico – análise de imagens e experimentos.
- ✓ Estudo da Natureza da Ciência (conceitos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência).
- ✓ Interpretação de fatos científicos e a relação com a Natureza da Ciência.

METODOLOGIA DE ENSINO

- ✓ Análise de imagens.
- ✓ Discussões em grupo.
- ✓ Atividades experimentais.
- ✓ Seminários de estudo.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

- ✓ Sala de aula ou laboratório didático.
- ✓ Projetor multimídia.
- ✓ Materiais de laboratório de ensino.
- ✓ Textos em cópias.

AVALIAÇÃO

- ✓ Participação: entrega de roteiros das atividades experimentais.
- ✓ Apresentação de seminários.
- ✓ Atividades de ensino elaboradas.

BIBLIOGRAFIA

Básica

- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Ed. Cortez, 2011.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 8. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2006.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/Edusp, 1987.

Complementar

- BELTRAN., M. H. R. História da química e ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, maio, p. 67-77, 2013.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a atual tendência de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v, 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

APÊNDICE II – Termo de consentimento livre e esclarecido

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS
CAMPUS DIADEMA

UNIFESP
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
1933

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Interpretação de Fatos Científicos e a Natureza da Ciência - um estudo com professores em formação
Nome da Pesquisadora: Elaine Angelina Colagrande
Instituição: Programa Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo

Prezado Participante:

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa - **Interpretação de Fatos Científicos e a Natureza da Ciência – um estudo com professores em formação**, que ocorrerá dentro da disciplina eletiva "Interpretação de Fatos Científicos e a Natureza da Ciência", ministrada no curso de Ciências - Licenciatura da Universidade Federal de São Paulo. Essa atividade acadêmica está vinculada ao Projeto Zero - Programa.

A referida pesquisa tem como finalidade entender as diferentes visões sobre a ciência, sobre o fazer ciência e seu reflexo nas atividades pedagógicas. Esta pesquisa é de cunho acadêmico, fazendo parte de um projeto de doutorado, sob orientação do profº Drº Agnaldo Arroio, da Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo. A coleta de dados ocorrerá por meio de instrumentos como questionários, atividades de investigação, seminários e atividades pedagógicas realizadas no período de aplicação da eletiva. A sua participação nesta pesquisa é voluntária, mas de fundamental importância pois, através dos resultados, pretendemos entender as visões já citadas e, de acordo com os objetivos do Projeto Zero, contribuir para a formação de educadores em ciências e incentivadores de uma cultura científica . É garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. Todas as informações coletadas neste estudo são confidenciais e de uso exclusivamente acadêmico, com possibilidade de utilização em artigos científicos, conferências e congressos e, ainda assim, a identidade do pesquisado será preservada. Não existirão despesas ou compensações pessoais para o participante.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participação nesta pesquisa acadêmica.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima expostos, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

APÊNDICE III – Atividade 1a

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE 1a – IDENTIFICAÇÃO DAS IDEIAS SOBRE A CIÊNCIA** **DIADEMA – 2015**

Nome_____

Prezado aluno: Agradecemos sua participação nesta investigação. Solicitamos que responda as questões a seguir com SERIEDADE, para que suas opiniões a respeito dos assuntos destacados sejam a demonstração de sua forma de pensar.

Idade em anos completos:_____

Cursou o ensino básico em instituição de ensino: ( ) pública ( ) particular ( ) parte em pública, parte em particular

Já atua ou atuou como professor de ciências? ( ) sim ( ) não

Qual habilitação escolheu na Unifesp?

( ) Física ( ) Química ( ) Biologia ( ) Matemática

1. O conhecimento científico é o conhecimento provado	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
2. A ciência tem evoluído historicamente mediante a acumulação sucessiva das teorias verdadeiras.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
3. O conhecimento é construído com base em teorias que orientam a observação, em outras palavras, uma observação depende da teoria.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
4. A eficácia e a objetividade do trabalho científico consistem em seguir fielmente as fases ordenadas do método científico: observação, hipótese, experimentação e elaboração de teorias.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:

(continua)

(continuação)

5. Os cientistas explicam os fatos por meio de teorias que já estavam em suas cabeças antes da observação dos fatos.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
6. Toda investigação científica começa pela observação rigorosa do fenômeno que se estuda.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
7. O conhecimento científico se gera graças à capacidade que os seres humanos possuem para propor problemas e imaginar possíveis soluções.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
8. Através do experimento, o cientista comprova se sua hipótese de trabalho é verdadeira ou falsa.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
9. Ao realizar uma observação o cientista não deve sofrer a influência de teorias prévias sobre o problema investigado.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
10. O método científico é um conjunto de etapas de atividades práticas e mentais que sem dúvida alguma levará a um conhecimento verdadeiro.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
11. As hipóteses dirigem o processo de investigação científica.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:

(continua)

(continuação)

12. Teorias científicas são derivadas, de um modo rigoroso, de fatos adquiridos pela observação e pela experimentação.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
13. As teorias determinam quais experimentos são considerados legítimos e como eles devem ser conduzidos. Em outras palavras, não existem experimentos independentes de teorias.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
14. Cientistas são membros da sociedade. Quando um assunto desperta o interesse da sociedade, os cientistas são mais aptos para estudá-lo.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
15. O cientista não sofre influência do meio social, ele faz ciência dentro de seu espaço específico.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:
16. O cientista pode solicitar apoio das agências de financiamento. Entretanto, elas não exercem influência sobre sua pesquisa.	( ) Concordo ( ) Estou propenso a concordar ( ) Estou propenso a discordar ( ) Discordo	Justificativa:

Escreva aqui (se desejar) observações que ache pertinente sobre o instrumento (entendimento das questões, configuração, etc.): _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

APÊNDICE IV – Atividade 1b

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE 1b – IDENTIFICAÇÃO DAS IDEIAS SOBRE A CIÊNCIA** **DIADEMA – 2015**

Nome:_____data:_____

Caro aluno, nessa atividade solicitamos que você represente nos espaços a seguir (por meio de desenhos, esquemas ou escrita) o que pensa sobre os temas descritos. Sua representação é livre, fique à vontade para utilizar sua criatividade!

a) A ciência na vida do homem

b) A construção do conhecimento científico

c) O cientista e seu trabalho

d) A relação existente entre ciência e tecnologia

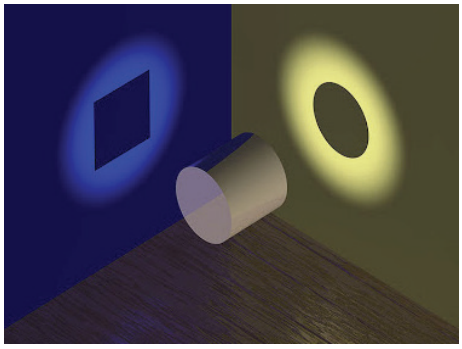
e) A ciência e a sociedade

APÊNDICE V – Atividade 1c

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE 1c – IDENTIFICAÇÃO DAS IDEIAS SOBRE A CIÊNCIA** **DIADEMA – 2015**

Nome:_____data:_____

Parte 1 – Caro aluno: abaixo estão destacadas imagens relacionadas ao nosso tema de estudo. Você poderia relatar o que observa e pensa sobre cada uma delas? Há espaço para suas anotações em cada imagem.



_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

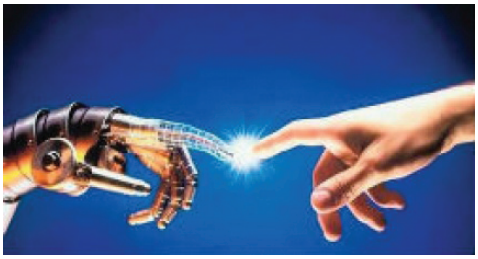


Illustration by Taylor Jones for the Hoover Digest.

APÊNDICE VI – Atividade experimental – parte 1

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE – ANÁLISE DE EXPERIMENTOS – Grupo nº_____data:_____** **DIADEMA – 2015**

Caro grupo: vocês estão recebendo roteiros de duas atividades experimentais. Leiam os roteiros com atenção, utilizem os materiais disponíveis para a realização da atividade e, ao término, o grupo completará o que será solicitado.

Roteiro 1 – CONDUTIBILIDADE DOS METAIS

Objetivos

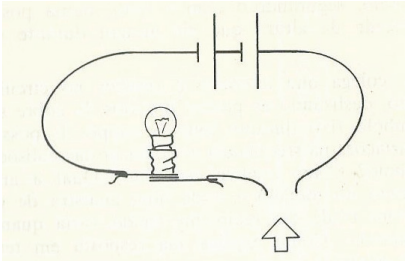
- Demonstrar experimentalmente a natureza elétrica dos metais.
- Relacionar a condutibilidade elétrica dos metais com sua estrutura atômica.

Material utilizado

- 2 pilhas de 1,5 V
- 2 porta-pilhas
- 4 pedaços de fios de cobre, aproximadamente 300 mm de comprimento
- 1 lâmpada miniatura de 2,5 V
- 1 soquete para lâmpada miniatura
- Objetos de ferro, cobre, zinco, alumínio e outros metais, ligas, plásticos, borracha, madeira, etc.

Procedimento

- Monte o circuito representado na figura, deixando-o aberto



- Teste o circuito, tocando brevemente as pontas dos fios entre si. Se a lâmpada não acender, verifique as conexões.
- Feche o circuito, colocando um dos objetos no local assinalado pela seta. A lâmpada se acende?
- Repita o procedimento anterior para cada um dos objetos. Em todos os casos a lâmpada se acende? Tente explicar os resultados obtidos.

Descreva no espaço a seguir: se o grupo fosse ministrar uma aula de ciências que envolvesse o tema, como utilizaria o experimento nessa aula? Justifique seu raciocínio:

_____

_____

_____

_____

Roteiro 2 – DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE METAIS.

Objetivos

- Determinar a densidade de cada amostra e posteriormente fazer uma comparação com os resultados obtidos no experimento e os dados de uma tabela de densidades conhecidas.

Material

- 1 Proveta de 25 ml
- Cilindros de metal/ objeto (ferro, alumínio, cobre plástico)
- Água
- Balança

Procedimento

- Pesar cada cilindro seco. Anotar o valor da massa obtida na tabela. É conveniente que se determine a massa com pelo menos uma casa decimal.
- Colocar água de torneira na proveta até 10 ml e com cuidado para acertar o menisco. Anotar o volume na tabela levando em consideração a precisão da proveta utilizada (décimos mililitros).
- Colocar uma das amostras de metal desconhecido na proveta, devagar para não quebrá -la (para isso inclinar a proveta sem derramar a água, colocar cuidadosamente o cilindro e deixar que ele escorregue pela parede da proveta). Anote o volume do sistema na tabela abaixo.
- Determinar a diferença de volume e calcular a densidade do metal em estudo.
- Repetir este procedimento para a outra amostra de metal.

Tabela 1 – Anotações

Metal/Objeto	Massa	Volume	Densidade
Ferro			
Alumínio			
Cobre			
Plástico			
Estanho			

Tabela 2 – Densidade de alguns metais/ objetos (oficinas temáticas no ensino público – Gepec – USP)

Metal	Densidade (g/cm^3)	Objeto/Metal	Densidade (g/cm^3)
Alumínio	2,7	Plástico	0,90
Cobre	8,9	Ouro	19,3
Estanho	7,2	Prata	10,5
Ferro	7,8	Chumbo	11,3

Descreva no espaço a seguir: Se o grupo fosse ministrar uma aula de ciências que envolvesse o tema, como utilizaria o experimento nessa aula? Justifique seu raciocínio

Para o grupo qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências? Explique

APÊNDICE VII – Avaliação dos seminários pelos licenciandos

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **AVALIAÇÃO DOS SEMINÁRIOS** **DIADEMA – 2015 – DATA:_____**

Nome:_____

Texto do seminário: _____

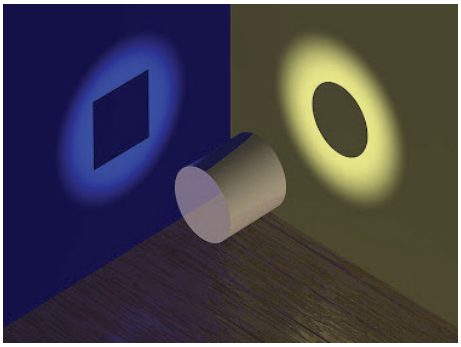
Caro aluno: no espaço a seguir, relate por escrito os pontos que você considerou mais importantes no texto lido e na discussão em sala de aula. Relate também eventuais dúvidas sobre o assunto.

APÊNDICE VIII – Atividade 2

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE 2 – IDENTIFICAÇÃO DAS IDEIAS SOBRE A CIÊNCIA** **DIADEMA – 2014**

Nome:_____data:_____

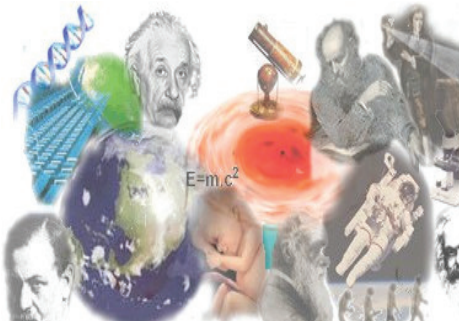
Parte 2 – Caro aluno: Com o auxílio dos temas estudados nos seminários, qual a visão de ciência ou perspectivas da Filosofia da Ciência você considera que pode se relacionar em cada imagem? Escreva sua opinião nos espaços ao lado das imagens.

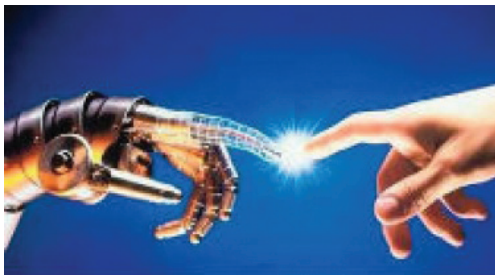


_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____


E=m.c²



INSURANCE

SCIENCE
POLITICS

APÊNDICE IX – Atividade experimental – parte 2

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE – ANÁLISE DE EXPERIMENTOS – Grupo nº_____data:_____** **DIADEMA – 2015**

Caro grupo: vocês estão recebendo roteiros das atividades experimentais realizadas em nosso segundo encontro.

Roteiro 1 – CONDUTIBILIDADE DOS METAIS

Objetivos

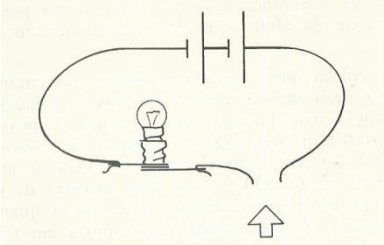
- Demonstrar experimentalmente a natureza elétrica dos metais.
- Relacionar a condutibilidade elétrica dos metais com sua estrutura atômica.

Material utilizado

- 2 pilhas de 1,5 V
- 2 porta-pilhas
- 4 pedaços de fios de cobre, aproximadamente 300 mm de comprimento
- 1 lâmpada miniatura de 2,5 V
- 1 soquete para lâmpada miniatura
- Objetos de ferro, cobre, zinco, alumínio e outros metais, ligas, plásticos, borracha, madeira, etc.

Procedimento

- Monte o circuito representado na figura, deixando-o aberto



- Teste o circuito, tocando brevemente as pontas dos fios entre si. Se a lâmpada não acender, verifique as conexões.
- Feche o circuito, colocando um dos objetos no local assinalado pela seta. A lâmpada se acende?
- Repita o procedimento anterior para cada um dos objetos. Em todos os casos a lâmpada se acende? Tente explicar os resultados obtidos.

Descreva no espaço a seguir: Com base nas discussões em sala de aula sobre o processo de construção do conhecimento científico, como vocês transformariam esse roteiro em uma atividade por investigação?

_____

_____

_____

_____

Roteiro 2 – DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE METAIS.

Objetivos

- Determinar a densidade de cada amostra e posteriormente fazer uma comparação com os resultados obtidos no experimento e os dados de uma tabela de densidades conhecidas.

Material

- 1 Proveta de 25 ml
- Cilindros de metal/objeto (ferro, alumínio, cobre plástico)
- Água
- Balança

Procedimento

- Pesar cada cilindro seco. Anotar o valor da massa obtida na tabela. É conveniente que se determine a massa com pelo menos uma casa decimal.
- Colocar água de torneira na proveta até 10 ml com cuidado para acertar o menisco. Anotar o volume na tabela levando em consideração a precisão da proveta utilizada (décimos mililitros).
- Colocar uma das amostras de metal desconhecido na proveta, devagar para não quebrá -la (para isso inclinar a proveta sem derramar a água, colocar cuidadosamente o cilindro e deixar que ele escorregue pela parede da proveta). Anote o volume do sistema na tabela abaixo.
- Determinar a diferença de volume e calcular a densidade do metal em estudo.
- Repetir este procedimento para a outra amostra de metal.

Tabela 1 – Anotações

Metal/Objeto	Massa	Volume	Densidade
Ferro			
Alumínio			
Cobre			
Plástico			
Estanho			

Tabela 2 – Densidade de alguns metais/ objetos (oficinas temáticas no ensino público – Gepec – USP)

Metal	Densidade (g/cm^3)	Objeto/Metal	Densidade (g/cm^3)
Alumínio	2,7	Plástico	0,90
Cobre	8,9	Ouro	19,3
Estanho	7,2	Prata	10,5
Ferro	7,8	Chumbo	11,3

Descreva no espaço a seguir: Com base nas discussões em sala de aula sobre o processo de construção do conhecimento científico, como vocês transformariam esse roteiro em uma atividade por investigação?

Para o grupo qual é o papel das atividades experimentais nas aulas de ciências? Explique

APÊNDICE X – Atividade final

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **ATIVIDADE FINAL** **DIADEMA – 2015**

Nome_____

Prezado aluno: Agradecemos sua participação nesta UC. Este instrumento se constitui em uma avaliação de sua trajetória no decorrer da eletiva e não haverá atribuição de nota. Solicitamos que responda as questões a seguir com seriedade para que suas opiniões a respeito dos assuntos destacados sejam a demonstração de sua forma de pensar.

Parte 1 – Avaliação sobre a eletiva

1. Qual a sua avaliação sobre a proposta da disciplina (temas estudados) e a sequência de atividades desenvolvidas?

2. Dos textos estudados, qual você considera mais importante? Explique o motivo

3. A disciplina contribuiu para sua formação docente? De que maneira? Comente.

4. O que o motivou a participar da UC e cumpri-la integralmente?

5. Qual a importância que você atribui aos conhecimentos sobre a natureza da ciência em sua formação? Comente.

6. Qual o momento da disciplina ou atividade realizada que foi mais significativa para você? Explique.

7. As suas expectativas em relação à eletiva foram atingidas? Comente.

8. Avalie, sem qualquer receio, os pontos positivos e negativos da eletiva. Aponte no mínimo dois para cada.

Parte 2 – Avaliação sobre os temas estudados na eletiva

1. Você considera que o conhecimento científico é o conhecimento que é provado?

2. A evolução da ciência se dá historicamente por meio de acumulação sucessiva de teorias verdadeiras?

3. Teorias científicas são derivadas, de um modo rigoroso, de fatos adquiridos pela observação e experimentação?

4. Você considera que o conhecimento é construído com base em teorias que orientam uma observação?

5. Uma investigação científica deve começar por uma rigorosa observação do fenômeno que se estuda?

6. A eficácia e objetividade do trabalho científico se dão quando se seguem fielmente as etapas ordenadas do método científico e que essa sequência levará a um conhecimento verdadeiro?

7. Como você entende a construção do conhecimento científico?

8. Como você descreveria o trabalho de um cientista?

9. Você considera que o processo de "fazer ciência" sofre influência da sociedade? Caso considere que existe influência, se o cientista seguisse fielmente o método científico, seria possível evitar tais influências? Comente

10. A escolha de um projeto de pesquisa financiado depende somente do cientista que irá desenvolvê-lo? Comente.

APÊNDICE XI – Orientações para a sequência didática

75 anos UNIFESP Universidade Federal de São Paulo 1933 - 2008	**PROJETO ZERO** **"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"** **DIADEMA – 2015** **ORIENTAÇÕES PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Caro aluno, a seguir estão algumas orientações para a elaboração de sua sequência didática (SD)

- Atividade individual a ser entregue, na forma impressa, até 22/05/2015.
- Escolher um tema de seu interesse (sua área de conhecimento).
- Indicar:

  - público-alvo;
  - quantidade de aulas (máximo de quatro aulas);
  - objetivos da SD;
  - estratégias de ensino;
  - atividades de avaliação.

- Indicar nos objetivos a visão sobre a ciência que você deseja construir no público-alvo (reflita sobre as discussões das linhas filosóficas e as visões distorcidas sobre a natureza do conhecimento científico).
-
- Utilize em sua SD as reflexões sobre a natureza da ciência realizadas nas discussões em sala de aula durante a eletiva e integre essas reflexões no tema escolhido, por meio de atividades elaboradas.

ANEXOS

ANEXO I - Autorização do comitê de ética UNIFESP para Projeto Zero

UNIFESP

Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 23 de setembro de 2011
CEP Nº: **1231/11**

Ilmo(a) Sr(a
Pesquisador(a): FLAMINIO DE OLIVEIRA RANGEL
Disciplina/Departamento: Campus Diadema
Pesquisadores associados: Flaminio de Oliveira Rangel (orientador)

Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo

TÍTULO DO ESTUDO: Projeto Zero :

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: Observacional

RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: Sem risco, sem procedimento invasivo

OBJETIVO DO ESTUDO: Promover a formação, ampla e de qualidade acadêmico-científica dos alunos da Licenciatura, estimulando a fixação de valores e de posturas que reforcem a cidadania e a consciência social dos alunos e a melhoria da própria licenciatura, atualmente em fase de implantação.

RESUMO: Este estudo visa apresentar as principais idéias e dar início à estruturação do Projeto Zero, uma proposta integrada de ensino, pesquisa e extensão, pensada enquanto formação incial, e também enquanto formação continuada a ser implementada no campus de Diadema, por professores e alunos da Licenciatura Plena em Ciências, com a cooperação de servidores técnico-administrativos em educação, de membros do Núcleo de Apoio aos Estudantes e em parceria com o Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa-Ação para uma comunidade saudável do Centro Multidisciplinar de Investigação Biológica da Unicamp. O público alvo deste estudo é o conjunto dos alunos da graduação que durante o transcorrer do projeto deve atingir 500 alunos a serem beneficiados. Também serão beneficiados os 4 professores da rede pública de ensino que serão integrados ao projeto para o estabelecimento de ligações entre a formação inicial e a formação continuada. Serão formadas as seguintes equipes de trabalho: uma oficina permanente de leitura e produção de textos acadêmicos com dois professores orientadores e com a participação obrigatória dos alunos do grupo com maior dificuldade em relação à leitura e escrita; equipe mista com 8 alunos e 2 técnicos em bioterismo para planejamento e produção de materiais multimidiáticos; equipe com 10 alunos para planejamento e formatação dos formulários da pesquisa a ser realizada entre os alunos da LPC; equipe com 10 alunos para produção dos materiais multimidiáticos e do ambiente virtual de apoio pedagógico e de divulgação científica; equipe de professores da Unifesp e da Unicamp para proporem seminários científicos que ajudem na abordagem teórico-metodológica dos problemas enfrentados no ensino de ciências. Serão usados softwares livre como a plataforma Moodle, OpenMeeting, BrOffice, Skype, Google Docs, Picasa e sites abertos de divulgação científica.

MATERIAL E MÉTODO: Estão descritos os procedimentos do estudo

TCLE: Apresentado adequadamente

DETALHAMENTO FINANCEIRO: Sem financiamento externo - R$ 20000,00

CRONOGRAMA DO ESTUDO: 24 meses

PRIMEIROS RELATÓRIOS PARCIAIS PREVISTOS PARA : 17/9/2012 e 12/9/2013

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo ANALISOU e APROVOU o projeto de pesquisa referenciado.
1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo

Página 1 de 1

Rua Botucatu, 572 - 1o andar - CEP 04023-062 - São Paulo/Brasil

CEP N 1231/11

ANEXO II - Questões formuladas pelos alunos nos seminários

Tema do seminário	Grupos e questões formuladas
Texto 1 ***Sobre o método científico***	**Grupo 1** – Tendo em vista a pouca idade e desenvolvimento cognitivo, o método científico não seria o mais aplicável às crianças do ensino fundamental? **Grupo 2** – O «método científico», como contestado no texto, seguindo grande formalismo inflexível incontestável, dogmático, é um modelo que não se aplica completamente ao ensino, uma vez que se mostra falho, errôneo. No entanto, esse modelo falho nos impregna, pois ainda é difundido pelos profissionais mais velhos, com formação nos antigos magistérios, e por grandes indústrias que comandam a confecção de materiais didáticos. Em meio a tudo isso, nós, em formação atualmente, que tendemos a ver ciência como construção humana, nos deparamos com uma grande problemática: como atuar com esse modelo de ciência quando livros de apoio e outros profissionais, por vezes, contrariam nossa forma de ver ciências? **Grupo 3** ***Questão 1*** – Até que ponto é interessante usar os livros para introduzir a metodologia científica? ***Questão 2*** – Na sua opinião, o método científico deve ser ensinado na escola? Se sim, como poderia ser ensinado? **Grupo 4** – Considerando que no texto o autor afirma que a concepção errônea de método científico vem sendo ensinado desde a educação infantil e este processo continua até o ensino médio, existindo também elementos que distanciam a ciência do aprendizado do professor e, consequentemente, do aluno como: a mídia tratar a ciência como uma construção linear, estática e verdadeira; o material de apoio usado pelos professores, na maioria das vezes, passa o método científico como algo infalível e não passível de erro e segundo Glen Aikenhead em 1973 no projeto “VOSTS (Views of Science-Technology- Society) constatando que os profissionais chegam ao ensino superior com uma visão deformada da ciência. Então, de que forma ensinar de maneira significativa a ideia de método científico abordado pelo autor, ou seja, de que o método científico é feito por indivíduos que pensam, sentem e fazem?

(continua)

(continuação)

Tema do seminário	Grupos e questões formuladas
Texto 2 ***Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação.***	**Grupo 2** – Quando pensamos em método científico conforma a sigla O.H.E.R.I.C., nos deparamos com um método idealizado, apresentando linearidade e rigidez. Nesse método pressupõe-se que a observação seja a mesma para todos os observadores, que as hipóteses formuladas poderiam ser de duas ordens: verdadeira ou falsa; entre outras implicações pertinentes a esse modelo de método científico. No entanto, esse modelo de método, notadamente, não leva em consideração as impressões (ou até mesmo imprecisões) advindas da natureza humana. Se esse método científico (se é que ele de fato exista) não leva em consideração a natureza humana por trás de seu contexto, como inserir o ser humano dentro desse método idealizado, já que o homem, por sua vez, impregna quaisquer conclusões formalizadas por esse modelo de método científico? **Grupo 3** – Pensando nos significados de método científico" e "investigação científica" atribuídos pelo autor do artigo, na sua opinião, qual das ferramentas é mais complexa para o ensino de ciência na sala de aula? Justifique. **Grupo 4** ***Questão 1*** – Em sua opinião, o que falta para alcançarmos um ensino de ciências menos baseado no designado método científico O.H.E.R.I.C. (observação, hipótese, experiência, resultados, interpretação, conclusão)? ***Questão 2*** – Como o professor deve trabalhar o método científico (que é apresentado nos livros didáticos) e a investigação na sala de aula? ***Questão 3*** – A teoria, segundo o método científico, é o produto final do processo (O.H.E.R.I.C.). Já para a investigação a teoria é passível de questionamentos e discussões. No segundo caso, é possível que os alunos tenham uma visão ingênua de que uma teoria seja algo superficial? Como evitar isso? **Grupo 5** – No contexto de ensino, se aplicam os métodos de indução, investigação e o método científico de forma separada e singular, ou se é possível incluir todas essas abordagens na construção do conhecimento?
Texto 3 ***Para uma imagem não deformada do trabalho científico***	**Grupo 1** – Dentro do texto, vemos que uma das principais falhas do pensamento de construção da ciência é um pensamento a-histórico e a-político. Podemos refletir formas didáticas de uma construção histórica do conheci-

(continua)

(continuação)

Tema do seminário	Grupos e questões formuladas
Texto 3 ***Para uma imagem não deformada do trabalho científico***	mento que aborde o conhecimento científico e os fatores humanos envolvidos na construção desse conhecimento dentro de um cronograma apertado, com qualidade e que deixe no mínimo uma noção básica dessa construção humana envolvida? (Como, por exemplo, de que a política é um fator de influência tão grande que a importância dada ao "pensamento científico" começou a partir da época da revolução industrial). **Grupo 3** ***Questão 1*** – Das visões deformadas descritas pelos autores, qual você julga ser a mais prejudicial para o ensino de ciências? ***Questão 2*** – Quais métodos poderiam ser usados para desfazer a visão distorcida da ciência e do cientista? **Grupo 4** ***Questão 1*** – A visão endurecida das descobertas científicas passadas pelos professores para os alunos afasta mais ainda os alunos, sociedade, do que realmente é ciência? ***Questão 2 –*** O efetivo ensino de ciências com abordagem CTS seria a "solução" para evitar o ensino equivocado das ciências? **Grupo 5** – Conhecendo quais são as deformações do trabalho científico, presentes no ensino de ciências, como você tentaria abordar conteúdos em sua sala de aula, considerando que o método científico está presente e deve ser seguido como currículo?
Texto 4 ***Concepções inadequadas de ciência e fazer científico: análise de um exemplo na literatura***	**Grupo 1** – Sabe-se, a partir da leitura do texto, que um cientista não é neutro em suas observações. Dentre as influências citadas – sociais, culturais, políticas, religiosas e pessoais, entre outras –, haveria uma mais importante? **Grupo 2** – Como futuros professores, como podemos inspirar futuros cientistas sem cair em concepções equivocadas sobre ciência e trabalho científico? **Grupo 4** ***Questão 1*** – Até que ponto textos de divulgação científica devem incluir informações de ciências baseadas no senso comum? Considerando seu sentido motivacional, e que é preciso chamar a atenção de um público não formado na área.

(continua)

(continuação)

Tema do seminário	Grupos e questões formuladas
Texto 4 ***Concepções inadequadas de ciência e fazer científico: análise de um exemplo na literatura***	***Questão 2*** – Até que ponto devemos conciliar o crer e o ver na ciência? **Grupo 5** – Em que argumentos Gleiser se baseia para afirmar que na ciência não é necessário crer, somente ver? E qual é a visão do autor do artigo com relação a essa posição contraditória de Gleiser?
Texto 5 ***Como trabalham os cientistas? Potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências***	**Grupo 1** – Como conseguir tempo nas aulas para introduzir a História da Ciência da forma proposta no artigo? Eliminar conteúdos ou simplificá-los? **Grupo 2** – Como construir um modelo de compreensão e transmissão da NdC de forma a vencer os limites entre aluno-professor, possibilitando uma aprendizagem significativa acerca do trabalho científico? **Grupo 3** – Em todas as ciências (biologia, química e física), é possível fazer discussões sobre a NdC? Se sim, é mais difícil em alguma delas? **Grupo 5** – Com base nos relatos dos alunos no decorrer do texto, é notável uma visão deturpada do que é ser cientista. Os autores dão uma sugestão de como iniciar uma abordagem de NdC, mas como você, sendo futuro professor, iria propor um segmento para essa abordagem?

ANEXO III - Sequência didática elaborada pelo licenciando 1

Sequência Didática

Todos no combate à dengue: unindo escola e comunidade

PÚBLICO ALVO:
- 1º ano ao 3º ano do Ensino Médio.

QUANTIDADE DE AULAS:
- 4 aulas.

OBJETIVOS:

Gerais

Despertar a reflexão e o senso crítico dos alunos no que se refere à dengue, às formas de combate e prevenção, de forma com que o conteúdo abordado contribua no seu processo de formação e sua atuação como cidadão na sociedade. E que assim consiga visualizar e perceber visões distorcidas da Ciência existentes na sociedade e possa contribuir para a minimização de conceptualizações errôneas.

Específicos

• Relacionar conhecimentos sobre a dengue com formas de prevenção;
• Exercitar o senso crítico e a habilidade de colocar em prática no seu cotidiano o que se aprende nas aulas;
• Colocar em prática os meios de prevenção vistos nas campanhas de combate à dengue.

CONTEÚDO

Dengue: características da doença, medidas profiláticas e aula prática com a construção de armadilha para o mosquito transmissor da dengue.

METODOLOGIA DE ENSINO
1ª aula – *Aproveitar dos conhecimentos prévios dos alunos sobre dengue.*

Para iniciar a aula o professor deve questionar os alunos sobre os noticiários a respeito da dengue vistos diariamente em todos os canais midiáticos como rádio, jornais impressos, telejornais e internet, levantando suas concepções e hipóteses sobre o assunto. Enquanto os alunos participam da aula contribuindo com suas falas, o professor anota na lousa em forma de tópicos as opiniões dos alunos para posterior discussão.

Na segunda parte da aula o professor pode aproveitar as questões levantadas pelos alunos para iniciar um debate aberto e discutir temas como agentes públicos para orientação da população a respeito do tema, tratamento e diagnóstico da dengue fazendo perguntas do tipo:

- Vocês já viram agentes públicos de saúde ou serviços como nebulização para combate ao mosquito passando pelo bairro? Com que frequência e em que época?

- Vocês utilizam o sistema público de saúde? Como é o atendimento?

- Conhecem alguém que já teve dengue? Como foi o diagnóstico e o tratamento?

Novamente faça anotações no quadro em tópicos, sintetizando as falas dos alunos. O professor deverá enfatizar que a principal forma de prevenção ao mosquito transmissor é a eliminação dos focos de água parada. Peça que expliquem o porquê e conclua com a turma que o mosquito *Aedes aegypti* depende da água parada para colocar seus ovos. Se não há ambientes adequados à procriação, fica mais fácil evitar a multiplicação dos vetores e minimizar a transmissão da doença.

Antes do término da aula o professor pede aos alunos que tragam para a próxima aula, materiais recicláveis para a produção da armadilha para mosquitos disponível em anexo, no roteiro da aula prática.

<u>2ª aula</u>

Aula prática com produção da armadilha para mosquitos e observação do seu ciclo de vida, desde as larvas até o próprio mosquito dentro da garrafa pet. Nesta segunda aula os alunos construirão sua própria armadilha para o mosquito e em seguida discutiremos algumas questões presentes no roteiro.

Aprofunde o tema trabalhando questões com os alunos como:

- Qual é o agente causador da dengue?

- Vírus x vetor *Aedes aegypti*.

- Outras doenças transmitidas por picadas de insetos como malária, leishmaniose, mal de Chagas e etc.

- Sintomas da doença como febre alta, dores musculares e nas juntas, vômito, diarreia, desmaio e etc.

- Comente que em alguns casos a doença pode apresentar um quadro mais grave, chamada dengue hemorrágica, causando sangramentos internos e que pode levar à morte.

- Existência de quatro tipos diferentes de vírus, e o contágio com um deles não garante imunidade aos demais.

- Problema grave da automedicação como exemplo a aspirina: se um paciente estiver com dengue e ingerir o ácido acetilsalicílico, presente no medicamento pode entrar em um quadro hemorrágico grave.

- Advertências do Ministério da Saúde que por vezes vemos nos comerciais de alguns remédios: “Este medicamento não é recomendado em caso de suspeita de dengue” e explique que esse alerta deve ser levado a sério.

- Os mosquitos tendem a se proliferar em dias mais quentes e úmidos, o que pode explicar o aumento de casos da doença em épocas quentes e úmidos, como no verão e primavera.

- Os mosquitos da dengue são mais ativos durante o dia, diferentemente dos mosquitos comuns, mais ativos no crepúsculo e à noite.

Peça aos alunos que pesquisem para a próxima aula, campanhas de combate à dengue, realizadas pelos órgãos públicos ou particulares vistos nas ruas, meios de transportes, mídias de comunicação e etc.

3ª aula

Discussão sobre meios de combate à dengue presentes no dia a dia, e com isso despertar e exercitar o papel de cidadão, cada um fazendo sua parte começando de dentro da própria casa .

Peça para os alunos se dividirem em grupos de até quatro alunos para que produzam sua própria campanha pra combater a dengue no bairro, preparando cartazes, panfletos, vídeos e etc.

Exemplos de campanhas contra a dengue:

- Campanha Contra a Dengue – Prevenção

http://www.educacao.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=16070

- 10 Minutos Contra a Dengue

http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/10minutos.html

http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/folder.pdf

- DENGUE

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/vigilancia_em_saude/dengue/index.php?p=3885

RECURSOS

Textos impressos, giz e lousa, gravura impressa e ampliada, projetores multimídia.

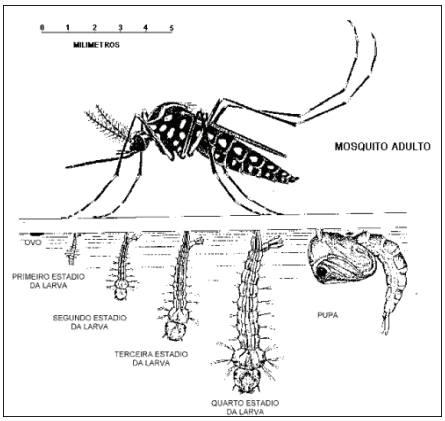
AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados pela participação nas aulas e na preparação da campanha de combate à dengue no bairro, onde serão observados seus conhecimentos prévios, interesse pelo assunto discutido e absorção do conteúdo.

ANEXO
Roteiro para aula prática: Combate à dengue e observação do ciclo de vida do seu vetor com a construção de armadilhas

"Com o verão e o calor chegando, moradores do Jardim Campanário, em Diadema, temem epidemia de dengue no bairro. Isso porque as obras da UBS (Unidade Básica de Saúde) Campanário, paralisadas desde o fim do ano passado, deram lugar a criadouro do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da doença." (http://www.dgabc.com.br/Noticia/494890/ubs-inacabada-oferece-risco-de-dengue-em-diadema?referencia=minuto-a-minuto-especial)

Todos os anos nos deparamos com o aumento no número de casos de dengue e neste ano não foi diferente, tivemos vários surtos de dengue em diversos pontos espalhados pelo país. Com a armadilha que construiremos hoje podemos ajudar no combate à dengue aprisionando o mosquito vetor, impedindo a continuidade do ciclo de vida de um possível mosquito infectado com o vírus da dengue e, além disso, será possível também, estudar e observar o ciclo de vida do vetor. Depois de pronta a armadilha, basta coloca-la em locais sombreados.



Fonte: http://daih.com.br/larvas-do-mosquito-da-dengue-conheca-seu-ciclo-de-vida/

Materiais:

- 1 garrafa PET de 1,5 ou dois litros;
- 1 tesoura sem ponta;
- 1 lixa para madeira número 180;
- 1 rolo de fita adesiva;
- 1 pedaço de tela para mosquito com a abertura da trama menor que 1mm ou micro-tule, conhecido também como véu de noiva, de 7 por 7 centímetros;
- 4 grãos de arroz ou alpiste ou um pouco de ração para gatos;
- água (aproximadamente 500 mL).

Procedimentos:

1) Retire a tampa da garrafa e, com cuidado, remova o anel do lacre sem quebrá-lo. Este será usado como componente da armadilha.

2) Corte a garrafa mais ou menos na altura onde ela começa a afinar para formar a boca (funil). Para facilitar, amasse a garrafa até obter uma dobra, onde pode ser feito uma marca. Coloque a tesoura na marca e faça o corte, obtendo duas partes.

3) Lixe a parte interna do funil de cima para baixo até que ela fique áspera e fosca onde se formarão sulcos.

4) Cubra a boca do funil com a tela pra mosquito. Use o anel do lacre como presilha, encaixando-o com cuidado até que ele alcance a segunda volta da rosca. Apare o excedente da malha que ficou aparecendo.

5) Coloque os grãos de arroz, alpiste ou um pouco de ração para gato dentro do copo.

6) Vede com a fita adesiva o funil e o recipiente. Encaixe o funil, com o bico para baixo, dentro do copo formado pela outra metade da garrafa.

7) Preencha com água metade do funil. Verifique o nível diariamente, repondo a água que evapora e deixe em locais sombreados.

Questões:

1) Observando sua armadilha acompanhe a metamorfose/evolução das larvas do mosquito de acordo com seu ciclo de vida e anote os dias das transformações.

2) Qual a importância de lixar a parede do funil?

3) Por que colocamos arroz, alpiste ou ração na água da armadilha?

Referências:

Lição de saúde: mobilize a classe numa guerra contra a dengue. Disponível em: <http://www.gentequeeduca.org.br/planos-de-aula/licao-de-saude-mobilize-classe-numa-guerra-contra-dengue>. Acesso em: 18/05/2015.

Maneiras de combater a dengue. Disponível em: <http://www.gentequeeduca.org.br/planos-de-aula/maneiras-de-combater-dengue>. Acesso em: 18/05/2015.

Muita informação e pouco efeito... O que fazer com a dengue? Disponível em: <http://www.gentequeeduca.org.br/planos-de-aula/muita-informacao-e-pouco-efeito-o-que-fazer-com-dengue>. Acesso em: 18/05/2015.

Mosquitérica. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1682606-4528,00.html>. Acesso em: 18/05/2015.

UBS inacabada oferece risco de dengue. Disponível em: <http://www.dgabc.com.br/Noticia/494890/ubs-inacabada-oferece-risco-de-dengue-em-diadema?referencia=minuto-a-minuto-especial>. Acesso em: 18/05/2015.

Larvas do mosquito da dengue, conheça seu ciclo de vida. Disponível em: <http://daih.com.br/larvas-do-mosquito-da-dengue-conheca-seu-ciclo-de-vida/>. Acesso em: 18/05/2015.

ANEXO IV - Sequência didática elaborada pelo licenciando 16

75 anos UNIFESP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

PROJETO ZERO
"INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA"
DIADEMA - 2015
Sequência Didática no ensino de Biologia

1. **Conteúdo:** Bioquímica Celular- Compostos orgânicos
2. **Público Alvo** : 1º ano do Ensino Médio
3. **Quantidade de aulas:** Três

4. **Objetivos**

4.1.Promover conhecimento sobre os compostos orgânicos bem como carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucléicos e vitaminas. Através destes, melhorar e valorizar o conhecimento dos alunos acerca da natureza da ciência, não só compreendendo uma série de fatos e leis da ciência, mas também, ter conhecimentos sobre o modo como o conhecimento científico é construído, e, ainda, sobre a natureza desse mesmo. Permitindo ao aluno posicionar-se melhor frente aos desafios crescentes e consigam tomar decisões sobre assuntos que envolvem a ciência, de uma forma mais informada e fundamentada.

4.2.Garantir estratégias de ensino que permitam aos alunos aprender ciências e construir uma imagem atual da ciência e do conhecimento científico.

4.3.Explicar sobre o método científico, o qual é usado de base na construção do conhecimento científico por muitos professores, contudo que traz visões distorcidas sobre este.
Fazê- los superar a visão de ciência que considera o processo de produção do conhecimento científico como uma rígida seqüência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta (método científico). Pois há uma constante interação entre o pensar, o sentir e o fazer nos indivíduos. Onde as pesquisas são conduzidas por pessoas normais, que erram, acertam, possuem angústias e alegrias, pessoas que sentem. Modificando a visão distorcida dos cientistas e suas descobertas que levam a uma visão indutivista da ciência.

4.4.Mostrar a influência da sociedade, religião, do meio na ciência.

4.5.É neste ano que começam as atividades nos laboratórios, tendo o principal foco em passar o papel da experimentação no ensino de ciências e sua importância na aprendizagem ao conhecimento científico .

75 anos UNIFESP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

5. Estratégias de ensino

5.1.Será dado o conteúdo de maneira tradicional, em lousa, e apresentações de power- point em duas aulas. Sendo questionados e podendo questionar sobre o assunto.

5.2.Serão feitas perguntas sobre o que eles pensam dos cientistas, método científico, e a natureza da ciência. Para entender a visão deles antes de terem as discussões sobre estes e sobre a atividade.Em seguida, será discutido esses assuntos brevemente.

5.3.Será dado uma atividade experimental no laboratório os quais terão já um conhecimento prévio das duas aulas anteriores, mostrando- os a importância deste para realizar a experiência. Logo, mostrando a visão distorcida dos cientistas ditos gênios excluídos da sociedade. E terão de construir hipóteses, teorias, chegando a uma conclusão. Terão que se dividir em grupos para realizar essa tarefa e a seguinte.

5.4. Através de um relatório sobre a visão deles da Natureza da Ciência, método científico, atividade experimental e sobre os cientistas, será mostrado o que os alunos absorveram do conteúdo que lhes foi passado.

5.5. Terão uma prova sobre o conteúdo das aulas de compostos orgânicos.

6. Atividades de avaliação

Os alunos serão avaliados através da participação nas aulas, da atividade experimental, do relatório e por fim, a prova final. Tendo o professor que atribuir notas de avaliação.

Aula experimental centrada na observação de fatos(resultados experimentais) e comprovação da teoria. Nesta atividade experimental onde terão de extrair o DNA de um morango, terão que:

-Apresentar situações problemáticas.

- Favorecer a reflexão.

-Considerar a elaboração de hipótese.

-Considerar as análises a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes.

- Análise detalhada dos resultados.

- Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

A elaboração de hipóteses é de fundamental importância nas atividades experimentais, pois pode exigir capacidade criativa e elaboração conceitual por parte dos alunos. Exerce um papel essencial para a construção do conhecimento científico, pois está vinculada à elaboração de estratégias para a coleta e análise de dados e, consequentemente, à resolução de uma situação problema. A atividade investigativa envolve a participação direta do aluno na resolução de um problema.

7. Referências

Texto "QUAL O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS?".

Texto " UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE MÉTODO CIENTÍFICO E DE INVESTIGAÇÃO".

Texto "CONCEPÇÕES INADEQUADAS DE CIÊNCIA E FAZER CIENTÍFICO: ANÁLISE DE UM EXEMPLO NA LITERATURA ".

Texto "COMO TRABALHAM OS CIENTISTAS? POTENCIALIDADES DE UMA ATIVIDADE DE ESCRITA PARA A DISCUSSÃO ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA NAS AULAS DE CIÊNCIAS".

http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=115&sid=3

http://marista.edu.br/diocesano/files/2010/01/matriz-curricular-1-ano-ensino-medio-marista.pdf

ANEXO V - Sequência didática elaborada pelo licenciando 2

UNIFESP- Universidade Federal de São Paulo

Curso de Ciências-Licenciatura- Interpretação dos Fatos Científicos

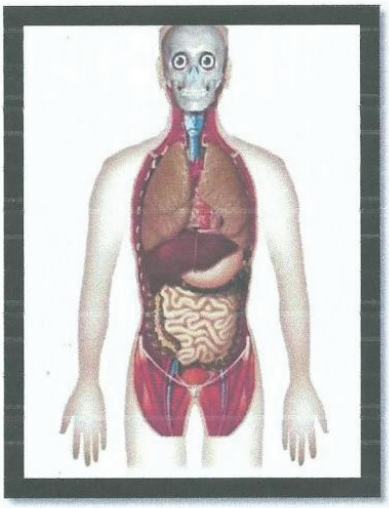
Atividade sobre a Sequência Didática

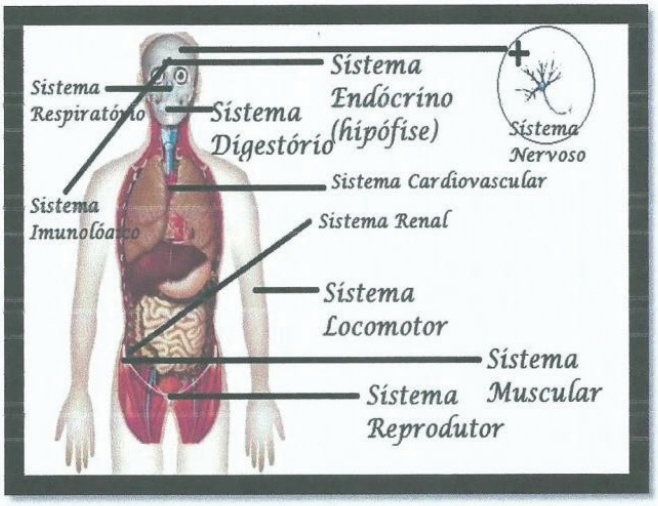
Introdução:

O trabalho é construído a partir do conteúdo estudado, focando em estratégias de desviar da forma errônea de como a ciência é apresentada e propondo uma possível solução para desviar o ensino de ciências desse problema.

Características:

- **Tema:** Ciências (8º e 9º ano) - Sistemas fisiológicos e patógenos
- **Público Alvo:** Ensino fundamental
- **Quantidade de aulas e aplicações:** Deverá ser disposto um período de três aulas para a realização da atividade, que acontecerá da seguinte forma:
  1ª aula: os alunos deverão se organizar em grupos de cinco pessoas e fazer um levantamento de todos os sistemas fisiológicos e suas características de funcionamento, enfatizo que os dados serão retirados a partir de livros ou material digitalizado que os alunos definirem por conta própria, posteriormente montarão um relatório com essas informações que será útil para a próxima etapa de atividade.
  2ª aula: Utilizando o relatório os alunos completarão a figura de corpo Humano, como representado abaixo, com os sistemas fisiológicos pesquisados. Visando compreende-los melhor.





3ª aula: A próxima etapa da atividade será realizada da seguinte forma: A partir do relatório e do esquema cada grupo receberá um patógeno relacionado com os sistemas fisiológicos afetados, sendo esses: Tuberculose (Sistema Respiratório), Hanseníase (Sistema Nervoso), Tétano (Sistema Muscular), Gonorréia (Sistema Reprodutor) e Difteria (Sistema Cardiovascular e Renal), e os alunos irão desenvolver um tratamento, baseado no conteúdo pesquisado anteriormente. Devo ressaltar que o aluno deverá relatar a solução para o patógeno e se o que ele encontrou é eficaz e como irá funcionar no sistema afetado.

- **Objetivo da sequência didática:** A sequência didática propõe que o aluno possa trabalhar seu âmbito investigativo através da pesquisa de dados, observação e organização desses dados. Embora o material estudado durante o semestre diga que a ciência nem sempre obedece a padrões impostos principalmente nos livros didáticos é regrada, a atividade propõe que o aluno s oriente da forma que achar conveniente, desenvolvendo uma espécie de trabalho científico, não há restrições de pesquisa, nem orientações de como fazer, podendo haver, portanto algumas frustrações. A intenção dessa atividade é conectar o aluno com o universo científico, para que o mesmo se sinta inserido nesse meio e torne esse universo mais atrativo.

- **Estratégias de ensino:** A visão construída da ciência genérica permite que aja um desinteresse pelo aprendizado, diante dos problemas e frustrações do aluno, sendo que se deve saber que isso faz parte do cotidiano do cientista e algumas descobertas foram feitas graças a essas frustrações. Basicamente a estratégia de ensino é tornar a ciência algo atrativo e interessante para o aluno, dando assim a liberdade de fazer suas próprias "descobertas" pessoais.

- **Atividades de Avaliação:** A atividade descrita será utilizada como uma forma de avaliação.

ANEXO VI - Sequência didática elaborada pelo licenciando 11

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Pretende-se apresentar uma sequência didática em aulas de Química no início do ano letivo do 1º ano do Ensino Médio, tendo como objetivo a apresentação da tabela periódica e a identificação de elementos por parte dos alunos.

- Tema: Tabela Periódica;
- Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio;
- Quantidade de Aulas: 3 aulas.

❖ **OBJETIVOS**

1) **Objetivos Gerais**
   - ➢ Identificação de elementos químicos e suas características;
   - ➢ Identificação da tabela periódica e como esta é organizada;
   - ➢ Promover uma aproximação entre o conteúdo estudado e a realidade do aluno.
2) **Objetivos Específicos**
   - ➢ Estimular a percepção do aluno de que a Química não é algo distante dele, fazendo-o compreender que ela está presente em todo lugar;
   - ➢ Promover investigações por parte do aluno;
   - ➢ Mostrar que os grandes inventores/pesquisadores/cientistas presentes na construção da Ciência também tiveram dificuldades, evidenciando que estes não são muito diferentes e distantes dos alunos;

❖ **ESTRATÉGIAS DE ENSINO**

➢ Investigação

1) Propor uma atividade no qual os alunos, separados em grupos, terão de identificar objetos encontrados em suas casas e separá-los em conjuntos que para eles, são similares de alguma maneira: seja em textura, cor, consistência, entre outros;
2) Após a realização da atividade, questioná-los sobre o que motivaram tal separação.

- Apresentação da Tabela Periódica

3) Dando sequência à atividade, apresenta-se a tabela periódica para os alunos, mostrando e explicando que da mesma maneira que eles separaram os objetos por características, o mesmo ocorre na organização da tabela;
4) Descrever quem e como criou-se a tabela periódica, evidenciando as dificuldades vividas por Dmitri Mendeleiev e sugerir que muitos desses grandes cientistas também passaram por dificuldades, abandonando as visões romantizadas que são passadas;
5) Explica-se a tabela periódica e as informações obtidas dela, mostrando que as cores representadas nesta mostra os três grandes grupos na tabela: o grupo dos metais, um segundo grupo um pouco menor, o dos não metais, e o terceiro grupo, dos gases nobres. E dentro destes grupos contém os nomes dos elementos, símbolos dos elementos, massa atômica, número atômico e elétrons nas camadas; em que as linhas horizontais denominam-se de períodos e neles os elementos estão dispostos na ordem crescente de seus números atômicos. Já em linhas verticais, temos as famílias e os elementos são organizados de acordo com suas propriedades;
6) Após a explicação, retomar a atividade anterior, no qual os alunos terão de identificar quais os elementos principais presentes nos objetos do cotidiano;
7) Ao fim da recente atividade, apresentar aos alunos vídeos e fotos de algumas substâncias dos principais elementos químicos e também de suas reações químicas.

❖ ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO

- Atividade expositiva, em que os alunos terão de reconhecer os elementos principais que constituem os itens e objetos apresentados à eles na aula expositiva;
- Atividade escrita, no qual deve-se escrever as propriedades de determinados elementos;

- Uma dinâmica competitiva, em que se é feita perguntas relacionadas as propriedades descritas na tabela periódica e o grupo que computar o maior número de acertos, ganha 2 pontos na média. O grupo perdedor ganha apenas 1 ponto.

ANEXO VII - Sequência didática elaborada pelo licenciando 12

Identificação
Série: 1° ano do Ensino Médio. Ano letivo: 2015 Turno: Matutino. Carga horária: 4 horas aula
Disciplina: Biologia.
Objetivo Geral Favorecer a curiosidade científica nos alunos; possibilitar ao aluno a apropriação do conhecimento; promover a autonomia; explicitar a visão da ciência sem a obrigatoriedade de um método científico algorítmico, infalível e imutável e de uma ciência mais humana, histórica e social; conceituar a biosfera e as diversas hipóteses de surgimento da vida e dos planetas.
Objetivo específico Conceituar a biosfera e origem da vida, elucidar a importância deste assunto para uma visão mais crítica. a) **Objetivos de habilidades:** Estabelecer uma visão menos rígida da ciência como um todo. Estabelecimento da relação dos conceitos estudados com eventos do cotidiano. Estabelecimento de correlações entre as hipóteses estudadas. b) **Objetivo de atitudes:** Espera-se que os alunos adquiram visão crítica sobre o tema, organize-se dentro do tempo proposto para realização da atividade e que participem ativamente da aula.

Conteúdo
1° aula: o que é ciência, como é o trabalho do cientista e a relação entre ciência e sociedade. Montagem de um experimento, que ao término da segunda aula poderá indicar para eles o porquê da teoria da geração espontânea não ser a mais apropriada. O experimento será feito utilizando uma caixa com alimentos como ração para cachorro fechada (isolada) e outra aberta exposto num mesmo ambiente, verificar as hipóteses deles para o que vai acontecer e o porquê irá ocorrer. 2° aula: origem da vida e suas variadas hipóteses- da religião até científica e sua importância. Verificação do experimento, solicitar que eles relacionem o que ocorreu com alguma das teorias vistas. 3° aula: origem do universo, do sistema solar, dos planetas e da especialmente da terra. 4° aula: avaliação
Avaliação
Os alunos deverão organizar-se em grupos de quatro ou cinco pessoas, onde cada grupo ficará responsável por pesquisar vida, obra, época, contexto e curiosidades, no qual os cientistas citados como, por exemplo: Francesco Redi, Lazzaro Spallanzani, Louis Pasteur, Robert Koch e Stanley Miller estavam inseridos e dispor essas informações em uma cartolina. Os grupos deverão unir as informações e montar uma linha do tempo que poderá ser exposta no mural da escola, por exemplo.
Bibliografia
Amabis, José Mariano; Martho, Gilberto Rodrigues, Biologia em contexto, – Do universo ás células vivas; volume 1- editora moderna.

ANEXO VIII - Sequência didática elaborada pelo licenciando 5

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

1. Plano de Ensino

1.1. Introdução

Este plano de ensino tem como proposta oferecer uma aula contextual, histórica e experimental. Será utilizará como apoio o caderno do aluno[1]. O plano de aula será designado para os alunos do 3º ano do ensino médio. A situação de aprendizagem é "O estudo da síntese e da produção industrial da amônia a partir dos gases nitrogênio e Hidrogênio". O objetivo da aula é fazer com que o aluno compreenda a importância do controle das condições externas (pressão e temperatura) em uma transformação química para que seja economicamente viável. (Bolean et al 2014).

Essas questões iniciais serão fundamentais para iniciar o tema. Pois houve um tempo em que não havia alimento suficiente para todos. Ao longo do tempo descobriu-se que as plantas necessitavam de certos elementos para crescerem. Uma linha do tempo pode esclarecer como se chegou a esse processo[2]. Desde o século XVIII, com a descoberta da fotossíntese, que se investigava porque em certas regiões as plantas cresciam com força e em outros lugares as plantas não tinham forças para se desenvolverem. Percebeu-se na havia em abundância na água do solo e no mar atmosférico os elementos oxigêncio (O_2), Hidrogênio (H_2O) e Gás Carbono (CO_2). Além desses elementos as plantas exigem uma porção mínima de outros elementos, como o Potássio (K), Nitrogênio (N), e o Fósforo (F), que também são retirador do solo. No nosso planeta, não há quantidade suficiente de solos férteis para plantar alimentos para todos. A maioria dos solos possuem quantidades insuficientes de Potássio (K), Nitrogênio (N), e o Fósforo (F), o que dificulta ou impede o crescimento saudável das plantas. A ausência desses elementos denomina-se "elementos limitantes". A deficiência desses elementos tornam o solo infértil.

1 BOLEAN, Armenak; et al.. Caderno do Aluno, Vol. 1, 3º série, Ensino Médio, Química: Ciências da Natureza. Nova edição 2014-2017. São Paulo. (p. 10-20).
2 CHAGAS, A. P. . A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. Química Nova, v. 30, p. 240, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000100039&script=sci_arttext> Acesso em: 22 mai. 2015.

Na busca por solução, muitos pesquisadores e cientistas da época estudaram a possibilidade de enriquecerem o solo. Era necessário expandir a superfície fértil da Terra, aumentando, assim, a disponibilidade de elementos limitantes. Esses elementos deveriam apresentar-se de forma biodisponivel, ou seja, nume forma capaz de serem absorvidos pelas plantas. Um dos elementos lmitantes era o nitrogênio, pois este se apresenta em sua forma molecular na atmosfera, embora em grandes quantidades, não é possível ser aproveitado pelas plantas. As plantas só é capaz de fixar o nitrogênio em sua forma biodisponível, isto é, transformar o nitrogênio gasoso em algum composto sólido ou líquido, o Nitrato (NO_2). Assim, foram desenvolvidos os adubos ou fertilizantes. Produtos que contém geralemnte, Nitrato de Potássio (KNO_3) junto com o Fósforo de Cálcio ($Ca_3(PO_4)_2$.

Nesse ponto se inicia a história, pois a fonte para os fertilizantes eram os depósitos naturais de guano[3] e salitre[4] que no final do século XIX, cientistas renomados como William Crookes (1832-1919), alerta sobre o esgotamento do salitre do Chile, e a urgência de se encontrar a maneira de fixar o nitrogênio da atmosfera, elemento em abundância para um futuro sem caos, e conclui em seu discurso, segundo (CHAGAS 2006, p. 242) "É o químico que deve vir salvar-nos... É por meio do laboratório que a fome poderá ser transformada em plenitude." Com esse discurso inicia-se a "corrida do nitrogênio" nos laboratórios. Muitas foram as tentativas de se sintetizar a amônia já no século XIX. Estes fracassos acabavam por mostrar uma impossibilidade de se conseguir a reação. Entretanto, com o desenvolvimento da Termodinâmica e da Cinética, principalmente os estudos de catálise, aumentavam também as esperanças. Nessa época a Inglaterra monopolisou o comércio de salitre do Chile, por essa razão, os outros países se viram na urgência da "corrida do nitrogênio" . No final do século XIX, a Alemanha, recém unificada, preocupada em construir sua hegemonia (politica e econômica) se dedicou a "corrida do nitrogênio". A Alemanha também estava empenhada em desenvolver um método de obtenção de amônia que utilizasse como matéria-prima o nitrogênio do ar. Wilhelm Ostwald (1853-1932) da Universidade de Leipzig (Alemanha), sobre ter obtido amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio em presença de ferro. Notificou as empresas BASF e Hoechst e, onde já havia os pontos fundamentais da futura síntese: alta temperatura, alta pressão, catalisador metálico e circulação dos gases. É nesse momento que entra o jovem químico,

---

3 Encyclopedia Britannica: **Guano** é o nome dado ás fezes das aves e morcegos, quando estas se acumulam. É usado como um excelente fertilizante , devido aos seus altos níveis de nitrogênio. É formado de :amoníaco, ácido úrico, ácido fosfórico , sais minerais, além do nitrogênio. É obtido em várias ilhas do oceano Pacífico, principalmente nas do Peru, onde no sec. XIX foi um dos grandes produtos de exportação. Disponível em: <http://global.britannica.com/EBchecked/topic/247789/guano> Acesso em> 20 mai. 2015.

4 Enciclopédia agrícola brasileira: **Salitre-do-Chile** - Adubos nitrogenadas minerais incluem um produto natural, o salitre-do-chile, muito usado no passado, mas atualmente de pouca importância. É extraído de depósitos situdos em regiões desérticas do norte do Chile, que se originaram de algas e excrementos de aves marinhas. A decomposição desse material orgânico, em contato com a água do mar, dá origem ao nitrato de sódio, principal composto encontrado no salitre-do-chile.

Carl Bosch (1874-1940), chamado por Heinrich von Brunck (1847-1911), diretor da BASF para testar a afirmação de Ostwald. Em (1900), Bosch observa que segundo (CHAGAS 2006, p. 242) "a pequena quantidade de amônia obtida por Ostwald não era devida à sintese, mas à hidrogenação do nitreto de ferro (Fe_3N), formado durante a preparação do catalisador". O processo de obtenção do gás amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio, permitiu a produção da amônia em escala industrial e economicamente viável. Essa descoberta garantiu autonomia e poder para a Alemanha. Nesse momento o professor poderá discutir com os alunos a questão da ciência para o "bem ou para o mal". Pois através dos descobrimentos científicos de Haber ocorreu a primeira guerra mundial. Na mesma situação de Haber, Einstein em 1939, fez parte do Projeto Manhattan, nos Estados Unidos, cujo objetivo final era produzir a bomba atômica que desolou as cidades de Hiroshima e Nagasaki. Promover uma discussão entre ciênia e o futuro da humanidade. Por exemplo, hoje a utilização sem controle dos fertilizantes na agricultura é causa de preocupação em relação as questões ambientais. Além dessa questão sobre fertilizantes, estar diretamente relacionada ao desmatamento florestal, esgotamento, ppoluição do sole e da água doce. Outra questão que pode ser trabalhada em sala de aula.

1. Questão social introduzida: Ciência e Tecnologia.	Questão social: Interesses científicos da academia se juntou a indústria química. Desenvolvimento tecnologico. Questões ambientais.
2. Uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada.	Síntese da Amônia.
3. O conteúdo científico trabalhado.	Estado de equilíbrio químico, Sistema fechado, relação entre (pressão, temperatura e gases), catalizadores.
4. A tecnologia é estudada em função dos conteúdos.	Fatores que podem influênciar na velocidade e na extensão com que uma transformação química acontece, principalmente em processos industriais.
5. Retomada da questão social.	Rediscussão sobre os efeitos da ciênica: Para o bem ou para o Mal?

1.2. Desenvolvimento.

Tema: Situação de aprendizagem 2 – Estudo da síntese e da produção industrial da amônia a partir dos gases nitrogênio e Hidrogênio.

Objetivos pedagógicos: Desenvolver no aluno a curiosidade, a criticidade e reflexão através do tema. Espera-se que o aluno compreendam a importância de se conhecer os fatores que podem influenciar na velocidade e na extensão com que uma transformação química acontece, principalmente nos processos industriais.

Tempo de duração: Considerando 2 aulas de 50 minutos.

Problematização e polêmicas: Inicialmente será abordado algumas questões sociais, tais como: você já parou pra pensar o que é necessário para produzir tanta comida?; Existem mais de 7 bilhões de pessoas no mundo, como é possível alimentar tanta gente? Será esses alimentos suficientes para alimentar todo o mundo?; Quanto uma pessoa adulta se alimenta em um ano? É possível imaginar que é preciso bilhões de toneladas de alimentos para ser suficiente para todos? Você consegue imaginar o processo de plantar, colher e distribuir o alimento todos os dias? Questões fundamentais para iniciar a aula, pois foi a partir da escassez de alimentos no passado que iniciaram a busca pela síntese da amônia. Como resultado espera-se a facilitação do aprendizado pela materialidade exibida por ilustrações, como uma alegoria que facilita a aproximação com o público e o despertar de seu interesse.

1.3 Aulas

1ª semana –
Aula 1 e 2
Materiais: Papel, louza e giz
Conteúdo: Estado de equilíbrio químico. Pressão e Tempratura.
Desenvolvimento: O professor iniciará a aula com questões sobre a fome, crescimento pupolacional humano, disperdício de alimento, entre outras. Levantado essa discussão, inicia-se com o assunto sobre a síntese da amônia, processo histórico. O professor pode montar um modelo da amônia, para demonstrar que apesar da molécula ser pequena e aparentemente simples, transformar (uma molécula de nitrogênio e três moléculas de hidrogênio), em (duas moléculas de amônia) é tecnicamente complexo, porque necessita de altas pressões e temperatura. O professor poderá aplicar um experimento sobre "Temperatura, pressão e volume de um gás", disponível em no sitede referência 3. O objetivo é fazer com que o aluno compreenda que as reações químicas são fundamentais para obtensão de certos resultados desejados. Muitos dos processos atuais dos cientistas é dedicado a essa compreensão.
Avaliação: Relatório a ser entregue na próxima aula.
Referência [1]: Ribeiro, D.. Processo de Haber-Bosch. Revista de Ciência Elementar, 1(01):0029.

2013. Disponível em: <http://rce.casadasciencias.org/conteudo/pdf/vol_1_num_1_26_art_processoHaberBosch.pdf> Acesso em: 20 mai. 2015.

Consulta ao site [1]: http://www.proenc.iq.unesp.br/index.php/quimica/199-leis-dos-gases Acesso em 20 mai 2015.
Consulta ao site [2]: http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/por-dentro-das-celulas/uma-descoberta-que-mudou-o-mundo Acesso em 20 mai 2015.]
Consulta ao site [3]: http://educador.brasilescola.com/estrategias-ensino/temperatura-pressao-volume-um-gas.htm

ANEXO IX - Sequência didática elaborada pelo licenciando 13

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE INTERPRETAÇÃO DE FATOS CIENTÍFICOS E A NATUREZA DA CIÊNCIA

1. DADOS GERAIS:

I. Título: ***" Adaptações – Compreendendo as diferenças conceituais das ideias de Darwin e Lamark, e analisando a importância das adaptações na continuidade das espécies. "***

II. Público Alvo: 1ª série do Ensino Médio;

III. Disciplina: Biologia;

IV. Tema: Evolução;

V. Quantidade de Aulas: 4 aulas.

Observação: Um aspecto a ser considerado no trabalho é o fato de que poderá se fazer uma abordagem interdisciplinar se possível, relacionando matérias como geografia e história. Além de que essa sequência de aulas deveria ser uma parte de uma sequência maior sobre evolução e alguns princípios de genética mendeliana, tratando de temas como: a origem da vida na terra, como era a terra primitiva, o que é evolução, quais são as evidências para a evolução.

2. JUSTIFICATIVA

Devemos considerar que essa sequência didática poderá ser adaptada de acordo com as necessidades e limitações que cada sala pode ter, principalmente no sentido de infraestrutura e materiais. Além de que poderia ser colocada inclusive durante o ensino fundamental ciclo II. A escolha do tema sendo evolução ocorreu por um único motivo: é um tema capaz de unificar toda a biologia (RIDLEY, 2006) e como esta disciplina, está muito presente dentro dos conteúdos dos anos finais do ensino fundamental bem como no ensino médio, justifica sua facilidade de adaptação.

Como evidenciado pelo autor anterior, compreender a evolução dos seres vivos favorece a compreensão de todos os temas da biologia, inclusive da própria história da humanidade quanto espécie. Deste modo, pode-se justificar a escolha de trabalhar com tal público no primeiro bimestre, mesmo esse tema sendo tradicionalmente colocado apenas na 3ª série, como um meio dos alunos compreenderem todos os temas e conteúdos subsequentes.

Agora para o 7º ano do ensino fundamental trabalha-se as classificações dos seres vivos, e não faz sentido esse tema sem evolução. Já que esta é a base de todas as classificações atuais, principalmente quando se trata da sistemática filogenética, que mesmo precisando ser adaptada para esse público, precisa-se falar de evolução para se chegar a isso.

3. **OBJETIVOS:**

- Compreender o papel das adaptações como um dos mecanismos de manutenção das espécies (sobrevivência);
- Discutir as ideias de Lamark e as influências que este teve para formulá-las;
- Discutir as ideias de Darwin e as influências que este teve para formulá-las;
- Conhecer as ideias de Alfred Wallace e como seu trabalho auxiliou na publicação da Teoria da Evolução das Espécies (Seleção Natural);
- Compreender um dos mecanismos que causa evolução: seleção natural;
- Conhecer os princípios da visão evolucionista;
- Explicar a adaptação dos seres vivos pela ação da seleção natural;
- Compreender seleção natural e saber dar exemplos reais de quando esta acontece;
- Investigar possíveis adaptações dentro de diversos contextos e grupos de seres vivos;

4. CONTEÚDOS:

- Pensamento evolucionista;
- Seleção Natural e adaptação;
- Darwinismo;
- Lamarkismo;

5. ESTRATÉGIAS DE ENSINO:

- Jogos que simulam situações onde os seres vivos precisam estar adaptados para sobreviver;
- Discussões com intensas participações dos alunos;
- Leitura de textos;
- Resoluções de protocolos de aulas;
- Resolução de questões;
- Dinâmicas fora da sala de aula;
- Aulas expositivas dialogadas.

6. ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO:

- Participação e interação dos alunos durante todas as aulas;
- Entregas das questões resolvidas;
- Entrega dos protocolos das dinâmicas e jogos;
- Entrega da redação sobre a viagem rumo a América do Sul.

DESCRICÃO DAS ATIVIDADES

Abaixo, encontram-se sintetizado todas as atividades a serem desenvolvidas durante as quatro aulas:

Aula	Atividades	Duração
1	Jogo – O Bico dos Tentilhões de Darwin ("Guerra dos Bicos").	0,5 aula

1	Discussão sistematizada sobre a atividade, respondendo o protocolo da aula. Início de uma conversa sobre a origem da diversidade da vida e adaptação.	0,5 aula
2	Leitura e Discussão do Texto 1 – Quem foi Lamark? E suas concepções sobre a origem da diversidade de vida.	0,5 aula
2	Atividade sobre as concepções que influenciaram Darwin.	0,5 aula
3	Atividade – "Rumo a cartografar a América do Sul"	0,75 aula
3	Atividade – Quem foi Wallace? Suas influências para a publicação da Teoria da Evolução das espécies.	0,25
4	Investigação, compreendendo os hábitos alimentares dos tentilhões a partir dos seus bicos. E outros tipos de adaptações.	0,75
4	Fechamento das atividades	0,25 aula

AULA 1: " Por que precisamos nos adaptar? "

Atividade 1: O Bico dos Tentilhões – "Guerra dos Bicos"

Objetivo: Entender e apresentar a lógica da seleção natural. Compreender a importância de adaptar ao meio em que se vive como forma de garantir a propagação da espécie.

Habilidades e Competências: Saber manusear instrumentos como: pinças, alicates, pregador de roupas, e outros. Seguir procedimentos e procurar meios para resolução de um problema.

Materiais utilizados: Grupo de ferramentas e utensílios (exemplo: pinças, alicates, pregadores, colheres e outros). Um recipiente, onde seriam colocadas sementes diversas (exemplo: grãos de arroz, nozes, pinhão, grãos de milho, feijão, frutas). Cronômetro.

Descrição da Atividade:

De acordo com a quantidade de utensílios e sementes distintas, ou seja, a quantidade de "kits" que ele terá a sua disposição, ele dividiria a sala em grupos suficientes. Esses kits contariam com uma certa quantidade de sementes por recipiente (exemplo: cinco grãos de arroz, cinco grãos de milho e assim por diante) representando a diversidade e quantidade de alimento naquele determinado habitat.

O ideal dessa atividade seria que o docente não transmitisse nenhuma ideia do que "está por vir" para os estudantes, para que assim eles possam refletir durante

todo o processo. Deste modo, com os grupos montados, cada aluno receberia um tipo de utensílio que por sua vez deve ser compatível para apanhar (adequadamente) um único tipo de semente/fruta. Poderia haver aqueles que sejam capazes de pegar mais de um, entretanto todos devem pegar no mínimo um. Se o docente julgar necessário, dois alunos de um mesmo grupo poderiam estar usando o mesmo instrumento com o fim de indicar que quando falamos de evolução não falamos de apenas um individuo bem adaptado, mais indivíduos dentro de uma população, adaptados e capazes de gerar descendentes, ou seja, que essas adaptações sejam herdáveis.

O professor informaria somente aos seus alunos, que estes são pássaros e que os utensílios representam seus bicos. E que sua tarefa então é de coletar (alimentar) os alimentos usando apenas o que lhe foram dados. O jogo acontece em rodadas, cada um com duração de 15 segundos cronometrados pelo professor, os estudantes que não coletarem nenhum grão saem do jogo (foram extintos) e assim permanecem os outros até permanecer somente os alunos que estão com os bicos mais adaptados e assim são capazes de gerar mais descentes.

Avaliação: Participação e interação dos alunos durante a atividade.

Atividade 2: Discussão sistematizada sobre a atividade dos Bicos dos Tentilhões, respondendo o protocolo da aula. Início de uma conversa sobre a origem da diversidade da vida e adaptação.[1]

Objetivo: Discutir com os alunos, o que eles perceberam durante a realização da atividade. Promover uma breve discussão a respeito da origem da diversidade da vida e o papel da adaptação.

Habilidades e Competências: Saber expressar-se verbalmente e oralmente suas opiniões e hipóteses. Responder protocolos de aulas práticas.

Materiais utilizados: Protocolo montado da aula prática.

Descrição da Atividade:

Pode-se dividir essa atividade em três momentos: resolução do protocolo, discussão sistematizada sobre a atividade e promoção inicial de uma reflexão sobre diversidade de vida e importância da adaptação.

Assim, logo após a finalização das atividades o professor pediria para que os alunos respondessem questões como:

1. Qual "Bico" foi extinto primeiro? Porque você acredita que isso aconteceu?
2. Qual "Bico" conseguiu coletar (alimentar) mais sementes/frutas?
3. Com o passar das rodadas, a velocidade de coleta aumentou ou diminuiu? Justifique.
4. Qual dos bicos conseguiu deixar mais descendentes? Justifique.

Nestas questões seria importante o professor não oferecer muitas explicações de modo a influenciar as respostas dos seus alunos. Já que esta atividade seria um bom mecanismo de compreensão das concepções prévias delas para que no decorrer da sequência o docente saiba que concepções errôneas seus alunos têm e que ele possa trabalhar em cima delas, refutando-as. Então durante a execução dessa parte, o professor deveria deixar claro que os alunos que saíram foram extintos por que não se alimentaram.

Após, iniciaria a discussão. O professor questionaria seus alunos o que eles perceberam com a atividade, as dificuldades, e o que foi ocorrendo com o passar das rodadas. Isso é importante porque é esperado que os estudantes iniciassem o jogo tentando pegar várias coisas, e percebendo que o seu utensílio é "muito bom" (bem adaptado) para coletar um tipo de semente/fruta. Assim o que no início era um teste de "o que eu posso comer", passa a ser uma repetição a cada tempo de 15 segundos, ou seja, como o utensílio é bom para pegar um tipo de alimento, pegarei somente este. O professor após refletir essas questões com os seus alunos passa então a falar dos animais que foram extintos e os mais bem adaptados. É esperado que os alunos compreendam que como eles não conseguiram se alimentar numa dada rodada, ele foi extinto, e os que mais rodadas ficaram conseguiram deixar mais descendentes porque estavam bem alimentados.

Com uma continuidade e dando início as questões das próximas aulas, o professor questionaria seus alunos do porque eles acreditam ser importante se adaptar ao meio em que vivem. E se uma podemos explicar a diversidade de seres vivos de acordo com essas adaptações. Antes de finalizar a aula, pedindo para que seus alunos reflitam sobre essas questões, o professor distribuiria o texto com um roteiro de questões que seria o material para a próxima aula.

Avaliação: Entrega do protocolo.

AULA 2: " O pescoço da Girafa cresce para poder alcançar os galhos mais altos das árvores – Entendendo o pensamento de Lamark e Darwin bem como as várias ideias que influenciaram suas teorias.

Atividade 3: Leitura e Discussão do Texto 1 – Quem foi Lamark? E suas concepções sobre a origem da diversidade de vida.

Objetivo: Compreender a origem do pensamento lamarckista. Discutir brevemente a bibliografia do naturalista. Compreender a teoria da progressão orgânica para explicar o que para Lamark seria adaptação.

Habilidades e Competências: Leitura de texto e resoluções de questões.

Materiais utilizados: Texto elaborado pelo professor.

Descrição da Atividade:

O texto elaborado pelo professor, que serviu de "lição de casa" para ser entregue na aula 02, falaria da questão das girafas, ele deveria constar as diferenças de concepções de Darwin e Lamark, sendo então dividido em duas partes (sem atribuições de nomes). No primeiro falando de Lamark onde a explicação para as girafas terem pescoços longos seriam para que se alimentarem que folhas no alto das copas das árvores e que existiria uma força interna, chamada fluido nervoso, que faria esses pescoços crescerem. No segundo, seria a explicação de que houve uma seleção que favoreceu indivíduos com os pescoços maiores. A questão seria para que o aluno refletisse qual explicação faria mais sentido, e que justificasse o porquê da sua escolha.

Os alunos possuem suas concepções acerca de evolução, mesmo que não saibam, é importante que o professor trabalhe com elas nesses momentos oportunos para que assim favoreça o aprendizado das teorias evolutivas. As influências (televisão, internet e outros) faz com que os alunos cheguem na escola com visões muito destorcidas e estas, por sua vez, influenciam seu aprendizado dentro da sala de aula (SANTOS & CALOR, 2007).

Portanto, o professor iniciaria a aula, justamente com a pergunta: "Por que as girafas têm pescoço grande (longo)? ", "Como isso acontece? ". O docente, ouviria as respostas, refutarias e faria um levantamento de quantos alunos concordam com a afirmação dos outros colegas e quantos discordam, nesse caso pediria a justificação

e faria um novo levantamento. Essas questões norteadoras são importantes para entender com qual tipo de teoria os alunos carregam como conhecimento prévio.

Num próximo momento, apresentaria Lamark, e explicar usando o texto sua teoria, falando de como as concepções de Platão influenciaram seus pensamentos. Que este não acreditava em extinção de espécies e que essas sempre foram iguais durante todo a sua história, mudando algumas características ao longo do tempo (exemplo: o mamute foi diminuindo de tamanho, diminuindo o tamanho de suas presas até chegar no elefante que temos hoje).

Essas questões são importantes por que para muitos isso é adaptação, indo contra ao conceito real dessa palavra. Os estudantes podem ter visões lamarckistas de diversificações de espécies mesmo nem conhecendo estas. Assim o professor seguiria a discussão de modo com que eles entendam como aquela formulação fazia todo o sentido naquela época, com os pensamentos que se tinham. E se eles conseguiam fazer essa relação.

Avaliação: Entrega das questões sobre o texto. Participação e interação dos alunos durante a aula.

Atividade 4 - Atividade sobre as concepções que influenciaram Darwin

Objetivo: Favorecer a compreensão de que a formulação de uma teoria depende de várias concepções que se tinham em uma dada época. Compreender as concepções que Darwin possuía antes de embarcar na viagem rumo a América do Sul.

Habilidades e Competências: Saber expressar verbalmente.

Materiais utilizados: Lousa e giz para possíveis explicações escritas.

Descrição da Atividade:

Após a explicação do que seria adaptação para Lamark e o que levou este a formular sua teoria da progressão orgânica. Passaria então a uma conversa do que estava acontecendo no mundo a respeito do tema e como tudo isso influenciou o que Darwin pensaria durante sua viagem.

Como as outras questões seriam discutidas no momento anterior, passaria então a relembrar o conceito de homologia, que já teria sido colocado em aulas anteriores. Assim passaria a discutir as duas escolas da geologia que influenciariam Darwin: o catastrofismo e o uniformitarismo, sendo a última a real influencia. E como

outras concepções já não falariam da "presença do divino" na diversidade de espécies, além de experimentos que demostravam as questões de consumo recurso.

E com essas visões que Darwin, ao desistir da medicina e trabalhar-se com naturalista. Embarcou numa viagem para cartografar a América do Sul, dando um leque para a próxima aula. Enfatizando, que já antes da sua viagem, esse naturalista tinha consigo a ideia de que pequenas transformações geológicas aconteceriam na Terra ao longo de muitos anos e que ainda acontecem, influenciando seu formato. Ou seja, que pequenas mudanças ao longo do tempo, causariam grandes transformações.

Avaliação: Participação dos alunos no decorrer da conversa.

AULA 3: "A viagem do HMS Beagle – Conhecer as motivações da viagem e o que levou Darwin a formular a Teoria da Evolução das Espécies: a ideia de descendência com modificação e o papel de Wallace. "

Atividade 5: A viagem do HMS Beagle

Objetivo: Fazer com que os alunos conhecem ao menos uma parte da viagem realizada por Darwin no navio HMS Beagle. Compreender o papel da variação geográfica na formulação de suas teorias. Compreender como ocorre a descendência com modificação.

Habilidades e Competências: Saber se localizar num mapa mundi.

Materiais utilizados: Mapa mundi, fichas elaboradas pelo professor.

Descrição da Atividade:

Essa aula seria uma discussão a respeito de alguns passos da viagem que Charles Darwin fez rumo a América do Sul. Poderia-se faz um paralelo com a geografia e a história, mostrando como são os lugares geográficos (sua posição e geografia) e o que acontecia no mundo, naquele momento.

O professor parte então para relembrar os aspectos que fizeram Darwin partir rumo a américa, o uniformitarismo e os experimentos de ilustração de relações consumidor recurso (exemplos). Ele coloca um mapa mundi na sala parte então com seus alunos rumo a mesma viagem, escolhendo alguns dos pontos chave. A cada lugar "visitado" pela turma ele colocaria uma explicação resumida do que Darwin

visualizou, coletou e inferiu sobre tal. Esses lugares visitados, são importantes para que os alunos compreendam aspectos de sua teoria, como por exemplo a variação geográfica de espécies em Galápagos, esse é o momento da explicação teórica sobre aspectos da Teoria da Origem das Espécies por Evolução (como por exemplo o mecanismo de seleção natural e a descendência com modificação). Um outro aspecto a ser colocado, muito ignorado por livros, é quando o naturalista chega ao chile e se depara com uma "floresta fóssil", ilustrando para ele como é a ação do tempo geológico (aspecto complexo de ser entendido pelos alunos).

Avaliação: Participação e interação dos alunos durante a aula. Entrega da redação na aula seguinte.

Atividade 6: Atividade – Quem foi Wallace? Suas influências para a publicação da Teoria da Evolução das espécies.

Objetivo: Apresentar aos alunos quem foi Alfred Wallace e como este auxiliou na publicação da Teoria da Evolução.

Habilidades e Competências: Leitura de textos.

Materiais utilizados: texto. Lousa e giz.

Descrição da Atividade:

No meio da atividade 5, o professor explicaria que ao mesmo tempo, quem foi Walace outro naturalista numa viagem a Amazônia compreenderia que um dos mecanismos de evolução seria justamente a seleção natural (junto com Darwin) ambos influenciados por experimentos que mostravam a relação consumidor recurso, fazendo-os compreender como é importante a presença do meio. Falar como isso foi importante para que Darwin publicasse conjuntamente a mesma.

Mesmo não sendo um trabalho, totalmente colaborativo, essa questão serve para que os alunos possam compreender que mais de uma pessoa pode gerar a mesma teoria ao mesmo tempo (chegar as mesmas conclusões). Além de mostrar as concepções que fizeram Darwin quase não publicar sua Teoria, além de romper com essa ideia que esta é somente de autoria dele, mas sim uma publicação conjunta.

Ao final da aula, o professor passaria as orientações para a entrega de uma redação, que deveria constar os aspectos mais importantes para os alunos da Viagem do Beagle e dos trabalhos de Wallace para formulação da Teoria, dando justificativas.

Mostrando também, aspectos teóricos do que foi aprendido por ele até o momento (como adaptações, seleção natural e descendência com modificação).

Avaliação: Participação e interação dos alunos durante as aulas. Entrega da Redação na aula seguinte.

AULA 4: " Investigando possíveis adaptações. "

Atividade 7: Investigação, compreendendo os hábitos alimentares dos tentilhões a partir dos seus bicos. E outros tipos de adaptações.

Objetivo: Fazer com que os alunos compreendam a relação com a diferença de bico com o tipo de alimentação dos referidos animais. Encontrar e analisar adaptações em outros exemplos.

Habilidades e Competências: Analisar imagens e justificar suas posições. Observar e formular hipóteses a partir de uma amostra de seres vivos.

Materiais utilizados: Livros, imagens dos tentilhões. Amostra de alguns animais e vegetais.

Descrição da Atividade:

Alunos vendo imagens deverão analisar e correlacionar, escrevendo no protocolo da aula prática, como o formato do bico relaciona-se com o tipo de alimentação diferenciada (como aqueles que se alimentam de cactos, sementes grandes, sementes pequenas, enfim). Seria interessante os próprios alunos escrevem que formato de bico existe para eles, e que eles façam a correlação com o tipo de alimentação (o professor disponibilizaria os hábitos alimentares existentes nos tentilhões, uns comem cactos, outras sementes, assim por diante).

E num segundo momento seriam mostrados exemplares fixados ou animais sem caixa craniana (em respeito à lei de experimentação animal no ensino) e espécies vegetais para que eles consigam perceber alguma adaptação (por exemplo - redução de folhas em cactos para armazenamento de água, mosquitos e pernilongos tem a mandíbula adaptada para sugar o sangue, o que para eles os vermes precisam ter para invadir o corpo dos humanos).

Avaliação: Entrega do protocolo da aula. Participação e interação dos alunos no decorrer da atividade.

Atividade 8: Fechamento das Atividades

Objetivo: Discutir a importância da adaptação na continuidade da vida.

Descrição da Atividade:

Enfatizar a função da adaptação na continuidade das espécies, por meio de uma discussão com os alunos, onde eles colocariam suas concepções sobre a sequência de atividades.

Avaliação: Participação e interação dos alunos no decorrer da atividade.

---

[1] Existem outras questões que diferem as teorias de Lamarck e Darwin, mas o enfoque dessa sequência didática seria de tratar das questões de adaptações dos seres vivos. Logo não se faz necessário, tratar de todas elas. Essa sequência didática seria apenas uma parte (adaptação) de uma série de aulas que tratariam de outros conceitos dentro desse mesmo tema.

REFERÊNCIAS

ARRIAL, R.T. **A Guerra dos Bicos.** Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/3597/Guerra_dos_Bicos-1.pdf?sequence=1>. Acesso 18 de maio de 2015 ás 20:40.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia dos Organismos**. Editora Moderna, São Paulo, 2004.

RIDLEY, M. **Evolução**. Editora Artmed, Porto Alegre, 2006.

SANTOS, C.M.D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II. *Ciência & Ensino*, v.1, n. 2, 2007.

LOPES, S. **Bio.** Editora Saraiva, São Paulo, 2010 v. 3.

ANEXO X - Sequência didática elaborada pelo licenciando 17

UC: Interpretação de fatos científicos e a natureza da ciência.

Sequência Didática

Vestígios evolutivos: como se dão os estudos sobre esse registro importante no estudo da evolução e sua correlação com geologia e fatos históricos.

Público Alvo: 9º ano
Quantidade de aulas: 4 de 50 minutos cada

Avaliação: Atividades em todas as aulas.

Objetivo da SD (estratégias de ensino)

Discutir conceitos de geologia e evolução em uma visão de ciência que:

- ✓ É construída coletivamente por indivíduos normais, ou seja, pessoas dedicadas, porém destituídas de "dons" e de insights milagrosos do tipo "Eureka".
- ✓ Considera a criatividade, a intuição, a tentativa e o erro como inerentes ao processo de construção do conhecimento cientifico, para evitar uma visão aproblemática e ahistórica, de apenas transmissão de conhecimento, sem influência do momento social.
- ✓ Proporciona uma visão interdisciplinar e não compartimentada da ciência, considerando sua relação entre os demais campos do conhecimento.
- ✓ Tem hipóteses como orientadoras de da investigação e dos referentes teóricos, para combater uma essa concepção empírico-indutivista e ateórica, uma das visões deformadas do trabalho cientifico segundo Gil Perez em 2001.

A sequência didática:

Aula 1

a) Atividade investigativa parte 1 – tempo estimado 15 a 20 minutos.

Iniciar a aula divulgando o recebimento de um email de uma amiga de graduação, uma bióloga, que está em outro continente e que como professora gostaria de compartilhar com eles, para que também ajudem em uma situação, então iniciar a leitura da suposto email, dizendo:

"Olá

Como está? Estou com saudades, não nos vemos a um bom tempo!
Estou na Indonésia estudando alguns fósseis, e durante a ida á uma caverna eu e minha equipe encontramos uma ossada desconhecida, não sabemos de que espécie se trata e não há nada nos livros com essas características.
Pensei em te contatar para que me ajude nesse estudo, e como sei que você dá aula, que pedisse pra

que seus alunos participassem também, ainda não temos muitas informações, a não ser que mede _____ e pesa _____.
Aguardo respostas, assim que tiver mais informações te digo,
Um grande Abraço,

Davinia Maria.
PS. Estou enviando a foto para que analisem."

Pedir para que primeiro façam um esboço de como imaginam que se dá o estudo e a construção de uma descoberta como aquela, registrem e entreguem como atividade.
E depois mostrar a foto, e os convidar a pensar um pouco sobre a imagem e as informações para que formulem suas primeiras hipóteses individuais e registrem no caderno.

Orientar com perguntas do tipo:

- Que animal você acredita que é? Por que?
- Você acha que este é um animal inteiro ou uma parte dele? Se apenas parte, qual?

- O que vocês acreditam que seja esse orifício?

Depois, escrevam uma carta em resposta, que contenha as hipóteses primárias e que caso queiram, peçam informações que eles acreditam que pode ajudar a descobrir que animal era aquele.

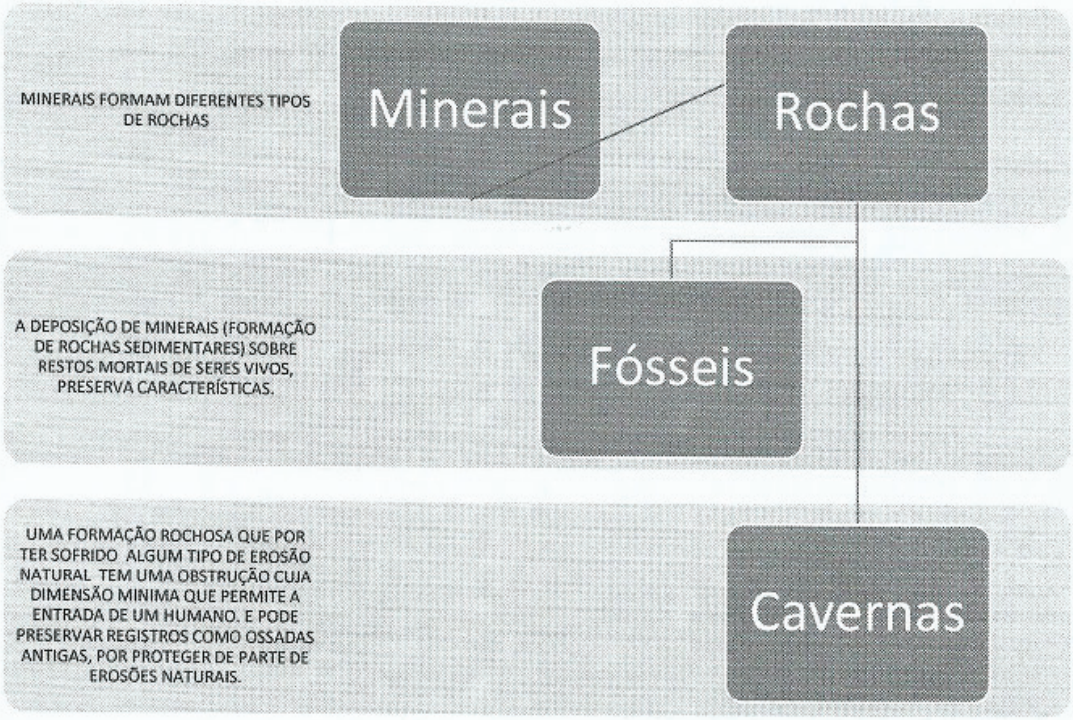
Depois de recolher as cartas e dizer que serão digitalizadas e enviadas á bióloga, e assim que tiver respostas passará a eles, mas no seguimento da aula, iniciar o estudo e discussão sobre alguns elementos do caso estudado.

b) Estudo dos Elementos - tempo estimado 25 a 30 minutos

Convidá-los então a discutir elementos da carta, deixar que proponham e caso não tenham citado acrescentar os tópicos: Fósseis e Cavernas.
Explicar as possíveis dúvidas, e entrar nos tópicos:

- ✓ Rochas e minerais – o que são, tipos, sua relação com a formação de fósseis.
- ✓ Fósseis– O que são? Por que são importantes pra ciência.
- ✓ Cavernas – características e formação e como auxiliou na preservação do fóssil.

Por fim pedir como atividade para entregar, que elaborarem um esquema de relações entre os três tópicos estudados, que provavelmente se parecerá com este:



Será um dos itens a serem avaliados.

Aula 2

a) **Atividade investigativa parte 2 – tempo estimado 20 minutos.**

Após analisar os registros da aula passada, a partir das informações pedidas pelos alunos, filtrar o que pode ser relevante e direcionador, trazer como informação na nova carta e também aspectos que irão direcionar uma reflexão que considera as outras áreas do conhecimento, como o momento social, a cultura e literatura:

"Querida

Fiquei muito feliz em receber as suas considerações e a de seus alunos, foram muito úteis. No mais, descobrimos a partir do teste de Carbono 14, que é bem antigo, tem _____ anos. E

que é um crânio.
O lugar em que estamos não tem muito acesso a internet e tem uma cultura muito antiga e tradicional de influência mitológica, os moradores com que tivemos contato chamaram o crânio de "Ciclope" por ter apenas um orifício na região dos olhos, acho que é uma curiosidade interessante para contar para seus alunos, a pesar de não acreditarmos que seja.
Manterei vocês informados.
Abraço a todos,
Darvínia."

Pedir então para que a partir das novas informações verifiquem se haverá alteração em sua primeira hipótese, se sim, que a registrem. Depois se reúnam em grupo para uma breve discussão sobre suas hipóteses e que cheguem a um consenso coletivo e o registrem também.

b) Estudo dos Elementos - tempo estimado 25 a 30 minutos

Iniciar então a discussão sobre dois tópicos:

- ✓ A forma como descobriram a idade do crânio, o Carbono 14.
- ✓ Ciclope, a hipótese dos nativos: uma contextualização com a mitologia.

Explicar de forma simples como a partir do carbono 14 se estima a data de materiais antigos. Discutir a história do ciclope segunda a mitologia, e que possivelmente os cientistas que estão trabalhando no caso não acreditam devido ao fato histórico que antigamente quando não se tinha informação ou entendimento sobre algo, surgiam muitos mitos envolvendo criaturas monstruosas, mitos que surgiam de situações sem interpretação e que eram usados muita das vezes por líderes para por medo a população e explicar sumiços de pessoas. E lançar a reflexão "Será que o momento histórico, as condições e interesse social, interfere nas considerações dos fatos? ", pedir para que discutam em grupo, cheguem a um consenso e registrem em seus cadernos.

Para finalizar, pedir para que cada grupo registre em uma nova carta para a ser enviada a bióloga, a nova hipótese e a reflexão do grupo. E esclarecer que a mesma será utilizada como atividade. Outra avaliação.

Aula 3

a) Atividade investigativa parte 3 – tempo estimado 15 minutos.

Iniciar a aula com a perspectiva de boas notícias, a Darvínia e sua equipe finalmente descobriram o que de quem é aquele crânio, ler o seguinte email:

"Professora e alunos,
Depois de muitos estudos chegamos a um resultado, o crânio é de um elefante!
Mas não o elefante que conhecemos hoje, é de um espécie já extinta, um elefante pigmeu, que era bem menos do que o que conhecemos, e viveu em várias ilhas do mediterrâneo, na época Pangéia, mas não se adaptou ao clima gerado pela separação dos continentes e se extinguiu.

O orifício que parece de um "ciclope" é na verdade o espaço da tromba.
Muito obrigada pela colaboração, foi muito importante, também gostei muito das reflexões que me mandaram, pois o trabalho cientifico é com certeza influenciado por fatores históricos e sociais.

Atenciosamente,
Darvínia."

Convidá-los a se reunir em grupos e discutir sobre os resultados, comparando-os com as hipóteses antecedentes, pedir que registrem as comparações em grupo como atividade.

b) Estudo dos Elementos - tempo estimado 25 a 30 minutos
Iniciar a discussão sobre os tópicos:

- ✓ A pangeia e como a terra adquiriu o formato atual dos continentes.
- ✓ A não adaptação e a extinção a Seleção Natural

Explicar como se deu o processo de formação do formato atual dos continentes.
Explicar a evolução através da seleção natural, onde indivíduos da mesma espécie, devido a variabilidade genética, possuem algumas características diferentes. Eventos naturais podem gerar dificuldades, e aqueles que possuem características que os permitam suportar tais dificuldades, acabam por se reproduzir mais e deixar descendentes, perpetuando a espécie, já os que cuja as características não são tão boas para sobreviver naquele ambiente, não se alimentam bem, não se reproduzem consideravelmente, deixando cada vez menos descendentes até não sobrar nenhum exemplar da espécie caracterizando extinção
De forma que a evolução não é melhora das espécies, mas perpetuação dos caracteres que melhor se adaptam ao ambiente.
E que na separação dos continentes, as espécies tiveram contato com pressões seletivas diferentes, separando as em espécies distintas.

Pedir que conversem entre si e estabeleçam relações entre a mudança na conformação do ambiente e a seleção natural e registrem tanto para estudo quanto para entregar como atividade.

Será outra atividade de avaliação.

Aula 4:

Roda de discussão.
Propor uma roda de discussão sobre a atividade como um todo, para que se discuta os conteúdos que aprendidos. Entregar a primeira atividade em que eles descreveram sua prévia opinião de como se constrói um conhecimento como aquele de descobrir a que espécie pertence uma ossada desconhecida. E verificar se a como um todo, a atividade exerceu algum tipo influência em sua percepção atual, caso seja diferente. Pedir para que registre e entregue como atividade.

Depois da discussão, esclarecer para os alunos que aquela atividade foi, em partes, fictícia. A bióloga Davínia, foi um personagem e a correspondência uma forma de trabalhar um caso real. O fóssil é verdadeiro, e todos os conteúdos discutidos também, o elefante pigmeu é sim a espécie que um dia teve seu crânio como gerador do mito do ciclope e se extinguiu pelos mesmo motivos discutidos.

Os elefantes pigmeus já estavam extintos nos tempos da Grécia antiga, mas alguns crânios se preservaram em cavernas, e o lugar onde a tromba se insere parece que é um olho e gerou-se o mito do monstro.
O intuito da atividade, foi desmistificar o trabalho cientifico, e a pesar de não serem eles os contribuintes na descoberta em questão, a coletividade é inerente, as hipóteses, as tentativas e erros são quem garantem a verdadeira natureza do trabalho cientifico, e este exposto a influência de caracteres sociais.
E os cientistas que trabalham em atividades como estas, são pessoas comuns como eles, que norteados pelas dúvidas se valeram de vários métodos para saná-las.

ANEXO XI - Sequência didática elaborada pelo licenciando 18

Sequência didática – Máquinas Térmicas

Área: Física

Tema: Máquinas Térmicas

Público Alvo: 2ª Série do Ensino Médio

Quantidade de Aulas: 4

Justificativa: Segundo o Tema Estruturador 2, presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais+, o estudo de temas relacionados ao calor pode proporcionar a compreensão da utilização do calor para obtenção de outras formas de energia, com identificação dos processos envolvidos, bem como seu uso social e os impactos ambientais que dele decorrem.

Objetivos Gerais:

- Proporcionar capacidade de aplicação de conceitos relevantes para a visão de mundo de cada indivíduo;
- Fomentar, por meio da imersão na cultura científica, a alfabetização científico-tecnológica para que, no futuro, os cidadãos estejam aptos a participar da tomada de decisões (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007);
- Colocar em prática as contribuições dos Parâmetros Curriculares Nacionais+ (PCN+) para propostas de renovação curricular;
- Proporcionar compreensão sobre a influência de fenômenos sócio-econômicos no desenvolvimento científico por meio do construtivismo social;
- Promover situações-problemas para que os alunos fiquem livres para expressar suas opiniões;
- Desenvolver conversas e atividades em grupo de forma a enfatizar a importância da dimensão coletiva do trabalho científico;
- Mudar a concepção pré-conceituosa sobre a física por meio de um ensino contextualizado;
- Discutir as relações da ciência com a sociedade, ambiente e tecnologia;
- Proporcionar compreensão da figura humana que é o cientista;

Objetivos específicos:

- Compreender a relação da variação de energia com a temperatura, avaliando mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria em processos tecnológicos;

- Identificar a importância do calor e os processos que envolvem o funcionamento de máquinas térmicas reais (geladeira, motores a vapor e a combustão, turbinas e usinas nucleares);
- Entender o funcionamento de máquinas térmicas convencionais;
- Entender o funcionamento de uma geladeira;
- Diferenciar máquinas térmicas convencionais da geladeira;
- Contribuir para o conhecimento da propagação de calor;
- Compreender o significado da eficiência nas máquinas térmicas por meio da identificação do calor como forma de dissipação de energia.

Conteúdos conceituais prévios:

- Calorimetria;
- Termometria;
- Comportamento dos gases.

Conteúdos conceituais a serem desenvolvidos:

- Funcionamento de máquinas térmicas;
- Compreender como a máquina térmica transforma calor em trabalho;

Estratégias de ensino

- **Aula 1**

Primeiro momento: Exibir o episódio 46 (A máquina da natureza) da série Universo Mecânico, que fala sobre o funcionamento de máquinas térmicas e sua relação com a Revolução Industrial e sobre a vida do engenheiro Carnot, que se baseou na ideia equivocada de calor como fluido (calórico) e não foi um "gênio" em vida, não tendo entusiasmado ninguém com suas ideias.

Segundo momento: Solicitar que os alunos se dividam em grupos. Cada grupo deve escolher um dos seguintes temas: Motor a combustão, Motor a vapor, Geladeira, Turbinas ou Usina Nuclear. Caso haja coincidência de temas escolhidos, realizar sorteio. Solicitar a elaboração de um seminário (15 minutos) sobre cada um dos temas, contendo: Relação com o conceito de máquina térmica, benefícios e malefícios sociais, ambientais e tecnológicos, contexto histórico em que surgiu e seu rendimento.

- **Aula 2:** Apresentação dos grupos 1, 2 e 3.

- **Aula 3**

Primeiro momento: Apresentação dos grupos 4 e 5.

Segundo momento: Roda de conversa sobre o contexto social de cada uma das máquinas térmicas apresentadas e qual delas é mais benéfica, levando em conta aspectos econômicos, sociais, ambientais e rendimento.

- **Aula 4:** Atividade prática (Anexo 1).

Primeiro momento: Solicitar que os alunos se separem em grupos. A atividade prática consistirá em pedir que, com os materiais fornecidos e conhecimentos prévios sobre o assunto, os alunos simulem o funcionamento de uma máquina térmica. Cada grupo representará um renomado centro de pesquisas; pedir que cada centro de pesquisa comunique seu respectivo nome.

Segundo momento: Primeiramente os alunos deverão tentar atingir o objetivo da atividade sem ter acesso ao roteiro, contando apenas com seus conhecimentos prévios sobre o assunto e, para isso, os centros de pesquisa poderão fazer colaborações e parcerias, enfatizando a importância da natureza coletiva do trabalho científico.

Terceiro momento: Após 20 minutos o roteiro será repassado aos alunos para que dêem continuidade à atividade.

Quarto momento: Ao final do experimento será solicitado a cada centro de pesquisa um breve relatório escrito, a ser elaborado ainda na aula, sobre as conclusões proporcionadas pela atividade experimental: Quando a seringa está imersa em água quente, o êmbolo sobe um pouco, pois o gás aprisionado é aquecido pela água e empurra o êmbolo, realizando trabalho devido à força aplicada sobre o êmbolo. Ao entrar em contato com os cubos de gelo, o êmbolo tende a retornar à sua posição inicial.

Atividades de avaliação

- Participação na apresentação e elaboração dos seminários;
- Participação na roda de conversa;
- Participação na atividade experimental;
- Elaboração do relatório.

Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Média: **Parâmetros Curriculares Nacionais + - Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Física. Secretaria de Educação Média. Brasília: MEC – SEMTEC, 2002. 122p

CABRAL, F.; LAGO, A. **Física 2.** São Paulo: Harbra, 2002. 516p

Gil-Pérez, D. et al. **Para Uma Imagem Não Deformada Do Trabalho Científico.** Ciência & Educação, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

Praia, J., Gil-Pérez, D., Vilches, A. **O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania.** Ciência & Educação, v.13, n. 2, p. 141-156, 2007.

Universo Mecânico. **A máquina da Natureza.** Temporada 1. Episódio 46. Caltech. 1985-86

ANEXO 1 - PRÁTICA EXPERIMENTAL

Objetivo: Demonstrar o princípio de funcionamento das máquinas térmicas.

Materiais:

- Seringa descartável de 20ml;
- Durepoxi;
- Recipiente;
- Água;
- Água quente;
- Cubos de gelo;
- 2 copos
- Detergente líquido

Procedimento:

I. Encher o recipiente com água e algumas gotas de detergente;

II. Colocar a ponta da seringa dentro do copo;

III. Encher e esvaziar a seringa algumas vezes para lubrificar o êmbolo;

IV. Vedar a ponta da seringa com Durepoxi;

V. Puxando e empurrando o êmbolo, verifique se a ponta da seringa está bem vedada.

VI. O êmbolo retorna para a mesma posição? Em caso positivo a seringa estará selada.

VII. Após selar a seringa, puxe o êmbolo até que ele marque 10ml;

VIII. Coloque água quente no copo até uma altura que possa cobrir a seringa até, pelo menos, a marca dos 15 ml;

IX. Encha o outro copo com os cubos de gelo;

X. Coloque a seringa no copo com água quente e observe o que acontece com o êmbolo por alguns minutos;

XI. Coloque a seringa no copo com os cubos de gelo e observe o que acontece com o êmbolo por alguns minutos.