UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

SUSAN BRUNA CARNEIRO ARAGÃO

A Alfabetização Científica na formação inicial de
professores de Ciências: análise de uma Unidade Curricular
planejada nessa perspectiva

São Paulo

2019

SUSAN BRUNA CARNEIRO ARAGÃO

A Alfabetização Científica na formação inicial de
professores de Ciências: análise de uma Unidade Curricular
planejada nessa perspectiva

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 a obtenção do título de Doutora
em Ensino de Ciências.

Área de Concentração: Química

Orientadora: Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro
Marcondes

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

2019

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

Aragão, Susan Bruna Carneiro

A alfabetização científica na formação inicial de professores de ciências: análise de uma unidade curricular planejada nessa perspectiva. São Paulo, 2019.

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

Orientador: Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e ensino; 2. Alfabetização científica; 3. Formação de professores; 4. Ensino de química.

USP/IF/SBI-013/2019

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. À minha família, minha mãe, Marlene, pelo apoio e incentivo durante toda a minha vida e a minha irmã, Goldie, que com muito carinho e apoio, me ajudou muito. Elas não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

À minha orientadora profa. Eunice, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta tese.

Ao formador e aos licenciandos participantes da pesquisa, que compartilharam suas ideias e contribuíram muito para a investigação e meu aprendizado.

Às minhas amigas Miriam, Simone e Marinalva, que sempre me incentivaram mesmo nas horas mais difíceis em que as forças e as ideias pareciam faltar.

À todos os amigos e colegas do grupo GEPEQ e do Sistema Mackenzie de Ensino, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

RESUMO

ARAGÃO, S. B. C. **A alfabetização científica na formação inicial de professores de ciências: análise de uma unidade curricular planejada nessa perspectiva.** 2019. 236f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

A Alfabetização Científica (AC) é uma expressão que, em geral, está relacionada à compreensão de conceitos científicos, ao entendimento da Natureza da Ciência e dos processos de investigação científica e à capacidade de um indivíduo de tomar decisões sobre questões sociocientíficas com base na ciência. Esse conceito foi desenvolvido em uma Unidade Curricular de um curso de licenciatura em Ciências de uma Universidade Federal brasileira, localizada na região metropolitana de São Paulo. O conteúdo da UC consistiu nos fundamentos da AC, as três abordagens: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), História e Filosofia da Ciência (HFC) e Experimentação Investigativa (EI) e ainda contemplou aspectos da Natureza da Ciência (NdC). Os objetivos da pesquisa foram investigar as concepções dos licenciandos ao longo da UC e verificar como as atividades propostas e as ações do formador contribuíram para a reflexão dos licenciandos sobre a Alfabetização Científica e seus fundamentos. O público-alvo dessa investigação foram 4 licenciandos dos cursos vespertino e noturno e um formador de professores de ciência. Os dados foram coletados por meio de atividades aplicadas pelo formador; diário de bordo dos licenciandos; entrevistas semiestruturadas com o formador; questionário e plano de aula final. Para a análise, foram utilizados os níveis de AC de Bybee e foram elaborados níveis de compreensão para cada abordagem. Os resultados indicaram que as atividades propostas e as ações do formador possibilitaram aos licenciandos a percepção, compreensão e reflexão sobre a Alfabetização Científica e seus fundamentos, promovendo a reformulação de suas concepções e a reorganização de suas estruturas de conhecimento.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Formação inicial de professores. Ensino de Ciências. Ensino de Química.

ABSTRACT

ARAGÃO, S. B. C. **Scientific Literacy in a Teacher Education Program: an analysis of an academic discipline based on this perspective.** 2019. 236f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Scientific Literacy (SL) is an expression that is related to the understanding of scientific concepts, the understanding of the Nature of Science and the processes of inquiry, and the ability of an individual to make decisions about science-based socio-scientific issues. This concept was developed in the academic course named Chemistry Teacher Practice of a Science Teacher Education Program of a Brazilian Federal University located in the metropolitan region of São Paulo. The course content was based on the fundamentals of SL, the three methodological approaches: Science-Technology-Society (STS), History and Philosophy of Science (HPS) and Inquiry (I) and aspects of the Nature of Science (NoS). The research objectives were to investigate the conceptions of the pre-service teachers throughout the subject and to verify how the proposed activities and the actions of the teacher educator contributed to the reflection of the pre-service teachers on the Scientific Literacy concept and its foundations. The research audiences were four undergraduate students from afternoon and evening courses and a Chemistry teacher educator. The data were collected through the activities applied by the teacher educator, students' journals, semi-structured interviews with the students and teacher educator; questionnaire and the final lesson plan. For the analysis, we used levels of SL and elaborated levels of understanding for each approach. The results indicated that the proposed activities and the actions of the teacher educator allowed the pre-service teachers to perceive, understand and reflect on the Scientific Literacy concept and its foundations, to reformulate their conceptions and to reorganize their knowledge structures.

Keywords: Scientific Literacy. Teacher Education. Science Teaching.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - AS DIFERENTES TRADUÇÕES PARA O PORTUGUÊS DA EXPRESSÃO “SCIENTIFIC LITERACY”	1
FIGURA 2 - AS INTER-RELAÇÕES ENTRE AS DIMENSÕES DO LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	11
FIGURA 3 – A ESSÊNCIA DO ENSINO CTS	21
FIGURA 4 – MODELO DE ABORDAGEM CTS DE AIKENHEAD	22
FIGURA 5 - NdC - PONTO EM COMUM AOS TRÊS FUNDAMENTOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	30
FIGURA 6 - TRANSCRIÇÃO DO ESQUEMA ELABORADO PELOS LICENCIANDOS NA ATIVIDADE COM POST-ITS SOBRE AC	108
FIGURA 7 - NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS DO LICENCIANDO.....	153
FIGURA 8 – TEXTO 1 DO PLANO DE AULA SOBRE A VIDA DE ALESSANDRO VOLTA.	156
FIGURA 9 – TEXTO PARA A 4ª E 5ª AULAS	158
FIGURA 10 – TRECHO 7.....	160
FIGURA 11 - NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS DO LICENCIANDO.....	163
FIGURA 12 – NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS.....	168
FIGURA 13 – NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS.....	174

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS NÍVEIS DE PROFICIÊNCIA EM CIÊNCIAS – PISA 2015	12
QUADRO 2 – QUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE CIÊNCIAS PISA 2006, 2009, 2012 E 2015.....	13
QUADRO 3 - NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	14
QUADRO 4 – EXEMPLO DE RESPOSTA DE CADA CATEGORIA.....	32
QUADRO 5 - AULAS DA UNIDADE CURRICULAR “PRÁTICA DE ENSINO DE QUÍMICA II” 2015.....	44
QUADRO 6 - AULAS DA UNIDADE CURRICULAR “PRÁTICA DE ENSINO DE QUÍMICA II” 2016.....	48
QUADRO 7 - NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	58
QUADRO 8 - NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS DE AC.....	59
QUADRO 9 – DESCRIÇÃO DAS AULAS DA UC PRÁTICA PEDAGÓGICA DE QUÍMICA II - 2016.....	65
QUADRO 10 – ATIVIDADES E AÇÕES DO FORMADOR QUE PROPICIARAM A PERCEPÇÃO DOS LICENCIANDOS	68
QUADRO 11 – ATIVIDADES E AÇÕES DO FORMADOR QUE PROPICIARAM A COMPREENSÃO DOS LICENCIANDOS.....	77
QUADRO 12 – ATIVIDADES E AÇÕES DO FORMADOR QUE PROPICIARAM A REFLEXÃO DOS LICENCIANDOS	105
QUADRO 13 – CINCO PRINCIPAIS HABILIDADES CONSIDERADAS PELOS	106
QUADRO 14 - CINCO PRINCIPAIS HABILIDADES CONSIDERADAS PELOS LICENCIANDOS DO GRUPO DE L4 PARA A AC.....	106
QUADRO 15 - AS PRINCIPAIS IDEIAS/HABILIDADES ESCOLHIDAS PELOS LICENCIANDOS PARA DEFINIR A AC.....	107
QUADRO 16 – CONTEÚDOS C, T, S E A NO PLANO DE AULA ANALISADO POR L1 E L2.....	110
QUADRO 17 – ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA CTS REALIZADA PELO LICENCIANDO L3 E SUA DUPLA.....	111
QUADRO 18 - CONTEÚDOS C, T, S E A NO PLANO DE AULA ANALISADO POR L3 CLASSIFICADOS PELA PESQUISADORA.....	111
QUADRO 19 - CONTEÚDOS C, T, S E A NO PLANO DE AULA ANALISADO POR L4.....	112
QUADRO 20 – QUADRO SINTÉTICO DO PLANO DE AULA HFC DOS LICENCIANDOS L1 E L2	117
QUADRO 21 - QUADRO SINTÉTICO DO PLANO DE AULA HFC DA DUPLA DO LICENCIANDO L3	119
QUADRO 22 - QUADRO SINTÉTICO DO PLANO DE AULA HFC DA DUPLA DO LICENCIANDO L4	121
QUADRO 23 - TRANSCRIÇÃO DE TRECHO DO ÁUDIO DO RELATO DOS LICENCIANDOS SOBRE A OFICINA “ENERGIA E SUSTENTABILIDADE” NO GEPEQ – USP	128
QUADRO 24 - TRECHO DA TRANSCRIÇÃO DO ÁUDIO SOBRE A DISCUSSÃO SOBRE EI.....	129
QUADRO 25 – QUADRO SINTÉTICO DO PLANO DE AULA DE L1	146
QUADRO 26 – CONTEÚDOS C, T, S E A NO PLANO DE AULA DE L1.....	147
QUADRO 27 – QUADRO SINTÉTICO DO PLANO DE AULA DE L2	154
QUADRO 28 – DIVISÃO DE GRUPOS E CONTEÚDOS PARA A PESQUISA	157
QUADRO 29 – “CRONOGRAMA” APRESENTADO NO PLANO DE AULA DE L3	164
QUADRO 30 - CONTEÚDOS ABORDADOS NO PLANO DE AULA DE L3	165
QUADRO 31 – QUADRO SINTÉTICO DO PLANO DE AULA DE L4	169
QUADRO 32 – CONTEÚDOS C, T, S E A NO PLANO DE AULA DE L4.....	171

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS DOS LICENCIANDOS NA FASE 1 – PERCEPÇÃO....	76
TABELA 2 – NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS DOS LICENCIANDOS NA FASE 2 – COMPREENSÃO	104
TABELA 3 - NÍVEIS DE AC E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DOS FUNDAMENTOS DOS LICENCIANDOS NA FASE 3 – REFLEXÃO	133
TABELA 5 - CATEGORIZAÇÃO DAS AFIRMAÇÕES DO QUESTIONÁRIO COCS.....	142
TABELA 6 – RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS NA CATEGORIA A.....	143
TABELA 7 – RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS NA CATEGORIA C.....	144
TABELA 8 – RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS NA CATEGORIA F.....	144

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
CTS	Ciência –Tecnologia–Sociedade
EI	Experimentação Investigativa
GEPEQ	Grupo de Pesquisa em Educação Química
HFC	História e Filosofia da Ciência
IQUSP	Instituto de Química da Universidade de São Paulo
LD	Livro Didático
OECD	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PRO	Processo de Reflexão Orientada
PPEQ II	Prática Pedagógica de Ensino de Química II
SD	Sequência Didática
UC	Unidade Curricular
Pibid	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: DIFERENTES VISÕES E OBJETIVOS EM COMUM.....	3
2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E AS REFORMAS CURRICULARES	7
2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: AVALIAÇÃO PISA	10
2.2.1 Níveis de AC.....	14
3 FUNDAMENTOS DA AC	15
3.1 A ABORDAGEM EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA (EI)	16
3.2 A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)	20
3.3 A ABORDAGEM HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC)	24
3.3.1 Natureza da Ciência (NdC)	26
3.4 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	30
3.5 A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS	34
4 A PROPOSTA DA PESQUISA	36
4.1 QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS.....	38
4.2 HIPÓTESE E JUSTIFICATIVA.....	38
5 METODOLOGIA	40
5.1 DESCRIÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE EM QUESTÃO	40
5.1.1 Objetivos da UC Prática Pedagógica de Ensino de Química II	42
5.2 DESCRIÇÃO DAS AULAS INVESTIGADAS EM 2015.....	43
5.3 DESCRIÇÃO DAS AULAS INVESTIGADAS EM 2016.....	47
5.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS	57
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	61
6.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PROPOSTA DE UC VOLTADA PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	61
6.1.1 Fase 1: Percepção.....	68
6.1.2 Fase 2: Compreensão	77
6.1.3 Fase 3: Reflexão.....	105
6.1.4 Fase 4: Auto-avaliação	137
6.2 ANÁLISE SOBRE AS VISÕES DE CIÊNCIA – QUESTIONÁRIO COCs	142
6.3 FASE 4 - PLANO DE AULA	145
6.3.1 Análise do plano de aula do licenciando L1	146

6.3.2 <i>Análise do plano de aula do licenciando L2</i>	153
6.3.3 <i>Análise do plano de aula do licenciando L3</i>	164
6.3.4 <i>Análise do plano de aula do licenciando L4</i>	168
7 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES	175
REFERÊNCIAS	179
APÊNDICES	186
ANEXOS	200

1 Introdução

A “Alfabetização Científica”, em inglês, *Scientific Literacy*, é uma expressão que, em geral, está relacionada à compreensão de conceitos científicos, ao entendimento da Natureza da Ciência e dos processos de investigação científica e à capacidade de um indivíduo tomar decisões sobre questões sociocientíficas com base na ciência.

No cenário internacional, a discussão sobre a Alfabetização Científica (AC) teve início na segunda metade do século XX e se intensificou na década de 1990. Nessa época, havia um movimento consensual de mudança no ensino de Ciências. Rodger W. Bybee (1993), em seu livro “*Reforming Science Education*” (Reformando o Ensino de Ciências) argumenta sobre a urgência dessa mudança, já que a maneira de fazer Ciência sofrera transformações, e que a ciência impactava diretamente a sociedade, a economia e a vida das pessoas.

No Brasil, o início dessa discussão foi marcado pelas divergências na tradução da expressão, em inglês, *Scientific Literacy*. Há pelo menos três traduções dessa expressão encontradas na literatura brasileira: “Alfabetização Científica”, “Letramento Científico”, “Enculturação Científica”. Há, ainda, a expressão Alfabetização/Letramento Científico e Tecnológico, quando se inclui a tecnologia.

Figura 1 - As diferentes traduções para o português da expressão “*Scientific Literacy*”¹.

Fonte: Elaboração nossa.

¹ Aragão, S. B. C. **Alfabetização científica**: concepções dos futuros professores de química. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14102015-151323/pt-br.php>. Acesso em: 26 set. 2018.

Para este trabalho, buscando ampliar e dar continuidade à pesquisa realizada no mestrado, será utilizado a expressão “Alfabetização Científica” (AC).

No trabalho de mestrado, foram identificados três fundamentos para o ensino de Ciências na perspectiva da Alfabetização Científica (AC), que são as abordagens: Experimentação Investigativa (EI), Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e a História e Filosofia da Ciência (HFC) (ARAGÃO, MARCONDES, 2018). Essas três abordagens foram consideradas na pesquisa de doutorado, em que se conduziu uma investigação acerca da Unidade Curricular (UC)² “Prática de Ensino de Química” de um curso de licenciatura em Ciências, de uma universidade federal brasileira, localizada na região metropolitana de São Paulo.

Nessa UC, o formador de professores de Ciências elaborou atividades que proporcionassem a reflexão dos licenciados acerca da Alfabetização Científica, um dos alvos para o ensino e a aprendizagem dos alunos na educação básica. Além do conceito de Alfabetização Científica, o formador abordou com os licenciandos os conteúdos sobre os três fundamentos para o ensino de Ciências na perspectiva da AC: Experimentação Investigativa (EI), Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e História e Filosofia da Ciência (HFC).

A pesquisadora participou de todas as aulas da UC que foram ministradas em 2015, como piloto, e em 2016, coletando os dados por meio de questionários, entrevistas com os licenciandos, gravações de áudio e anotações das aulas. Também foram realizadas entrevistas e aplicados questionários para o formador, levando-o a refletir sobre suas ações ao longo da UC. Os resultados apontaram que os licenciandos puderam desenvolver suas concepções acerca do ensino de Ciências voltado para a Alfabetização Científica, e pôde-se verificar que as ações do formador contribuíram para isso.

² A expressão Unidade Curricular é designada pela instituição pesquisada para as disciplinas escolares.

2 Alfabetização Científica: diferentes visões e objetivos em comum

A Alfabetização Científica (AC) é um conceito amplo que abrange muitos significados no ensino de Ciências. Esse conceito sofreu transformações significativas com o tempo (DEBOER, 2000).

Data de 1958 a publicação de um dos primeiros artigos acerca da AC, intitulado: *Science Literacy: its meaning for American schools*³, de Paul Hurd. Nessa época, Hurd ocupava o lugar de professor associado da Universidade de Stanford, na Califórnia. Em seu artigo, ele argumenta que a ciência e suas aplicações na tecnologia tornaram-se a maior característica da sociedade moderna e que o ensino de Ciências não deveria ser restringido a apenas uma pequena parcela de indivíduos. Para ele, “o ensino de Ciências deve ter um lugar significativo no currículo de 1ª a 12ª séries” e a Alfabetização Científica se referia aos objetivos do ensino de Ciências (HURD, 1958).

O autor destaca uma preocupação, que havia em sua época, sobre a próxima geração ser capaz de dar continuidade ao processo acelerado de crescimento da ciência. E questiona se os elaboradores de currículos seriam capazes de formular um programa educacional adequado para proporcionar aos alunos o interesse pela ciência e a formação técnica para o mercado de trabalho. Havia, então, uma grande necessidade de se fazer “algo” sobre o ensino de Ciências que implicasse em uma grande ação conjunta para desenvolver a Alfabetização Científica dos alunos.

Nos anos 1970, quando a sociedade industrializada estava em pleno crescimento, as discussões sobre a Alfabetização Científica foram propagadas e intensificadas. Nesse contexto, Benjamin S. P. Shen publicou o artigo *Science Literacy: public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike* (SHEN, 1975). Nesse artigo, Shen apresenta três formas de AC: prática, civil e cultural.

Shen descreveu uma pessoa alfabetizada cientificamente de maneira prática como aquela que possui conhecimentos práticos de ciência e tecnologia e é capaz de

³ HURD, D. P. *Science Literacy: its meaning for American schools*. **Journal of the Association for Supervision and Curriculum Development**, p. 13-52, Oct. 1958. Disponível em: <http://edcipro.com/wp-content/uploads/2016/09/Hurd_1958_Science-literacy.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

aplicá-los em seu dia a dia. Para ele, esse era o tipo de AC mais necessário para pessoas de países em desenvolvimento. Já uma pessoa alfabetizada cientificamente de maneira cívica é interessada em assuntos sociocientíficos e é capaz de se envolver em debates, tomar decisões e avaliar riscos e benefícios de evidências científicas. Para isso, as pessoas deveriam estar mais expostas à ciência e à sua linguagem, que deveria estar mais próxima à linguagem dos cidadãos. E, para Shen, apenas uma pequena parcela da população era considerada alfabetizada cientificamente de maneira cultural.

Uma pessoa alfabetizada cientificamente de maneira cultural aprecia a ciência da mesma maneira que alguém aprecia música. Ela pode não ser capaz de resolver problemas práticos, mas ajuda a construir uma ponte entre a ciência e a cultura humana. O autor conclui seu artigo defendendo a ideia de que a linguagem técnica da ciência deveria ser “traduzida” para o público leigo, para que este possa compreendê-la, e que havia uma grande necessidade, na época, de popularizar a ciência. Para isso, ele afirma: “Projetos de Alfabetização Científica deveriam estar intimamente relacionados a projetos de alfabetização – leitura e escrita” (SHEN, 1975, p. 268, tradução nossa).

Na mesma época, Milton O. Pella publicou o artigo *The place or function of Science for a literate citizenry* (1976), em que argumenta que os cientistas estavam adentrando em discussões de questões científicas públicas (hoje chamadas de sociocientíficas), como problemas ambientais, produção de alimentos, genética e outros. Esse desafio fez com que cientistas e pessoas comuns comesçassem a perceber que os resultados da pesquisa experimental afetavam a sociedade. Essa percepção despertou o interesse dos jovens pela ciência.

Mesmo que o interesse pela ciência estivesse crescendo, para Pella, não era possível que todas as pessoas entendessem ciência no mesmo nível. O autor afirma que algumas pessoas conseguem entender o universo natural e o construído pelo homem de maneira limitada, são capazes de descrever e elaborar uma classificação superficial por meio do empirismo. Existem, ainda, algumas pessoas capazes de compreender conceitos e leis científicas de maneira quantitativa. Pensando no ensino de Ciências, para Pella, o nível de compreensão da ciência varia de acordo com as habilidades do aprendiz. Assim, ele estabeleceu oito termos que uma pessoa alfabetizada cientificamente compreenderia (PELLA, 1976, p. 100, tradução nossa):

1. Conceitos: estes compõem o vocabulário da ciência, são reconhecidos como empíricos e teóricos e existem em diferentes níveis de complexidade, sofisticação e abstração.
2. Leis empíricas: são observações consistentes do mundo natural e são verbalizadas utilizando os conceitos, combinando termos e convenções.
3. Leis teóricas: são postulados consistentes no mundo natural.
4. Princípios regulatórios: são regras que determinam os métodos empregados no desenvolvimento de conceitos e leis, bem como os critérios para sua aceitação.
5. Explicação: a subsunção de eventos sob leis, sejam teóricas ou empíricas.
6. Previsão: o uso de fatos e leis para modelar eventos.
7. Interação Ciência-Sociedade: o uso da produção científica e as demandas da sociedade por novos produtos e áreas de estudo, bem como as demandas da ciência em relação ao apoio e oportunidades de desenvolvimento.
8. Implicações humanísticas: o desenvolvimento histórico do conhecimento e como ele está inter-relacionado com a cultura.

Em síntese, para Pella, uma pessoa cientificamente alfabetizada é capaz de:

ter algum entendimento dos conceitos científicos, conhecer algumas das limitações e potencialidades desses conceitos, saber como e quando aplicar o conhecimento científico e conhecer alguns dos princípios regulatórios envolvidos na produção e uso desse conhecimento (PELLA, 1976, p. 101, tradução nossa).

Em seu artigo, é possível verificar que ele estava ciente de que o ensino de Ciências não era suficiente para desenvolver a AC. Para ele, a Alfabetização Científica não podia existir como uma “entidade única”, para realizar a Alfabetização Científica, também seria necessário alcançar a alfabetização em estudos sociais e humanidades. Ou seja, ele estava defendendo a necessidade de integrar a educação científica com outras disciplinas, entretanto, observa-se, nas décadas de 1980 e 1990, um distanciamento entre o ensino de Ciências e as demais disciplinas escolares, que tornaram-se cada vez mais fracionadas e específicas.

No final do século XX, Paul Hurd publicou o artigo *Scientific Literacy: new minds for a changing world* (HURD, 1998), em que argumenta sobre a necessidade de uma transformação nos currículos de Ciências. Quarenta anos depois das primeiras publicações sobre AC, Hurd defende, ainda, a ideia da mudança curricular do ensino de Ciências, levando em consideração o fato de “as visões de ciência dos cientistas e da sociedade estarem assumindo novas dimensões devido às modificações provocadas pela ciência e a tecnologia”, causando uma “rápida mudança cultural e uma era intensiva em conhecimento” (HURD, 1998, p. 411, tradução nossa).

Nesse contexto, ele definiu AC como uma “capacidade cognitiva para utilizar as informações da ciência e a tecnologia em assuntos humanos para o progresso da

sociedade e da economia.” (HURD, op. cit., p. 411, tradução nossa). Para ele, os alunos são alfabetizados cientificamente quando possuem um conjunto de habilidades.

Desse modo, o aluno é capaz de:

- distinguir especialistas dos desinformados.
- distinguir teoria de dogma, dados de mito e de folclore. Reconhecer que quase todos os fatos da vida de uma pessoa foram influenciados, de uma forma ou de outra, pela ciência/tecnologia.
- saber que a ciência, em contextos sociais, muitas vezes sofre influências em interpretações políticas, judiciais, éticas e, por vezes, morais.
- detectar as maneiras pelas quais a pesquisa científica é feita e como as descobertas são validadas.
- usar o conhecimento da ciência quando apropriado para tomar decisões sociais e pessoais, realizar julgamentos e resolver problemas.
- diferenciar ciência da pseudociência, como astrologia, charlatanismo, ocultismo e superstição.
- reconhecer a natureza cumulativa da ciência como uma "fronteira sem fim".
- reconhecer cientistas como produtores de conhecimento, e cidadãos como usuários do conhecimento científico.
- reconhecer lacunas, riscos, limites e probabilidades na tomada de decisões envolvendo conhecimento de ciência ou tecnologia.
- saber como analisar e processar informações para gerar conhecimento que se estende além dos fatos.
- reconhecer que conceitos, leis e teorias da ciência não são rígidos, mas têm essencialmente uma qualidade orgânica; eles crescem e se desenvolvem; o que é ensinado hoje pode não ter o mesmo significado amanhã.
- entender os problemas científicos em contextos pessoais e sociais, que podem ter mais de uma resposta “certa”, especialmente problemas que envolvem ações éticas, judiciais e políticas.
- reconhecer quando uma relação de causa e efeito não pode ser planejada.
- compreender a importância da pesquisa por si só como produto da curiosidade de um cientista.
- reconhecer que a economia global é amplamente influenciada pelos avanços em ciência e tecnologia.
- reconhecer que há questões culturais, éticas e morais na resolução científica de problemas sociais.
- reconhecer quando não se tem dados suficientes para tomar uma decisão racional ou formar um julgamento confiável.
- distinguir evidência de propaganda, fato de ficção, senso de tolice e conhecimento de opinião.
- enfrentar os problemas cívicos - sociais e pessoais - como exigindo uma síntese de conhecimento de diferentes campos, incluindo ciências naturais e sociais.
- reconhecer que há muito desconhecimento em um campo científico e que uma descoberta mais significativa pode ser anunciada amanhã.
- reconhecer que a Alfabetização Científica é um processo de aquisição, análise, síntese, codificação, avaliação e utilização da ciência e da tecnologia em contextos humanos e sociais.
- reconhecer as relações simbióticas entre ciência e tecnologia e entre ciência, tecnologia e assuntos humanos.
- reconhecer a realidade cotidiana das maneiras pelas quais a ciência e a tecnologia servem às capacidades adaptativas humanas e enriquecem seu capital.
- reconhecer que os problemas sociais são, geralmente, resolvidos por ação colaborativa, e não individual, entre cientistas.
- reconhecer que a solução imediata de um problema científico-social pode criar um problema relacionado mais tarde.
- reconhecer que as soluções de curto e longo prazo para um problema podem não ter a mesma resposta.

Observa-se, nesse conjunto de habilidades descrito por Hurd (1998), que define uma pessoa alfabetizada cientificamente, o conhecimento de conceitos científicos. Mas essa definição vai além, abarca o conhecimento sobre a Natureza da Ciência; a compreensão de que a ciência está inserida em um contexto, podendo exercer e sofrer influências de outras dimensões, como a tecnologia e a sociedade; e o conhecimento sobre a história e a filosofia da ciência.

No início do século XXI, com a publicação de *Handbook of Research on Science Education*, Douglas Roberts (2007) apresentou suas ideias no capítulo 25, *Scientific Literacy/Science Literacy*, argumentando que há duas visões sobre a definição de AC, as quais ele nomeia Visão I e Visão II. Na Visão I, a AC está definida como a compreensão dos conceitos e processos científicos, ou seja, do conhecimento científico puro. Já a Visão II enfatiza o caráter social da ciência, apresentando situações aos estudantes que envolvem aspectos científicos para que possam desenvolver sua cidadania (ROBERTS, 2007).

Diante dessas ideias, para este trabalho, defende-se que uma pessoa alfabetizada cientificamente é capaz de compreender os principais conceitos, princípios e teorias da ciência; aplicar o conhecimento nos contextos científico, histórico, social e ambiental e entender a Natureza da Ciência: normas, métodos científicos investigativos e a natureza do conhecimento científico (ARAGÃO, 2014).

2.1 Alfabetização Científica e as reformas curriculares

O conceito de Alfabetização Científica impactou o ensino de Ciências causando mudanças nas propostas curriculares, em diversos países, e inclusive no Brasil. Algumas dessas propostas serão apresentadas a seguir.

O documento *Beyond 2000: Science Education for the Future – The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation - King's College London*, elaborado por Millar e Osborne (1998), apresenta a Alfabetização Científica como o objetivo principal do ensino de Ciências. Os autores descrevem que esse deve ser o objetivo “para que todos os jovens cresçam em nossa sociedade, independentemente da carreira que aspiram e de suas capacidades.” (MILLAR; OSBORNE, 1998, p. 9, tradução nossa).

Eles argumentam que, por anos, a educação científica teve como objetivo preparar os alunos para serem futuros cientistas. Contudo, na sociedade atual, há uma demanda para a ampliação do conhecimento e do entendimento de ciência e sobre ciência da população em geral, a fim de que ela possa acompanhar debates de cunhos científico e tecnológico.

Em 2001, a Associação Americana para o Avanço da Ciência – AAAS lançou o projeto pedagógico *Project 2061: Science for all Americans* (AAAS, 2001), que define um indivíduo alfabetizado cientificamente como quem “entende a ciência, [...] compreende seus princípios e conceitos-chave, é familiarizado com o mundo natural, [...] usa o conhecimento e o pensamento científicos para propósitos pessoais e sociais” (AAAS, 2001, p. 1, tradução nossa).

Nesse contexto, a AAAS estabelece que, para alcançar a AC dos alunos, o ensino de Ciências deve enfatizar as relações entre as ciências naturais, sociais, a matemática e a tecnologia; abordar aspectos da Natureza da Ciência, os processos de investigação científica; apresentar as relações entre ciência e tecnologia; apresentar que a forma como o mundo está desenhado revela princípios de como o homem controla e modela o mundo de acordo com algumas áreas da tecnologia; apresentar como a estrutura de pensamento, atitudes, valores e costumes científicos é essencial para a Alfabetização Científica.

No documento australiano *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority*, a AC é definida como

a capacidade de compreender conceitos e a investigação científica, explicar fenômenos científicos, resolver problemas, elaborar conclusões baseadas em evidências, reconhecer que a ciência pode ajudar a tomar decisões responsáveis e moldar nossas interpretações de informações (ACARA, 2016, tradução nossa).

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) são referenciais e orientações pedagógicas para os profissionais docentes da educação. Foram elaborados no início do século XXI, a partir de ampla discussão com as equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, professores e alunos da rede pública e representantes da comunidade acadêmica. Nesses documentos, não há menção da expressão Alfabetização Científica. Mas há uma orientação para que o ensino de Ciências seja contextualizado e “que se explicita seu caráter dinâmico, multidimensional e histórico” (BRASIL, 2002).

Em dezembro de 2017, o documento Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017) foi homologado e estabeleceu uma norma para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental. Esse documento apresenta o letramento científico como objetivo do ensino de Ciências.

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. (BRASIL, 2017, p. 319)

O documento aponta uma das expectativas de aprendizagem dos alunos no Ensino Fundamental, a compreensão dos conhecimentos científicos e das práticas e procedimentos da investigação científica.

Em dezembro de 2018, foi homologada a parte da BNCC referente ao Ensino Médio. Observa-se uma grande mudança na BNCC do Ensino Médio para o ensino de Ciências. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, havia um grande bloco denominado “Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias”, dividido nas disciplinas de Química, Física, Biologia e Matemática. Já na BNCC, há o bloco chamado “Ciências da Natureza e a suas Tecnologias”, em que não há mais divisão em disciplinas e a Matemática foi excluída.

Essa grande mudança pode impactar profundamente o ensino de Ciências, já que os professores são formados para lecionar uma área específica da ciência: Química, Física ou Biologia. Entretanto o curso de licenciatura em Ciências investigado nesse trabalho possui um formato inovador, já que os licenciandos tem uma grande base de todas as ciências e Matemática nos dois primeiros anos do curso e só no terceiro ano é que se dedicam a uma única ciência a escolha. Essa pode ser uma alternativa para a formação de professores mais adequada para a nova proposta apresentada na BNCC.

Em relação ao letramento científico, a única menção dessa expressão no documento do Ensino Médio é feita no seguinte trecho:

Todavia, poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018, grifo nosso).

O documento apresenta os principais objetivos para o ensino de Ciências, que são: a compreensão de conhecimentos conceituais científicos, sistematizados em leis, teorias e modelos; o entendimento das relações entre ciência e sociedade, história, cultura, meio ambiente; a compreensão dos processos e práticas investigativas; e a apropriação das linguagens das Ciências da Natureza.

As competências específicas de Ciências da Natureza e a suas Tecnologias para o Ensino Médio apresentadas na BNCC são as seguintes (BRASIL, 2018, p. 553):

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

2.2 Alfabetização Científica: avaliação PISA

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) utiliza a expressão “Letramento Científico” e a define como “a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo” (OCDE, 2016, p. 37). De acordo com o programa:

O letramento científico requer não apenas o conhecimento de conceitos e teorias da ciência, mas também o dos procedimentos e práticas comuns associados à investigação científica e de como eles possibilitam o avanço da ciência. Assim, indivíduos cientificamente letrados têm o conhecimento das principais concepções e ideias que formam a base do pensamento científico e tecnológico, de como tal conhecimento é obtido e justificado por evidências ou explicações teóricas. Portanto, define-se o letramento científico em termos da capacidade de uso do conhecimento e da informação de maneira interativa. (OECD, 2016, p. 36).

Diferentemente das ideias já apresentadas, o PISA considera o letramento científico apenas na dimensão científica. Não faz menção a outras dimensões, como as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, os aspectos da Natureza da Ciência, a tomada de decisão e a cidadania.

O programa avalia os alunos, na área de Ciências, mediante três competências: explicar fenômenos cientificamente; avaliar e planejar investigações científicas; interpretar dados e evidências cientificamente - aplicadas a diferentes contextos, tais como, saúde, recursos naturais, meio ambiente, riscos naturais ou de causas antropogênicas e, ainda, fronteiras da ciência e da tecnologia. Esses diversos contextos são necessários porque a avaliação leva em consideração as diferenças culturais dos países participantes.

Na figura 2, a seguir, pode-se observar como estão relacionados os contextos, as competências, o conhecimento e as atitudes:

Fonte: PISA 2015 (OCDE, 2016, p. 37).

- Contexto: reconhecimento de situações de vida que envolvem ciência e tecnologia.

- Conhecimento: a compreensão do mundo natural com base no conhecimento científico, que inclui tanto o conhecimento do mundo natural como da ciência sobre si mesma.

- Competências: competências científicas que incluem identificação de questões relacionadas à ciência, fenômenos que se explicam cientificamente, e a obtenção de conclusões baseadas em evidências.

- Atitudes: interesse em ciência, apoio à investigação científica e motivação para agir de forma responsável para com, por exemplo, os recursos naturais e do meio ambiente.

O quadro 1 apresenta as competências científicas, conhecimentos e entendimentos exigidos nos níveis da escala de letramento científico do PISA 2015 (OCDE, 2016, p. 49).

Quadro 1 - Descrição resumida dos níveis de proficiência em Ciências – PISA 2015

Nível	Descrição resumida das características das tarefas
6	Os estudantes podem recorrer a ideias e conceitos interligados de física, ciências da vida, Terra e espaço e usar conhecimentos de conteúdo, procedimental e epistemológico para formular hipóteses. São capazes de discriminar informação relevante e irrelevante, distinguir argumentos baseados em teorias e evidência científica dos baseados em outros fatores, avaliar projetos e justificar suas escolhas.
5	Os estudantes podem usar ideias ou conceitos científicos abstratos para explicar fenômenos, eventos e processos. São capazes de aplicar conhecimento para avaliar projetos, justificar suas escolhas e usar conhecimento teórico para interpretar informações, fazer suposições, avaliar formas de explorar determinado problema cientificamente e identificar limitações na interpretação de dados.
4	Os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo mais complexo e mais abstrato, proporcionado ou recordado, para construir explicações de eventos e processos mais complexos ou pouco conhecidos. São capazes de conduzir experimentos que envolvam duas ou mais variáveis, justificar um projeto experimental, interpretar dados, chegar a conclusões adequadas.
3	Os estudantes podem recorrer a conhecimento de conteúdo de moderada complexidade para identificar ou formular explicações de fenômenos conhecidos. São capazes de formular explicações, recorrer a elementos de conhecimento procedimental e epistemológico para realizar um experimento, distinguir entre questões científicas e não científicas e identificar a evidência que apoia uma afirmação científica.
2	Os estudantes conseguem recorrer a conhecimento cotidiano e a conhecimento procedimental básico para identificar uma explicação científica adequada, interpretar dados e identificar a questão abordada em um projeto experimental simples. São capazes de usar conhecimento científico básico ou cotidiano para identificar uma conclusão, identificar questões que podem ser investigadas cientificamente.
1	Os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo e procedimental básico ou cotidiano para reconhecer ou identificar explicações de fenômenos científicos simples. São capazes de realizar investigações científicas estruturadas com no máximo duas variáveis, identificar relações causais ou correlações simples, interpretar dados em gráficos e em imagens, selecionar a melhor explicação científica para determinado dado.

Fonte: OCDE, 2016, p. 49, resumo nosso.

De acordo com a OCDE, na escala do PISA, o nível mínimo esperado dos estudantes para a formação da cidadania e para ser, no futuro, um cidadão ativo e consciente é o nível 2. A nota média dos brasileiros foi de 401 pontos, significativamente inferior à dos estudantes dos países da OCDE (493); 56,6% dos estudantes estão abaixo do nível 2 em Ciências, patamar que a OCDE estabelece como necessário para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania.

O quadro 2 apresenta dados comparativos entre os países e as provas de 2006, 2009, 2012 e 2015. Pode-se destacar que, mesmo nos países em que os estudantes têm bom desempenho, são poucos os que conseguem alcançar os níveis mais altos

de proficiência. No Brasil, o resultado teve um aumento de 15 pontos de 2006 para 2009, depois diminuiu três pontos em 2012 e um ponto em 2015.

Quadro 2 – Quadro comparativo de resultados da avaliação de Ciências PISA 2006, 2009, 2012 e 2015

País	2006	2009	2012	2015
Finlândia	563	554	545	531
Canadá	534	529	525	528
Coreia do Sul	522	538	538	516
Portugal	474	493	489	501
Estados Unidos	489	502	497	496
Espanha	488	488	496	493
Chile	438	447	445	447
Uruguai	428	427	416	435
Costa Rica	-	430	429	420
Colômbia	388	402	399	416
México	410	416	415	416
Brasil	390	405	402	401
Peru	-	369	373	397

Fonte OCDE, 2015, p. 81-82.

O programa aponta alguns fatores que dificultam o letramento científico, tais como: a complexidade geral do contexto, o nível de familiaridade das ideias científicas, processos e terminologia envolvidos, o extenso raciocínio lógico, isto é, o número de passos necessários para se chegar a uma resposta adequada e o grau de dependência de cada passo em relação ao anterior, e o nível de abstração ou conceitos científicos que são necessários na formação de uma resposta.

Apesar de se tratar de uma avaliação tão importante globalmente, verifica-se que o conceito de AC está mais próximo à Visão I (ROBERTS, 2007), em que a AC é definida como a compreensão dos conceitos e processos científicos. Assim, observa-se que a avaliação do PISA pouco considera as ideias sobre Alfabetização Científica desenvolvidas ao longo do século XX (DEBOER, 2000; PELLA, 1976; HURD, 1998; SHEN, 1975).

2.2.1 Níveis de AC

Rodger W. Bybee e colaboradores (2004) também estabeleceram a Alfabetização Científica como um dos objetivos do ensino de Ciências. Para alcançá-lo é necessário desenvolver as seguintes habilidades: saber utilizar a linguagem científica: ler, escrever e sistematizar o conhecimento científico; entender os principais conceitos, princípios e teorias da ciência; saber aplicar o conhecimento no contexto científico, histórico, social e ambiental; entender a Natureza da Ciência: normas, métodos científicos investigativos e a natureza do conhecimento científico; entender como a ciência e a tecnologia trabalham juntas; e entender o impacto que a ciência e a tecnologia causam na sociedade.

Além de estabelecer essas habilidades, eles elaboraram níveis de Alfabetização Científica (BYBEE et al., 2004, p. 71-72, tradução nossa) em que descrevem as habilidades dos alunos em cada nível, descritos no quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Níveis de Alfabetização Científica

Nível de AC	Descrição
Nominal	Os alunos reconhecem conceitos relacionados à ciência, mas o nível de compreensão indica equívoco e concepções alternativas;
Funcional	Os alunos são capazes de descrever conceitos corretamente, mas têm uma compreensão limitada, porque não os construíram, apenas os memorizaram. O ensino não foi baseado na investigação, e provavelmente os alunos não se interessam por ciência.
Conceitual	Os alunos são capazes de desenvolver a compreensão dos principais conceitos da ciência, tais como, matéria, energia e movimentos, os processos de investigação científica e a concepção tecnológica, como a formulação de perguntas, desenvolvimento de métodos de investigação, utilização de técnicas e ferramentas apropriadas, desenvolvimento de explicações e modelos por meio do uso de evidências, pensamento lógico e crítico sobre a relação entre causa e consequência.
Multidimensional	Os alunos possuem uma compreensão da ciência mais ampla, pois inclui dimensões filosóficas, históricas e sociais da ciência e tecnologia. Nesse nível de alfabetização, os alunos desenvolvem uma compreensão e valorização da ciência e da tecnologia como parte de sua cultura.

Fonte: BYBEE et al., 2004, p. 71-72, tradução nossa.

Esses níveis de AC serão considerados para avaliar as concepções dos licenciandos sobre a Alfabetização Científica.

3 Fundamentos da AC

A Alfabetização Científica está consolidada como um dos objetivos do ensino de Ciências. Apesar desse consenso, há várias definições de AC na literatura (BYBEE et al., 2004; HURD, 1958; ROBERTS, 2007; SHEN, 1975) e conjuntos de habilidades (HURD, 1998; PELLA, 1976) que a definem.

De maneira geral, quando se analisam as definições e os conjuntos de habilidades sobre AC, pode-se verificar ideias em comum, destacando-se pelo menos quatro habilidades recorrentes:

- compreender os conceitos científicos;
- entender os processos de investigação científica;
- compreender que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas;
- entender a Natureza da Ciência.

Para este trabalho, utilizaremos o conceito de AC definido por esse conjunto de quatro habilidades, porque entendemos que elas são fundamentais para considerar um indivíduo alfabetizado cientificamente. Assim, elas serão utilizadas nesse trabalho como definição de AC.

Para que os alunos desenvolvam essas habilidades no ensino de Ciências, três abordagens podem ser úteis na prática pedagógica do professor, que denominamos fundamentos de AC, são elas: Experimentação Investigativa (EI); Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e História e Filosofia da Ciência (HFC) (ARAGÃO; MARCONDES, 2018; ARAGAO, 2014).

A Experimentação Investigativa (EI) requer dos alunos uma reflexão sobre um problema e a busca por soluções. Nesse processo, os alunos elaboram hipóteses, organizam informações e desenvolvem conclusões. Essa abordagem proporciona a compreensão dos conceitos científicos, o entendimento dos processos de investigação científica e aspectos da Natureza da Ciência (CARVALHO, 2014; COLAGRANDE et al., 2017; SASSERON; CARVALHO, 2011; SILVA; MARCONDES, 2010; SUART; MARCONDES, 2009).

A abordagem que relaciona Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) pode proporcionar, além da compreensão de conceitos científicos, o entendimento de que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas. Também, pode convidar os alunos a refletirem e posicionarem-se diante de questões sociocientíficas e desenvolverem habilidades de argumentação (AIKENHEAD, 1994; ARAGÃO et al., 2016; BYBEE, 1993; CHIARO; AQUINO, 2017; MENDES; SANTOS, 2013; SANTOS, 2007; SILVA; MARCONDES, 2010).

A abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) pode propiciar a compreensão de conceitos científicos e de aspectos da Natureza da Ciência, o entendimento do dinamismo da ciência, a não linearidade, sendo parte de um processo coletivo de construção de ideias e produção de conceitos acerca dos fenômenos. Essa abordagem, então, permite romper com visões distorcidas de ciências (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; ALLCHIN, 2013; CACHAPUZ et al., 2011; COLAGRANDE et al., 2017; FORATO et al., 2009; GIL PÉREZ et al., 2001; MARTORANO; MARCONDES, 2009).

O ensino de Ciências fundamentado nessas três abordagens pode promover o ensino para Alfabetização Científica dos alunos (ARAGÃO; MARCONDES, 2018; ARAGÃO, 2014).

A seguir, serão apresentadas cada uma das abordagens e como as pesquisas indicam que elas podem proporcionar a AC dos alunos no ensino de Ciências.

3.1 A abordagem Experimentação Investigativa (EI)

As atividades experimentais investigativas no ensino de ciências têm sido defendidas por diversos autores (CARVALHO, 2011; CARVALHO et al., 2013; GIORDAN, 1999; HODSON, 1988; SASSERON; MIRANDA et al., 2015; SUART; MARCONDES, 2009).

Em muitas propostas curriculares, também há uma orientação para os professores de Ciências utilizarem essa abordagem de ensino. Destaca-se a recomendação do uso de atividades investigativas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002):

[...] o ensino deve ir além da descrição e procurar constituir nos alunos a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, puderem contribuir, cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos, ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação. (BRASIL, 2000).

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC - (BRASIL, 2018) orienta que as atividades investigativas devem estar contempladas no ensino de Ciências e que “o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes” (BRASIL, 2018 p. 320). A segunda competência específica de Ciências da Natureza apresentada nesse documento, aponta que o ensino de ciências deve proporcionar aos alunos “compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2018, p. 322).

Apesar de essas recomendações estarem presentes nos documentos oficiais brasileiros, as atividades experimentais no ensino básico geralmente não são utilizadas de forma investigativa (HODSON, 1988; SUART, 2008). Dessa maneira, na maioria das vezes, os alunos assumem um papel passivo no processo de aprendizagem, o que pode levá-los a conceber os processos de investigação científica fundamentados e delineados por etapas sequenciais rígidas, como: observação, hipótese, experimentação, resultados, interpretação e conclusão.

A investigação científica ocorre de diversas maneiras, que possibilitam aos cientistas estudar os fenômenos, propor ideias e maneiras de compreender esses fenômenos.

De acordo com Dourado e Siqueira (2002), as atuais perspectivas no domínio da filosofia da ciência rejeitam o método científico e assumem uma diversidade de procedimentos metodológicos reconhecidos pela comunidade científica. Segundo os autores, essa outra perspectiva epistemológica de ciência favorece o ensinar a "fazer ciência" por meio de investigações na resolução de problemas, enfatizando a importância da formulação de questões, a elaboração de hipóteses e a experimentação.

Carvalho e colaboradores (2013) apontam que não há um único método, e o mais importante são as etapas de raciocínio durante a elaboração e o teste de hipóteses, os quais promovem a aprendizagem de conceitos científicos.

Na abordagem Experimentação Investigativa, o papel dos alunos é ampliado, ele não se limita apenas a observação e manipulação, mas vai além, proporciona aos alunos investigar o mundo natural, propor ideias, formular explicações e conclusões baseadas em evidências científicas, vivenciando o processo científico (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016). Também propicia oportunidades para os alunos relacionarem teorias e conceitos científicos com a observação de fenômenos e evidências científicas (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004).

Em consonância com essas ideias, Bybee (2006) argumenta que as etapas do método científico (observação, hipótese, experimentação, resultados, interpretação e conclusão) não são utilizadas pelos cientistas exatamente nessa ordem, porém eles as utilizam para escrever relatórios e artigos. Entretanto, historicamente, há vários casos de cientistas que não procederam exatamente de acordo com essas etapas. Bybee cita o trabalho de Einstein, no qual o cientista alemão não iniciou sua pesquisa por uma observação ou um experimento. Por isso, apresentar o método científico como sendo uma série de etapas a serem seguidas à risca não representa o trabalho do cientista na realidade. O autor defende a apresentação da Ciência como uma atividade humana.

Assim como Dourado e Siqueira (2002), Bybee também afirma que dois grupos de cientistas diferentes podem formular conclusões diferentes diante dos mesmos resultados. Portanto, Bybee conclui que é necessário apresentar o método científico de maneira mais abrangente do que uma série de etapas. Segundo o autor:

[...] envolver os alunos em atividades investigativas pode contribuir para melhorar: o entendimento de conceitos científicos, valorizar “como nós sabemos” o que sabemos sobre ciência, o entendimento sobre a Natureza da Ciência, o desenvolvimento de habilidades necessárias para se tornarem investigadores independentes do mundo natural e disporem-se para usar habilidades, capacidades e atitudes associadas à ciência. (BYBEE, 2006, p. 5, tradução nossa).

Para isso, Bybee elaborou o modelo dos 5Es para atividades investigativas (BYBEE, 1993). Cada fase do modelo tem uma função específica e contribui para os alunos terem uma melhor compreensão dos conhecimentos científicos e desenvolverem atitudes e habilidades científicas e tecnológicas.

- *Engage* [engajamento/ envolvimento]: a atividade investigativa tem início com uma problematização em um contexto e baseada em uma situação real, que vai ao encontro do interesse dos alunos.

- *Explore* [exploração]: nessa etapa os alunos são convidados a elaborar hipóteses, planejar e realizar um experimento, priorizando as evidências para responder à questão proposta inicialmente.
- *Explain* [explicação científica]: nessa fase, os alunos são capazes de elaborar explicações fundamentadas em conceitos científicos.
- *Extend* [estender a atividade, ir além]: essa fase permite ao professor verificar o que os alunos aprenderam, porque coloca o conceito científico em uma nova situação/contexto.
- *Evaluate* [avaliação]: permite avaliar o trabalho do professor e realizar uma autoavaliação dos alunos.

Bybee aponta que essa proposta permite o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos alunos, a compreensão de conceitos científicos e o entendimento dos processos de investigação científica.

No Brasil, a abordagem investigativa no ensino de Ciências é defendida por Carvalho e colaboradores (2013), pois entendem que a Alfabetização Científica é um processo que está “ligado a características próprias do fazer científico” (CARVALHO et al., 2013).

Esses autores elaboraram uma proposta de atividade experimental investigativa que também rompe com as etapas rígidas do método científico. Para eles, partir de uma problematização promove “o início da construção de um conhecimento” (CARVALHO et al., 2013, p. 3). Essa proposta de atividade experimental investigativa está fundamentada em Bachelard (1938), que postula que “todo o conhecimento é a resposta de um problema” (BACHELARD, 1938 apud CARVALHO et al., 2013, p. 6). Porém, diferentemente de Bybee (2006), que propõe atividades investigativas centradas na ciência, Carvalho e colaboradores sugerem que a problemática esteja inserida em um contexto social e que tenha uma atividade manipulativa sociointeracionista, podendo ser um experimento, a leitura e discussão de um texto ou outro tipo de atividade em grupo.

Segundo os autores, esse tipo de atividade possibilita criar um ambiente investigativo em sala de aula, em que o professor conduz/media os alunos em um processo de investigação científica de forma que os alunos transitem da linguagem do senso comum para a linguagem científica. Essa proposta é concretizada por meio de sequências de ensino investigativas (SEIs) estruturadas, basicamente, em três tipos

de atividades (CARVALHO et al., 2013):

1. Um problema, experimental ou teórico, inserido em um contexto, que introduza os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático.
2. Uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é praticada, de preferência, por meio da leitura de um texto escrito, quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema com o relatado no texto.
3. Uma atividade que promova a relação do conhecimento científico com o cotidiano dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação desse conhecimento do ponto de vista social.

Esses pesquisadores afirmam que as etapas para a resolução do problema em uma sequência de ensino investigativo podem proporcionar o desenvolvimento da linguagem científica, a elaboração e o teste de hipóteses formuladas pelos alunos, levando em conta os conceitos espontâneos deles.

Vale ressaltar que a abordagem Experimentação Investigativa não pretende comparar o aluno a um cientista, e sim proporcionar uma vivência de prática investigativa diferente da abordagem em que o experimento é utilizado apenas para comprovar uma teoria já estudada em aula. Essa abordagem vai além, proporcionando aos alunos a oportunidade de desenvolverem habilidades cognitivas, como raciocínio lógico, elaboração de hipóteses, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo (COLAGRANDE et al., 2017; SUART, 2008). Também propicia a compreensão de conceitos científicos e o entendimento dos processos de investigação científica, que contribuem para o desenvolvimento da Alfabetização Científica (ARAGÃO, 2014; BYBEE, 2006; SASSERON; CARVALHO, 2011).

3.2 A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Nas discussões sobre o conceito de Alfabetização Científica, é possível identificar a preocupação de as inovações da ciência e da tecnologia serem contempladas no ensino de Ciências (HURD, 1958, 1998; PELLA, 1976; SHEN, 1975).

As relações entre ciência e tecnologia também são consideradas nas propostas curriculares da educação básica que têm como objetivo a Alfabetização Científica (AAAS, 2001; ACARA, 2016; BRASIL, 2017; MILLAR; OSBORNE, 1998).

A abordagem CTS permite desenvolver as habilidades relacionadas ao senso crítico e à argumentação e pesquisar informações relevantes para a resolução de problemas sociais, considerando a tomada de decisão sobre aspectos culturais, ambientais, tecnológicos, econômicos, políticos (CONRADO; EL-HANI, 2010). Essa abordagem também pode promover uma visão dinâmica e não neutra da ciência, integrando as dimensões científicas, tecnológicas, sociais, históricas, éticas, políticas, econômicas e ambientais (CONRADO; EL-HANI, 2010; LUTFI, 2005; MARCONDES, 2010; MENDES; SANTOS, 2013; ROSA; AULER, 2016; SILVA; SANTOS, 2007).

Segundo Aikenhead (2009), que critica o ensino de Ciências tradicional, o contexto tem papel fundamental em um currículo de Ciências com abordagem CTS. Nessa abordagem, o conhecimento deixa de ser o centro norteador do ensino e o aluno passa a ter papel central na compreensão dos conceitos científicos, permitindo relacionar a ciência com a tecnologia e a sociedade, como ilustrado na figura 3 a seguir:

Fonte: AIKENHEAD, 1994, tradução nossa.

O ensino de Ciências com a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) possibilita ao aluno relacionar o conhecimento científico com a tecnologia e a sociedade, ultrapassando a dimensão da ciência. De acordo com o modelo CTS de

Aikenhead (1994) o ensino deve partir de situações-problemas sobre questões sociais que tenham relação com a ciência e a tecnologia. Em seguida, são abordados os conceitos científicos relacionados ao problema e, por fim, retoma-se o contexto social inicial, como ilustrado a seguir:

Figura 4 – Modelo de abordagem CTS de Aikenhead

Fonte: Aikenhead, 1994, tradução nossa.

De acordo com o autor, a abordagem CTS pode ganhar outros termos, como, “ciência-sociedade e cidadania”, “natureza-tecnologia-sociedade”, “entendimento público de ciência”, “ciência e cidadania”, “alfabetização científica funcional”, “entendimento público de ciência” (AIKENHEAD, 2009, p. 2).

O ensino de Ciências por meio da abordagem CTS pode proporcionar aos alunos a compreensão de conceitos científicos e o entendimento de que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas.

Vários pesquisadores argumentam a necessidade de relacionar os conteúdos científicos com as dimensões tecnológicas, sociais e ambientais. Acevedo-Díaz, Vázquez e Manassero (2003) apontam que a Alfabetização Científica está intimamente relacionada com questões sociais e culturais.

[...] a Alfabetização Científica e tecnológica pode ser realizada de várias maneiras, para que as pessoas alfabetizadas cientificamente sejam capazes de tomar decisões em diferentes níveis de complexidade, uma vez que a educação CTS tenha um papel central para esta contextualização. (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003, p. 88, tradução nossa).

Outros autores também defendem que a abordagem CTS está relacionada com a Alfabetização Científica e apontam que essa abordagem pode contribuir para a formação da cidadania (MBAJIORGU; ALI, 2003; ROSA; AULER, 2016; SANTOS; MORTIMER, 2002).

Segundo Silva e Marcondes (2010) - que analisaram as concepções de professores de Química sobre contextualização -, para realizar um ensino contextualizado, é necessário promover discussões entre professores, tanto em formação inicial como em continuada, a fim de problematizar e sistematizar os conhecimentos teóricos acerca do ensino contextualizado. Para eles, os professores podem conceber a contextualização do ensino de Química em diferentes níveis (SILVA; MARCONDES, 2010, p. 107):

Exemplificação do conhecimento químico: Contextualização como apresentação de ilustrações e exemplos de fatos do cotidiano ou aspectos tecnológicos relacionados ao conteúdo químico que está sendo tratado.

- Descrição científica de fatos e processos: Os conhecimentos químicos estão postos de modo a fornecer explicações para fatos do cotidiano e de tecnologias, estabelecendo ou não relação com questões sociais. A Temática está em função dos conteúdos.
- Compreensão da realidade social: O conhecimento químico é utilizado como ferramenta para o enfrentamento de situações problemáticas, o conhecimento científico está em função do contexto sociotécnico.
- Transformação da realidade social: Discussão de situações problemas de forte teor social, buscando sempre, o posicionamento e intervenção.

Segundo esses autores, o nível da exemplificação é, geralmente, o mais aceito entre os professores. Uma das causas pode ser porque, nos livros didáticos, a contextualização é apresentada por meio de ilustrações e exemplos de fatos do cotidiano ou aspectos tecnológicos relacionados ao conteúdo que está sendo tratado. Os autores apontam a necessidade de mais estudos para o entendimento do processo de apropriação pelos professores da abordagem CTS e para a compreensão das possíveis barreiras epistemológicas que os impendem de colocar em prática um ensino de Ciências contextualizado (SILVA; MARCONDES, 2010).

Acevedo, Vázquez e Manassero (2003) apontam que a abordagem CTS tem sido subestimada no ensino de Ciências e que os professores não se atentaram para o fato de ela poder proporcionar uma melhor compreensão da Natureza da Ciência. Segundo os autores, isso ocorre, provavelmente, por causa da baixa incidência da abordagem CTS na prática em sala de aula.

O ensino voltado para a Alfabetização Científica busca a formação dos

estudantes na área científica, mas também tem o objetivo de ir além dessa dimensão, buscando estabelecer relações com outras áreas do conhecimento, como a tecnologia, a sociedade, o meio ambiente e a formação da cidadania (BYBEE, 2004; SANTOS, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2011). A abordagem CTS é, portanto, importante para o ensino de Ciências, não somente porque pode proporcionar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, mas também para o entendimento da Natureza da Ciência.

3.3 A Abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC)

Muitos pesquisadores da área do ensino de Ciências têm defendido o uso da abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC) (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; ACEVEDO-DÍAZ; ALLCHIN, 2013; FORATO et al., 2009; GARCÍA-CARMONA, 2016; HODSON, 1988; MARTORANO; MARCONDES, 2012; MATTHEWS, 1994; NÍAZ, 2009), pois esta abordagem proporciona a conexão entre as Ciências e a História, a Filosofia, a Literatura e a Psicologia, assim como relações mais amplas, por exemplo, entre a ciência e cultura, artes, ética, religião, sociologia, economia e política (MATHEWS, 1994).

De acordo com Allchin (2013), “a abordagem HFC para a educação científica promove uma amplitude de estudos de ciência até a Alfabetização Científica funcional em questões sociocientíficas” (ALLCHIN, 2013, p. 1912, tradução nossa). Por meio dessa abordagem, os alunos podem perceber as diferentes visões sobre um mesmo fenômeno e entender como a compreensão desse fenômeno foi desenvolvida até ser estabelecido um consenso de sua elucidação. Porém os professores enfrentam muitas dificuldades para utilizar essa abordagem no ensino de Ciências.

Na literatura, foram identificados alguns obstáculos para a inserção da abordagem HFC no ensino de Ciências (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; FORATO et al., 2009). Alguns desses obstáculos são de natureza externa ao professor, como o tempo didático disponível, a falta de narrativas históricas nos livros didáticos, a escassa atenção à HFC nas avaliações externas e a inadequação dos trabalhos especializados da história da ciência para o Ensino Médio. Outros são de natureza interna ao professor, relativos a suas crenças e concepções, como a visão de ciência, a falta de entendimento da HFC como conteúdo curricular de Ciências

relevante em comparação a outros conteúdos, como os conceituais e procedimentais, o desconhecimento de finalidades e objetivos suficientemente claros que permitam justificar a inclusão da HFC nas aulas de Ciências, as resistências diante das reformas e inovações educativas, critérios para a seleção do conteúdo histórico, a simplificação e omissão e o relativismo.

Os alunos também podem ter dificuldade em acompanhar as aulas com essa abordagem, já que, na maioria das vezes, são utilizadas narrativas históricas. Se as narrativas forem muito longas, os alunos podem perder o interesse, e se muito sucintas, elas podem perder o sentido. Então, o professor deve saber dosar o grau de extensão e profundidade da narrativa. A elaboração de atividades requer do professor, além do conhecimento de ensino de Ciências, o conhecimento histórico e filosófico (FORATO et al., 2009).

Diante desses obstáculos, Forato e colaboradores elaboraram parâmetros para a implementação da abordagem da HFC na educação básica (FORATO et al., 2009), como estabelecer os propósitos pedagógicos para o uso da HFC no ensino, explicitar a concepção sobre a Natureza da Ciência (NdC) adotada, selecionar os conteúdos que serão discutidos, definir o nível de detalhamento para o contexto não científico e dos aspectos sobre a ciência, apresentar exemplos de teorias superadas em diferentes contextos culturais que permitem criticar ideias ingênuas sobre história e epistemologia da ciência, como a possível concepção de que a ciência atual pode resolver todos os problemas, avaliar a inserção ou não de trechos de fontes primárias, escolher temas do episódio histórico que despertem a curiosidade da faixa etária pretendida, permitir aos estudantes vivenciarem aspectos dos debates e controvérsias entre teorias rivais para favorecer a compreensão de aspectos epistemológicos, questionar cada aspecto da Natureza da Ciência em diferentes atividades didáticas e outros parâmetros.

Forato e colaboradores (2009) enfatizam que esses parâmetros não são “regras prescritivas”, mas podem ajudar a superar os obstáculos enfrentados por professores quando utilizam a abordagem HFC.

Para o professor considerar todos esses parâmetros, ele deve ter critérios fundamentados ao fazer esse tipo de avaliação. Porém a abordagem da História e Filosofia da Ciência não tem sido considerada nos cursos de formação inicial de professores (ARAGÃO; MARCONDES, 2018; ARAGÃO, 2014; MARTINS, 2007; MARTORANO; MARCONDES, 2014), apesar de haver uma recomendação do uso

dessa abordagem no Ensino Médio pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002).

3.3.1 Natureza da Ciência (NdC)

O entendimento adequado sobre a Natureza da Ciência (NdC) tem sido um dos objetivos de pesquisadores e educadores para o ensino de Ciências (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; ACEVEDO-DÍAZ; ROMERO, 2002; ALLCHIN, 2013; COLAGRANDE, 2016; FORATO et al., 2009; MARTINS, 2007). Muitas propostas curriculares também consideram importante desenvolver a visão dos alunos sobre a Natureza da Ciência (BRASIL, 2002; AAAS, 2001; MILLAR; OSBORNE, 1998). Apesar disso, não há um consenso entre filósofos, historiadores e educadores sobre uma concepção única para a Natureza da Ciência (FORATO et al., 2009).

Ryan e Aikenhead (1992) definem NdC como um conjunto de aspectos que abarca o significado de ciência, assim como o desenvolvimento de novos conceitos, métodos, construção de acordos (paradigmas) e as características epistemológicas próprias do conhecimento científico elaborado.

Para Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016), a Natureza da Ciência é “um metaconhecimento sobre a ciência, que surge das reflexões interdisciplinares realizadas desde a Filosofia, a História e a Sociologia da ciência por especialistas dessas áreas e por alguns cientistas” (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016, p. 3, tradução nossa).

Nadeau e Desautels (1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992, p. 561, tradução nossa) elaboraram cinco categorias para descrever as visões científicas sobre a epistemologia da ciência.

1. *Naive realism* [Realismo ingênuo]: o conhecimento é reflexo do que as coisas realmente são.
2. *Blissful empiricism* [Empirismo feliz]: todo o conhecimento científico deriva direta e exclusivamente da observação do fenômeno.
3. *Credulous experimentalism* [Crença no experimentalismo]: a experimentação possibilita uma verificação conclusiva da hipótese.
4. *Blind idealism* [Idealismo cego]: o cientista é um ser completamente objetivo e desinteressado.
5. *Excessive rationalism* [Racionalismo excessivo]: a ciência nos leva gradualmente à verdade.

Schuurman (2016) elaborou categorias para mostrar diferentes visões filosóficas sobre a ciência e a tecnologia. Algumas delas são apresentadas a seguir (SCHUURMAN, 2016, p. 159).

- Visão positivista-pragmática: relaciona a visão positivista dos cientistas naturais e a conduta pragmática dos engenheiros. Consideram que a tecnologia é o motor do progresso cultural, e o crescente crescimento científico é seu combustível. Assumem tacitamente que a ciência representa um valor objetivo, o qual, em sua aplicação, oferece um poder técnico sem precedentes.
- Visão marxista ortodoxa: partem da ideia da tecnocracia centralizada, em que o desenvolvimento da tecnologia moderna é tido como central já que ela tem um potencial de libertar, colocando um fim à luta de classes.
- Visão do pensamento sistêmico: busca dar uma resposta à crise cultural contemporânea e se preocupa com os perigos do progresso tecnológico atual, a ameaça à natureza e os problemas sociais, econômicos e políticos. Nessa visão, esses problemas são causados pela predominância de uma ciência reducionista. Por isso, considera que uma visão sistêmica, em que o todo é mais importante do que a soma das partes, é mais plausível para a resolução desses problemas e toma os recentes avanços na ciência e na tecnologia como seu guia para o futuro.
- Visão existencialista: a humanidade se rende à tecnologia, e ao fazê-lo, aliena-se da origem da tecnologia e de seu próprio ser. Opõem-se aos excessos da sociedade, da ciência e da tecnologia porque o método científico que opera na tecnologia é um método opressivo de controle.
- Visão neomarxista: a ciência e sua relação com a tecnologia não são os principais alvos de avaliação crítica, uma vez que sua crítica se volta principalmente à elite política e economicamente poderosa, que emprega a ciência e a tecnologia. Acreditam na democratização de todas as relações, assim, as pessoas serão cada vez mais libertas das formas de opressão existentes. Eles resistem à ideologia da tecnocracia.
- Visão contracultural: conclamam o retorno e a renovação do pensamento original, uma nova forma cultural e um novo papel da ciência e da tecnologia. Opõem-se a uma ciência reducionista e à alienação completa da cultura técnico-científica. São contra a tecnologia moderna em larga escala.
- Visão pós-moderna: o pós-modernismo chama atenção à humanidade em toda sua diversidade, subjetividade e individualidade. A cultura tornou-se consumista, padronizada e fragmentada, rompendo as conexões originais de natureza e sociedade. As concentrações de poder e as hierarquias sociais parecem ter se dissipado e todos podem fazer uso da informação sem assumir qualquer responsabilidade pelo desenvolvimento da tecnologia. Quando refletem acerca da tecnologia, preferem ocupar suas mentes com problemas pequenos e ignorar as grandes questões e tendências no desenvolvimento da tecnologia como um todo.

Entende-se que essas visões filosóficas influenciam o ensino de Ciências. Pesquisas sobre a concepção de professores e alunos sobre a Natureza da Ciência têm mostrado que eles possuem visões inconsistentes quando comparadas às concepções científicas contemporâneas (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; GIL-PÉREZ et al., 2001).

Gil-Pérez e colaboradores elaboraram categorias sobre as “visões deformadas de ciência” (GIL-PÉREZ et al., 2001).

- Visão empírico-indutivista e ateórica: a ciência está baseada somente na observação e na experimentação “neutra”, formando a ideia de verdade absoluta. Essa concepção é equivalente à da “descoberta científica”, transmitida, por exemplo, pelas histórias em quadrinhos, pelo cinema e, em geral, pelos meios de comunicação, imprensa, revistas, televisão. Dito de outra maneira, parece que a visão dos professores - ou a que é proporcionada pelos livros de textos - não é muito diferente, no que se refere ao papel atribuído à experiência, daquilo que temos denominado de imagem “ingênua” da ciência, socialmente difundida e aceita. De acordo com os pesquisadores, essa é a deformação mais investigada na literatura.
- Visão rígida, algorítmica e infalível: nessa visão, o método científico é compreendido como uma série de etapas rígidas e infalíveis, que devem ser seguidas mecanicamente a fim de produzir resultados exatos e objetivos. Essa deformação é bastante criticada pelos professores de ciências que acabam explicitando suas ideias em um outro extremo, o relativismo. Ou seja, concebem que a única base em que se apoia o conhecimento é o consenso da comunidade científica.
- Visão aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada): transmissão de conhecimentos já elaborados, desprezando a problematização e o contexto em que o conhecimento foi construído. Ou seja, não fazem referência aos problemas que estão na origem da construção de tais conhecimentos.
- Visão individualista e elitista: a ciência não é apresentada como uma construção coletiva, mas individual, elaborada por poucos cientistas com ideias brilhantes, isolados da sociedade.
- Visão descontextualizada e neutra: a ciência é apresentada como neutra, sem influências políticas e sociais e sem relação com outras dimensões, como a social, tecnológica e ambiental. Essa concepção proporciona uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal” isolados da sociedade. (GIL-PÉREZ et al., 2001, p.127).

Essas concepções de ciência podem ser manifestadas nas aulas, acarretando um distanciamento entre o aluno e a ciência, propiciando um desinteresse dos alunos em seguir carreiras na área científica, já que elas dão a ideia de que apenas pessoas brilhantes tornam-se cientistas.

Alguns pesquisadores se preocupam em desenvolver a visão dos professores de Ciências sobre NdC, pois consideram que elas influenciarão diretamente em suas práticas de sala de aula (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; FORATO et al., 2009; MARTORANO; MARCONDES, 2009). Porém, em geral, aspectos da NdC não são tratados em cursos de formação de professores. De acordo com a revisão da literatura, feita por Niaz (2009), muitos professores possuem uma compreensão inadequada sobre a Natureza da Ciência. De acordo com Forato e colaboradores:

Cada forma de apresentar ou ensinar conhecimento científico transmite, implicitamente ou explicitamente, uma visão da natureza da ciência; [...] É, portanto, essencial evitar ideias distorcidas. [...] O uso da história e filosofia da ciência no ensino de ciências deve ser informada por noções adequadas sobre o que é ciência e como ela é construída. (FORATO et al., 2009, p. 2).

Na literatura, encontramos uma defesa da inclusão da NdC nos cursos de formação de professores (ABD-EL-KHALICK, 2013; AKERSON et al., 2000; COLAGRANDE, 2016; FORATO et al., 2009). Porém, assim como a HFC, a NdC não tem sido considerada nos programas de formação de professores. Para Abd-El-Khalick (2013), não se pode exigir dos professores que ensinem NdC se isso não foi contemplado em sua formação. De acordo com esses autores, para viabilizar a NdC no ensino de Ciências, “os professores precisam experimentar o tipo de ensino com e sobre a NdC nos programas de formação de professores.” (ABD-EL-KHALICK, 2013, p. 2084, tradução nossa). Assim, para viabilizar o ensino de NdC na educação básica, se faz necessário introduzir a NdC nos cursos de formação de professores.

Vários autores apontam que a abordagem da HFC possibilita trabalhar alguns aspectos da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Ciências (ABD-EL-KHALICK, 2013; ABD-EL-KHALICK, LEDERMAN, 2000; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; ALLCHIN, 2013; FORATO et al., 2009; MARTORANO, MARCONDES, 2014; MATTHEWS, 1994; NÍAZ, 2007).

Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016) defendem que a abordagem CTS incorporou a NdC pois integra os aspectos tecnológicos, socioculturais, políticos, econômicos e outros. Eles apontam que, para ensinar aspectos de NdC, o professor deve considerar a Experimentação Investigativa, em que os alunos são convidados a discernir evidências científicas, elaborar hipóteses e contrastar ideias conflitantes; a história da ciência, que permite conhecer o desenvolvimento de teorias científicas, as relações entre ciência e sociedade de cada época, ilustrar o caráter universal e, ao mesmo tempo, multicultural da ciência.

Portanto, os três fundamentos da Alfabetização Científica – EI, CTS e HFC –, que proporcionam a compreensão de conceitos científicos, o entendimento dos processos de investigação científica, a compreensão de que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas, também possibilitam o entendimento da Natureza da Ciência. Por isso, pode-se dizer que a NdC é o ponto em comum dos fundamentos e é essencial para desenvolver a visão de ciência e a Alfabetização Científica dos alunos.

Figura 5 - NdC - Ponto em comum aos três fundamentos da Alfabetização Científica

Fonte: Elaboração nossa.

3.4 A Formação de Professores de Ciências

Conforme foi apresentado anteriormente, atualmente, há uma recomendação nas propostas curriculares, tanto no Brasil como em outros países, para a inclusão das abordagens apresentadas: Experimentação Investigativa (EI), Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e História e Filosofia das Ciências (HFC).

Assim, surge a necessidade de os programas de formação de professores de Ciências contemplarem essas abordagens, para que o professor, quando em sala de aula, as utilize, objetivando a Alfabetização Científica (ARAGÃO, 2014).

Analisando as pesquisas sobre a formação de professores, Lederman e Lederman (2015) afirmam que a profissão docente é muito complexa e é continuamente impactada por diversos contextos, como o social e o político. No início do século XX, pesquisadores perguntavam aos alunos a que eles atribuíam a eficácia de um professor, e obtinham respostas como: “o professor é bastante exigente”, “possui mais habilidades de ensino”, “possui maior conhecimento científico”, “é rigoroso em relação à disciplina dos alunos em sala”. De acordo com esses autores, historicamente, é possível dividir em seis fases distintas os atributos de um bom

professor, que o tornam mais eficaz (LEDERMAN; LEDERMAN, 2015, p. 2, tradução nossa):

- os traços de personalidade ou características do professor.
- a metodologia de ensino.
- a relação entre o comportamento do professor e a aprendizagem do aluno.
- as competências do professor.
- as habilidades do professor em usar adequadamente as competências (tomada de decisão profissional).
- a importância da interação de um conjunto de domínios de conhecimento que resultam em conhecimentos e habilidades instrucionais claramente delineados.

Ao longo dos anos foram incorporadas características, como cooperação, aparência pessoal, amplitude e intensidade, consideração e liderança. Por isso, os pesquisadores perceberam que o que o “professor faz” poderia ser mais importante do que o que o “professor é”, emergindo, assim, a necessidade de pesquisas sobre programas de formação de professores (LEDERMAN; LEDERMAN, 2015).

Vieira e Martins (2005) apontam uma escassez de estudos com professores de Ciências em formação inicial. Segundo eles, programas de formação específicos que tratem de abordagens contextualizadas e aspectos da Natureza da Ciência são praticamente inexistentes. Diante desse cenário, esses autores realizaram uma pesquisa em um programa de formação de professores cujo objetivo era responder à seguinte questão:

Será possível através de um Programa de Formação [PF] para uma educação em Ciências com orientação CTS contribuir para que professores(as) principiantes do Ensino Básico (re)construam as suas concepções acerca de Ciência-Tecnologia-Sociedade? (VIEIRA; MARTINS, 2005, p. 105).

Esse programa de formação de professores principiantes do ensino básico pretendeu proporcionar aos educadores em formação a (re)construção de concepções a partir de saberes e experiências anteriores e de práticas didático-pedagógicas conhecidas por eles. Para isso, os pesquisadores enfatizaram as seguintes estratégias: “a reflexão crítica com problematização dos saberes das professoras, o debate, a discussão, o trabalho de grupo e o trabalho em díade” (VIEIRA; MARTINS, 2005, p. 106).

O formador (Vieira) atuou no programa de formação de diferentes maneiras, tais como: “mentor, agente de mudança, facilitador, motivador e incentivador da participação responsável de todas as professoras colaboradoras no processo formativo, particularmente nas sessões de formação/trabalho” (VIEIRA; MARTINS, 2005, p. 106).

Essas ações ocorreram na própria escola dos professores, sempre de maneira dialogada, em que o papel do formador foi questionar, apoiar e colaborar no processo de (re)construção de concepções e práticas didático-pedagógicas.

Para verificar as concepções desses professores foi utilizado o questionário *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS), antes e depois do programa de formação, em uma versão adaptada para Portugal por Canavarro (2000) que propõe classificar as respostas desse questionário em três categorias: realista ou adequada; aceitável e ingênua (CANAVARRO, 2000 apud VIEIRA; MARTINS, 2005).

Quadro 4 – Exemplo de resposta de cada categoria

Categoria	Exemplo de resposta
Realista ou adequada	“Os cientistas não são capazes de prever todos os efeitos de novos desenvolvimentos, a longo prazo.”
Aceitável	“A Ciência é mais do que conhecimentos; são também as experiências e descobertas ligadas aos problemas que nos afectam; e os cientistas e o contexto da sua vida devem merecer mais atenção da nossa parte”.
Ingênua	“é a Ciência que ajuda a descobrir tudo”

Fonte: CANAVARRO, 2000 apud VIEIRA; MARTINS, 2005, p. 109.

Os pesquisadores também realizaram entrevistas semiestruturadas individuais com os professores para investigar suas concepções de maneira mais profunda, especialmente acerca das respostas do questionário VOSTS categorizadas como ingênuas. De maneira geral, a análise comparativa das concepções dos professores, reveladas antes e depois do curso de formação, indicou que as práticas reflexivas entre formador e professor em formação podem levar à reconstrução das concepções dos professores em formação acerca da abordagem CTS e da Natureza da Ciência.

Muitos autores apontam para a necessidade da integração de conteúdos, principalmente da Natureza da Ciência, em sala de aula de ciência. Porém isso requer do professor práticas reflexivas, ou seja, há necessidade, nos cursos de formação de professores, de atividades que os levem a refletir sobre suas próprias concepções (ACEVEDO-DÍAZ, 2008; CARVALHO, 2002; JIMÉNEZ-TENORIO; OLIVA; 2016; LEDERMAN, 2007).

Um exemplo de investigação realizada com professores em formação inicial foi conduzido por Suart (2016) com futuros professores de Química. Nessa investigação, a pesquisadora, que, assim como Vieira (2005), era a formadora desses futuros

professores, investigou as concepções e ações pedagógicas de licenciandos acerca do ensino por investigação e a promoção da AC de estudantes do Ensino Médio. Foi verificada a necessidade de mudanças nos cursos de formação inicial, a fim de proporcionarem aos futuros professores elaborar, ministrar e avaliar propostas didáticas, de maneira que possam relacionar os aspectos teóricos e práticos e refletir sobre as situações reais de sala de aula e sobre suas ações.

Outro estudo na área de formação de professores que revela a necessidade de práticas reflexivas na prática pedagógica é o de Silva (2015), que investigou as concepções e práticas de professores dos anos iniciais sobre o ensino de Ciências e promoveu reflexões sobre tal ensino. Essa investigação fundamentou-se no Processo de Reflexão Orientada (PRO) (PEME-ARANEGA et al., 2008), que é uma estratégia para o desenvolvimento profissional do professor a partir do enfoque de questões da prática docente. Os professores investigados, que, antes, não consideravam a problematização, a exploração das ideias dos alunos, a sistematização do conhecimento e as explicações científicas em suas aulas, passaram a valorizar a abordagem do ensino de Ciências por investigação.

Outra pesquisa realizada com formação de professores é a de Lima (2013), que investigou como o PRO pode proporcionar aos professores avaliar e reestruturar suas práticas docentes. Os resultados indicaram que os professores apresentaram dificuldades em abordar e conduzir atividades experimentais, elaborar uma problematização e solicitar aos alunos a elaboração de hipóteses. Após os encontros, os professores puderam refletir sobre sua prática pedagógica, favorecendo seu desenvolvimento profissional. A pesquisadora indica o desenvolvimento de processos metacognitivos dos professores diante do ensino por investigação como um dos principais resultados dos encontros.

De acordo com Nóvoa (1992): “práticas de formação que tomem como referência as dimensões coletivas contribuem para a emancipação profissional e para a consolidação de uma profissão que é autônoma na produção dos seus saberes e dos seus valores” (NÓVOA, 1992, p. 27). Essas investigações indicam que os processos de reflexão contribuem para o desenvolvimento profissional do professor, porque proporcionam a reflexão sobre suas ações em sala de aula de Ciências.

3.5 A aprendizagem de conceitos

Esta pesquisa considera a Teoria da Aprendizagem Significativa como uma teoria cognitivista, acerca do processo de aquisição e retenção do conhecimento (AUSUBEL, 2000). Esse processo ocorre de maneira complexa, e é viabilizado quando os alunos elaboram seus entendimentos com base naquilo que já sabem (MOREIRA, MASINI, 1982). Para ensinar um novo conceito, o professor precisa lançar mão de algo que os alunos já sabem, o que comumente é chamado de “conhecimento prévio” dos alunos. Esse novo conceito precisa estabelecer uma relação com as ideias e concepções relevantes da estrutura cognitiva preexistente do aluno, ou seja, precisa haver subsunçores que servirão de base para estabelecer relações e atribuir significados ao novo conceito (MOREIRA, 1998). Ausubel denominou esses processos relacionais de conceitos novos ancorados em concepções prévias de assimilação. Além da assimilação de conceitos, Ausubel estabeleceu que a aquisição pode ocorrer também por meio da formação de conceitos. Esse processo é longo e espontâneo, e ocorre por meio de experiências empírico-concretas (AUSUBEL, 2000).

De acordo com Masini (2011) “A teoria da Aprendizagem Significativa, assim sendo, concebe que pela percepção humana as coisas são tematizadas e pela compreensão as coisas podem ter significado.” Para ela, a percepção e a compreensão são processos essenciais para o indivíduo adquirir o significado das coisas no mundo ao seu redor e estabelecer relações com aquilo que ele já conhece. Ao utilizar sua percepção e compreensão para adquirir conhecimento, o indivíduo é capaz de refletir, ou seja, pensar, relacionar conceitos, princípios e informações para resolver um problema. Para que ocorra a aprendizagem por percepção, compreensão e reflexão, o professor deve proporcionar “condições para que o aprendiz receba novas informações sobre o tema, possa assimilá-las, adquirir novos significados e transformar aqueles que já dispõe” (MASINI, 2012). A autora sugere, então, algumas condições para a ocorrência da aprendizagem (MASINI, 2011, p. 20):

1. partir do que o aprendiz conhece – cognições já adquiridas e construídas pelo aprendiz;
2. organizar o material a partir de conceitos mais amplos para os mais específicos;
3. utilizar linguagem que propicie a comunicação com o aprendiz,
4. utilizar recursos facilitadores da aprendizagem significativa: substantiva e programaticamente e os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa;
5. fazer uso de organizadores para superar o limite entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber;

6. interagir professor-aprendiz com autonomia no processo de aprendizagem no meio social e cultural;
7. considerar as inter-relações e análise dos recursos humanos e materiais que propiciam ao aluno possibilidade de compreender e refletir e o que impede que isso ocorra – as lacunas que comprometem o processo de aprendizagem.

Levando em consideração as ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa elaborada por Ausubel (2000) e desenvolvida por outros teóricos, como Moreira e Masini (1992), no Brasil, espera-se que o professor considere, em sua prática pedagógica, reconheça o que o aluno já sabe para que, então, compreenda novos conceitos, estabelecendo relações, e os aplicando em novas situações.

4 A proposta da pesquisa

Considerando que a Alfabetização Científica pode ser desenvolvida por meio de três fundamentos: a Experimentação Investigativa (EI), a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e a História e Filosofia da Ciência (HFC) (ARAGÃO; MARCONDES, 2018; ARAGÃO, 2014), um formador de professores de Ciências foi convidado a desenvolver uma proposta de Unidade Curricular (UC) voltada para a Alfabetização Científica.

Esse formador possui graduação em engenharia química e licenciatura em Química, mestrado e doutorado em ensino de Ciências. Atuou por dois anos em outra instituição de ensino – universidade estadual –, como formador de professores de Química. Atua na área de formação de professores há mais de cinco anos na universidade federal paulista pesquisada, ministrando Unidades Curriculares na área de formação de professores de Ciências, como, também, mais especificamente, professores de Química. Além de sua formação e atuação, outro fator para a escolha se deve ao fato de o formador ministrar a UC “Prática de Ensino de Química II” (ANEXO A), cujos conteúdos contemplam os fundamentos da Alfabetização Científica: as abordagens EI, CTS e HFC.

Em conversa, pesquisadora, orientadora dessa pesquisa e formador concordaram que seria interessante pesquisar a proposta da UC em que os fundamentos da AC são abordados. A ideia inicial era investigar a UC “Prática de Ensino de Química II” no primeiro semestre de 2015. Nessa UC, os licenciandos elaborariam planos de aula para cada fundamento de AC. E, no segundo semestre de 2015, a pesquisadora continuaria a investigação com esses licenciandos na UC “Estágio VI” (Estágio curricular supervisionado), que seria ministrada pelo mesmo formador no segundo semestre de 2015. Dessa maneira, esperava-se investigar como os licenciandos utilizariam esses planos de aula elaborados na perspectiva da AC e os aplicariam em sala de aula durante o estágio.

O objetivo foi verificar se havia um distanciamento entre a visão e a prática dos licenciandos e como os processos de reflexão poderiam contribuir para diminuir esse distanciamento. Porém, especificamente no mês de setembro de 2015, o governador de São Paulo anunciou um projeto de reestruturação escolar, ou seja, uma nova organização da rede estadual de ensino paulista. Com o objetivo de que cada unidade

passasse a oferecer aulas de apenas um dos ciclos da educação (Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II ou Ensino Médio). Nessa reorganização, previa-se o fechamento de mais de 90 escolas, o que afetaria cerca de 300 mil alunos.

O anúncio do governador de São Paulo sobre a reestruturação causou o início de um movimento estudantil de ocupação das escolas contra essa decisão do governo. A partir daí, muitas pessoas, principalmente estudantes do ensino básico, começaram a protestar. Até o final do mês de novembro de 2015, foram contabilizadas cerca de 180 escolas ocupadas pelos próprios alunos em todo o estado de São Paulo⁴, incluindo as escolas em que os licenciandos estavam realizando o estágio.

Os licenciandos e o formador conversaram e tentaram, de alguma forma, concluir o estágio, procurando outra escola que não havia sido ocupada, de modo que pudessem concluir as horas obrigatórias do estágio. Entretanto o planejamento inicial da pesquisadora, que analisaria como os licenciandos elaborariam suas intervenções em sala de aula pensando na Alfabetização Científica, foi totalmente inviabilizado. Assim, a pesquisa foi redesenhada, devido aos obstáculos enfrentados explicados anteriormente.

Em 2016, a pesquisadora reelaborou sua questão de investigação e metodologia de trabalho e passou, então, a participar, mais uma vez, da Unidade Curricular Prática de Ensino de Química II, porém, agora, também analisando a proposta do formador para essa unidade curricular e suas ações, que poderiam contribuir para os licenciandos refletirem sobre o conceito de Alfabetização Científica e seus fundamentos. Para isso, a pesquisadora participou do planejamento da UC com o formador. Nesse planejamento, o formador levou em consideração as dificuldades enfrentadas pelos licenciandos em 2015 e repensou algumas atividades, reformulando-as, com o objetivo de que os licenciandos tivessem mais tempo para a reflexão.

Algumas dessas reformulações foram a inserção de um diário de bordo, sugerida pela pesquisadora, durante toda a UC, e a elaboração de apenas uma sequência didática ao final da UC, já que os licenciandos de 2015 apontaram muitas dificuldades

⁴ ROSSI, M. Ocupação de 182 escolas em SP vira teste de resistência de Alckmin. **El País**, São Paulo 28 nov. 2015. Disponível em: <http://brasil.elpais.com/brasil/2015/11/27/politica/1448630770_932542.html>. Acesso em: 12 fev. 2017.

em elaborar várias SDs ao longo da UC. Assim, as atividades foram adaptadas, na tentativa de os licenciandos terem mais tempo para reflexão nas aulas.

4.1 Questão de investigação e objetivos

A investigação está norteadada pela seguinte questão: como a proposta de UC elaborada por um formador de professores de Ciências, na perspectiva da Alfabetização Científica e nos seus fundamentos, pode proporcionar o desenvolvimento de concepções dos licenciandos acerca da AC?

A partir dessa questão, o objetivo geral dessa pesquisa é o de investigar uma proposta de UC e seu impacto na formação de futuros professores de Ciências em um curso de formação inicial, cujos conceitos a serem abordados durante o curso são a Alfabetização Científica e seus fundamentos.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- analisar as concepções dos futuros professores de Ciências ao longo da UC;
- como as atividades propostas pelo formador contribuíram para a reflexão dos licenciandos sobre suas ideias acerca do ensino e aprendizagem de Ciências e da Alfabetização Científica;
- como os futuros professores se apropriaram dos conceitos de AC e de seus fundamentos;
- analisar como os licenciandos se apropriaram da AC e de seus fundamentos na elaboração de um plano de aula.

4.2 Hipótese e justificativa

Durante a licenciatura, o contato com as teorias sobre a Experimentação Investigativa (EI), a abordagem CTS e a História e Filosofia da Ciência (HFC) requerer

um tempo de reflexão sobre essas concepções. Segundo Santos e Mortimer (1999)⁵, “[...] alguns professores, mesmo apresentando concordância com a contextualização, podem apresentar dificuldades em desenvolver atividades neste sentido” (1999 apud SILVA; MARCONDES, 2007, p. 33).

De acordo com Peme-Aranega e colaboradores (2009):

[...] o crescimento e o desenvolvimento gradual profissional de professores fundamentam-se no que eles pensam e fazem e são estimulados por sucessivos processos de autorregulação metacognitiva, baseados na reflexão, compreensão e acompanhamento dos professores sobre o que pensam e o que fazem. (PEME-ARANEGA et al., 2009, p. 286, tradução nossa).

Assim, para contribuir com a ampliação das concepções acerca da Alfabetização Científica, as Unidades Curriculares devem oferecer oportunidades para que os futuros professores reflitam sobre o que pensam e lhes dar subsídios para que aprofundem e questionarem suas próprias ideias em um processo de reflexão (VIEIRA; MARTINS, 2005).

Os licenciandos, ao se apropriarem da AC e de seus fundamentos, podem planejar suas aulas considerando essas três abordagens de ensino, Experimentação Investigativa (EI), abordagem CTS e História e Filosofia da Ciência (HFC), que podem proporcionar a Alfabetização Científica dos estudantes na Educação Básica.

⁵ SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. A dimensão social do ensino de química - um estudo exploratório da visão de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., Valinhos. **Anais**. Porto Alegre: ABRAPEC, 1999b. 1 CD-ROM.

5 Metodologia

A pesquisa teve o objetivo de analisar a proposta de Unidade Curricular (UC) “Prática de Ensino de Química II”, cujos conteúdos são os três fundamentos da Alfabetização Científica, as abordagens: Experimentação Investigativa (EI), Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e História e Filosofia da Ciência (HFC) (ARAGÃO; MARCONDES, 2018; ARAGÃO, 2014). Essa UC faz parte de um curso de licenciatura em Ciências de uma universidade federal localizada na região metropolitana de São Paulo. Além disso, foi investigado como as concepções dos licenciandos foram sendo desenvolvidas ao longo da UC para acerca da AC e de seus fundamentos.

Foram coletados dados durante da UC em “Prática de Ensino de Química II” ministrada no primeiro semestre de 2015, que serviram de piloto para delinear a coleta de dados que ocorreu em 2016. Em 2016, algumas atividades da UC foram reformuladas, e a pesquisadora pôde participar de forma colaborativa dessa reformulação.

5.1 Descrição do curso de licenciatura em Ciências da universidade em questão

O curso de Licenciatura em Ciências é oferecido nos períodos vespertino e noturno, tem duração de quatro anos, sendo que nos dois primeiros anos há um ciclo básico comum, composto por unidades curriculares científicas básicas, que contemplam as áreas de Biologia, Física, Matemática e Química. E no início do terceiro ano, o licenciando opta por uma dessas quatro áreas.

De acordo com a instituição de ensino, o objetivo do curso é

[...] promover uma formação global do professor em Ciências, buscando construir uma sólida formação científica em diversas áreas do conhecimento (sobretudo Física, Química, Biologia e Matemática), aliada a uma igualmente sólida formação em Humanidades, necessária à sua formação docente.⁶

⁶ Curso de Ciências - Licenciatura. Disponível em: <<http://200.144.93.91/ciencias/>>. Acesso em: 6 fev. 2017.

A proposta curricular do curso visa romper com os modelos disciplinares tradicionalmente rígidos, buscando uma vasta gama de atuações profissionais devido à integração dos conhecimentos científicos. Os conceitos são integrados proporcionando trocas de experiências e saberes. Nesse modelo de licenciatura em Ciências, são formados professores que podem atuar no Ensino Fundamental II e no Ensino Médio.

Ainda de acordo com a instituição, há duas principais vertentes nesse curso:

- 1) A formação de professores de Ciências, Biologia, Física, Matemática e Química para a educação básica, com ênfase nas possibilidades de integração entre essas diferentes áreas de conhecimento, sobretudo na análise e ensino de problemas complexos. Do enlace de saberes oriundos dessas áreas, espera-se mais facilidade para abordagens didáticas interdisciplinares, seja em aulas específicas ou em projetos integradores com a participação de professores de outras áreas, além de uma formação humanística e pedagógica sólida, de modo que o estudante se perceba como um professor pleno em constante formação e em permanente atuação nas mais diversas instâncias em que atuar.
- 2) A formação de professores capazes de pensar e agir de forma crítica perante os problemas do contexto social, atentos às necessidades da sociedade e capazes de integrar o embasamento teórico-prático com a discussão crítica e dialética do conhecimento, de forma a favorecer a aprendizagem do estudante, sua promoção pessoal e a transformação de seu entorno, em busca de um ideal democrático e solidário de sociedade.

Com essas duas vertentes, a instituição espera que os futuros professores tenham sólidas bases científicas, e a Ciência como parte da cultura à qual estão inseridos. Dessa forma, ela entende que os licenciandos estão sendo preparados para as “exigências das atuais e futuras gerações e em consonância com os grandes desafios do nosso tempo.”⁷

No curso de licenciatura em Ciências, são oferecidas as seguintes Unidades Curriculares (UC) de Prática Pedagógica, no 3º ano do curso Prática Pedagógica de Ciências (36h) e de Química I (72h), no 4º ano, Prática Pedagógica de Química II (72h) e de Ciências à distância (72h). Entretanto, trata-se apenas de uma recomendação, porque os licenciandos podem cursar as disciplinas aleatoriamente, já que não há pré-requisito.

⁷ Curso de Ciências - Licenciatura. Disponível em: <<http://200.144.93.91/ciencias/>>. Acesso em: 6 fev. 2017.

5.1.1 Objetivos da UC Prática Pedagógica de Ensino de Química II

A UC Prática Pedagógica de Química II tem como objetivo apresentar abordagens que podem ser consideradas pelos professores de Química do Ensino Médio, a saber, EI, CTS e HFC.

Alguns dos principais objetivos dessa UC são⁸:

- conhecer e compreender as propostas de metodologias de ensino de Química.
- relacionar conceitos fundamentais do conhecimento químico às questões sociais e tecnológicas.
- compreender os elementos fundamentais para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares.
- refletir sobre e desenvolver propostas visando a superação da dicotomia entre método e conteúdo.
- ter acesso aos meios necessários para o desenvolvimento de metodologias ativas para a educação em Química que permitam a vivência no processo de investigação científica.
- desenvolver a capacidade de elaboração de materiais pedagógicos específicos para o contexto em que a educação em Química está sendo desenvolvida.
- conhecer as concepções de ciência e de ensino de Química desenvolvidas historicamente.
- aprofundar-se nas discussões sobre Educação na contemporaneidade e sobre a cultura escolar, compreendendo esta última como produtora de conhecimentos acerca da educação.
- compreender as inúmeras variáveis contextuais da vida dos seus futuros alunos, que permeiam os processos de ensino e aprendizagem.
- compreender questões atuais que perpassam o ensino de Química voltadas para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à prática docente reflexiva, fundamentada pela pesquisa.
- desenvolver hábitos de aprendizagem permanentes, entendendo a pesquisa como componente indissociável da prática profissional, permitindo localizar, avaliar a pertinência e utilizar artigos científicos para fundamentar ações educacionais e metodológicas na sala de aula.
- relacionar conceitos químicos a contextos sociais, políticos, ambientais, tecnológicos e entender sua aplicação em outras disciplinas e nos desafios técnico-científicos do século XXI, compreendendo a ciência como construção sócio-histórica e percebendo como isso impacta sua futura prática docente.
- interagir proativamente com diferentes metodologias e recursos didáticos, visando desenvolver atividades multiabordagens e estratégias didáticas interdisciplinares para tratar conceitos científicos.
- desenvolver, apresentar e discutir atividades e aulas para o Ensino Médio, envolvendo conteúdo curricular do estado de São Paulo, por exemplo: propondo abordagens interdisciplinares das ciências naturais; trabalhando na perspectiva do ensino investigativo e da abordagem ciência, tecnologia, sociedade (CTS); utilizando a história e filosofia das ciências (HFC).

⁸ ARAGÃO, S. B. C.; FORATO, T. C. M.; MARTORANO, S. A. A.; BORGES, D. B. S. Desenvolvimento de abordagens CTS por discentes de uma licenciatura em ciências. **Revista Indagatio Didactica**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 534-555, julho 2016. Disponível em: <<http://revistas.ua.pt/index.php/ID/issue/view/283>>. Acesso em: ago. 2016.

5.2 Descrição das aulas investigadas em 2015

Em 2015, cursaram a UC oito alunos no período vespertino e seis alunos no noturno. A pesquisadora pediu aos licenciandos que assinassem um termo de autorização para o uso dos dados coletados na pesquisa (APÊNDICE A) para viabilizar a coleta de dados desta pesquisa.

A pesquisadora elaborou instrumentos de coleta de dados. Esses instrumentos consistiram em cinco questionários (APÊNDICE B) - que foram validados pelos integrantes do Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ) -, em entrevistas individuais semiestruturadas (APÊNDICE C), em análise das atividades aplicadas pelo formador, e na elaboração de sequências didáticas pelos licenciandos.

Os objetivos do ensino de cada aula; as atividades propostas pelo formador; os objetivos da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados, todos em consonância com o desenvolvimento das concepções sobre AC e seus fundamentos são apresentados no quadro 5 a seguir.

Quadro 5 - Aulas da Unidade Curricular “Prática de Ensino de Química II” 2015

Aulas	Objetivos do Ensino	Atividades propostas	Objetivo da pesquisa	Instrumentos de coleta de dados
1ª a 2ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer quais os conceitos que os licenciandos julgam difíceis na aprendizagem de Química pelos alunos de Ensino Médio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão: “Por que é importante, para o professor, conhecer as dificuldades de aprendizagem de seus alunos?”. • Atividade 1: pesquisar sobre as dificuldades dos alunos, apontadas na literatura de um conceito químico e possíveis concepções alternativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as concepções prévias dos licenciandos sobre ensino e aprendizagem de Química e as relações destes com a AC e seus fundamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento com questões que exploraram: a carreira de professor; o ensino de Química; estratégias de ensino; AC; EI; CTS; HFC (Instrumentos 1 e 2).
3ª a 7ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer diferentes perspectivas sobre a contextualização no ensino de Química. • Conhecer e compreender a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). • Elaborar propostas de plano de ensino com abordagem CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 2: leitura e discussão de um trecho do livro⁹. • Análise de um capítulo de livro para identificar o nível de contextualização, com base nas categorias de Lutfi (1992). • Atividade 3: leitura do texto¹⁰ e respostas a questões. • Apresentação e discussão da proposta¹¹. • Leitura e discussão do artigo¹². • Sugestão de elaboração de uma SD com abordagem CTS. • Apresentação das SDs dos licenciandos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre contextualização e a abordagem CTS. • Verificar se a UC contribuiu para perceber, compreender e refletir sobre as diferentes perspectivas de contextualização. • Verificar se a SD elaborada pelo licenciando apresentou a abordagem CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento 3: questões para reflexão sobre a abordagem CTS, elaboração de uma SD, classificação quanto aos níveis de contextualização (exemplificação do conhecimento, descrição científica de fatos e processos, compreensão da realidade social, transformação da realidade social).

Continua

⁹ LUTFI, Mansur. **Os ferrados e os cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Unijuí, 1992.

¹⁰ CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2010, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UTFPR, 2010. p. 1-16.

¹¹ DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERAMBUCO, Marta M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

¹² SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência e Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

Continuação

8ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a visão dos licenciandos sobre a AC. • Perceber, compreender e refletir sobre a AC e as relações entre as ações do professor em sala de aula para o desenvolvimento de habilidades dos alunos para que possam levar à AC dos alunos no ensino básico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 4: leitura, questionário e discussão de texto¹³. • Atividade em grupo com emprego de <i>post-it</i>, para a elaboração de um conjunto de ideias manifestando as concepções e reflexões dos licenciandos sobre as habilidades dos alunos e as ações dos professores para o desenvolvimento da AC com vista ao processo ensino-aprendizagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre AC. • Proporcionar aos licenciandos reflexões sobre o ensino com perspectiva na AC por meio de aula dialogada com discussões trazidas pela contribuição da pesquisadora. • Verificar a apropriação dos licenciandos sobre conceitos de AC após discussões e atividades propostas, bem como na elaboração de sequências didáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de <i>post-it</i> para elaboração do mural, o qual traz à tona ideias e reflexões sobre Alfabetização Científica.
9ª a 11ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a visão dos professores sobre HFC e dar subsídios para que saibam identificar as visões de ciências, os materiais historiograficamente diferentes, os tipos de abordagens de HFC 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão de textos para comparação das abordagens HFC e debates sobre as visões distorcidas sobre a ciência¹⁴ e o artigo¹⁵. • Leitura e pesquisa de artigos para subsidiar a elaboração de SDs com abordagem HFC (ANEXO D). • Elaboração de SD em grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar as concepções dos futuros professores acerca da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química. • Identificar quais as dificuldades dos professores no emprego desta abordagem em seu ensino. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento 4: questões para reflexão sobre suas concepções acerca da HFC e a importância desta abordagem no ensino de Ciências

¹³ SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

¹⁴ CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.

¹⁵ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Atanores, cimitarras e minaretes: cultura árabe como tecido do saber sob o céu medieval. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, [s. l.], v. 5, p. 33-40, 1991. Disponível em: <www.mast.br/arquivos_sbhc/210.pdf>. Acesso em: abr. 2015.

9 ^a a 11 ^a	adequados para o ensino; confrontar os licenciandos e os auxiliar no ensino, confrontar os e os auxiliar na elaboração de propostas didáticas utilizando HFC.	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão de um texto como apoio para a elaboração da SD¹⁶. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se a UC contribuiu para que os licenciandos refletissem sobre o ensino de Ciências na perspectiva da HFC. 	bem como as dificuldades para sua implementação.
12 ^a a 14 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a visão dos professores sobre a EI e dar subsídios para que pensem sobre esta abordagem, questionando o papel da experimentação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre o papel da experimentação. • Discussão¹⁷ e apresentação de roteiros para análise dessa abordagem. • Experimentos. • Atividade experimental investigativa GEPEQ. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar as concepções dos licenciandos sobre EI. • Identificar as dificuldades sobre essa abordagem. • Verificar se a UC contribuiu para que os licenciandos refletissem sobre o papel da EI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento 5: questões para avaliar as concepções dos professores sobre o papel da experimentação no ensino, dificuldades de elaboração, emprego desta abordagem com que finalidade.
15 ^a a 16 ^a	Aulas sem interesse para a investigação			
17 ^a a 18 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a UC com os licenciandos sobre suas impressões e questionamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de um questionário acerca da prática pedagógica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas semiestruturadas com cada licenciando e avaliação das concepções do formador sobre sua UC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas semiestruturadas com os licenciandos para verificar como a UC possa ter contribuído para sua formação. • Instrumento com questões para o formador refletir sobre sua prática pedagógica e propostas desenvolvidas com enfoque na AC e seus fundamentos (EI, CTS, HFC).

¹⁶ BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Michael Faraday e a história química de uma vela: um estudo de caso sobre a didática da ciência. **Química Nova na Escola**, [s. l.], n. 30, p. 16-23, nov. 2008. Disponível em: <qnesc.s bq.org.br/online/qnesc30/04-HQ-5308.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2017.

¹⁷ SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 200-207, ago. 2010. Disponível em: <qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_3/10-AF-8109_novo.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.

Como apontado anteriormente, planejou-se analisar as concepções dos licenciandos na UC do primeiro semestre de 2015 e, depois, analisar a futura prática desses alunos, investigando-os na UC “Estágio VI” (Estágio curricular supervisionado), que seria ministrada no segundo semestre de 2015. Como foi inviável seguir com esse plano, a pesquisa foi redesenhada.

5.3 Descrição das aulas investigadas em 2016

Em 2016, a pesquisadora investigou a UC Prática de Ensino de Química II, e os dados de 2015 serviram de piloto. Também foi investigada a proposta do formador para a UC e suas ações, que contribuíram para os licenciandos refletirem sobre o conceito de AC e seus fundamentos. Para isso, a pesquisadora assistiu e participou de todas as aulas, dialogando com o formador fora do período de aula para promover momentos de reflexão sobre sua prática pedagógica na formação de professores.

O formador elaborou novos objetivos de ensino-aprendizagem para a UC Prática de Ensino de Química II para 2016. Esses objetivos foram delineados em termos gerais, específicos, Alfabetização Científica e abordagens CTS, HFC e Experimentação Investigativa e também foi reelaborado o cronograma de trabalho para as aulas em 2016.

Dessa vez, ao invés de a AC estar presente em apenas uma aula, toda a UC estava fundamentada na perspectiva da AC (ANEXO A). Nesse planejamento, o formador levou em consideração as dificuldades enfrentadas pelos licenciandos em 2015 e reformulou algumas atividades, com o objetivo de que os licenciandos tivessem mais tempo para a reflexão.

A descrição das aulas da UC “Prática de Ensino de Química II” 2016, com as reformulações das atividades propostas (ANEXO E) pelo formador em sintonia com a pesquisadora, é apresentada no quadro 6 a seguir.

Quadro 6 - Aulas da Unidade Curricular “Prática de Ensino de Química II” 2016

Aulas	Objetivos do ensino	Atividades propostas	Objetivo da pesquisa	Instrumentos de coleta de dados
1ª a 2ª	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar proposta da UC e discutir questões NdC. • Despertar visão crítica e iniciar o trabalho sobre alguns aspectos de NdC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade inicial: leitura de textos e discussão sobre pontos de vista diferentes acerca de um mesmo problema. • Apresentação do diário de bordo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as ideias dos licenciandos sobre aspectos da NdC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diário de bordo.
3ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a visão dos licenciandos sobre a AC. • Perceber, compreender e refletir sobre a AC e as relações entre as ações do professor em sala de aula para o desenvolvimento de habilidades dos alunos para que possam levar a AC aos alunos do ensino básico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 1: Leitura e discussão de texto ¹⁸. • Respostas a um questionário com discussões e reflexões de ideias em processo contínuo com a turma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre a AC. • Proporcionar aos licenciandos reflexões sobre o ensino com perspectiva na AC por meio de aula dialogada, com discussões trazidas pela contribuição da pesquisadora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de <i>post-it</i> para elaboração de um mural, o qual traz à tona ideias e reflexões sobre a Alfabetização Científica.
4ª a 6ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer diferentes perspectivas sobre a contextualização no ensino de Química. • Conhecer e compreender a abordagem CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 2: leitura e discussão de um trecho do livro¹⁹. • Análise de um capítulo de livro didático para identificar o nível de contextualização, com base nas categorias de Lutfi (1992). • Atividade 3: leitura do texto²⁰ e questões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre contextualização e a abordagem CTS. • Verificar se UC contribuiu para perceber e compreender 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades aplicadas pelo formador, anotações nas aulas e diário de bordo.

Continua

¹⁸ SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

¹⁹ LUTFI, Mansur. **Os ferrados e os cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Unijuí, 1992.

²⁰ CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2010, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UTFPR, 2010. p. 1-16.

Continuação

4ª a 6ª	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar propostas de plano de ensino com abordagem CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 4: leitura e elaboração de um resumo do texto²¹. • Análise de uma SD para verificar como a abordagem CTS foi encaminhada. 	<ul style="list-style-type: none"> • e refletir sobre as diferentes perspectivas de contextualização. • Verificar se a SD elaborada pelo licenciando apresentou a abordagem CTS. 	
7ª a 9ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e compreender a abordagem HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 5: leitura e análise do texto²². • Discussão em aula sobre o texto. • Atividade 6: leitura e questões sobre o texto²³. • Discussão em aula sobre o texto. • Atividade 7: discussão e reflexão sobre a elaboração de um plano de aula HFC com base no texto da atividade 5. • Atividade 8: elaboração de um plano de aula HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a analisar as concepções dos licenciandos sobre HFC. • Analisar se os licenciandos conseguiram estabelecer uma relação entre AC e HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades aplicadas pelo formador, anotações nas aulas e diário de bordo.
10ª a 12ª	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as concepções dos licenciandos sobre o papel da experimentação no 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 9: leitura, questões e discussão de artigo²⁴. • Atividade 9a: escolha de um roteiro 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre o papel da experimentação no ensino de 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades aplicadas pelo formador, anotações nas aulas e diário de bordo.

²¹ BERNARDO, J. R. R. et al. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sócio-científicos. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: diretrizes, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. Cap. 12, p. 373-394.

²² MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 7 (Número Especial), p. 27-45, jun. 1990. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

²³ FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Teorias da luz e Natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no Ensino Médio (completo). In: XI ENCONTRO DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0172-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

²⁴ SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 32, n. 3, ago. 2010. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/10-AF-8109_novo.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.

10 ^a a 12 ^a	<p>ensino de Ciências, as ideias sobre o método científico e as visões de ciências relacionadas ao papel da experimentação no ensino de Ciências.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender como a EI pode desenvolver a AC dos alunos. 	<p>de atividade experimental e reelaboração para EI.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vivência oficina “Energia e sustentabilidade” (GEPEQ-USP). • Discussão sobre a oficina. • Atividade 10: leitura e elaboração de questões sobre artigo²⁵. • Orientações para trabalho final: elaborar um plano de aula AC e um fundamento: EI, CTS ou HFC. 	<p>Ciências, as ideias sobre método científico e as visões de ciências relacionadas ao papel da experimentação no ensino de ciências.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisar se os licenciandos conseguiram estabelecer uma relação entre AC e EI. 	
13 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre a AC e as abordagens estudadas: EI, CTS, HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre a AC e as abordagens estudadas: EI, CTS, HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre a AC e seus fundamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro da discussão e diário de bordo.
14 ^a	-----	<ul style="list-style-type: none"> • Aula sobre avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar as concepções dos licenciandos sobre visão de ciências. 	<ul style="list-style-type: none"> • Questionário COCS.
15 ^a	Aulas sem interesse para a investigação			
16 ^a e 17 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar as concepções dos alunos e o trabalho final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do trabalho final. • Avaliação dos licenciandos sobre a UC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre a AC e seus fundamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho final e diário de bordo.
18 ^a	Exame/encerramento			

²⁵ DOURADO, Luís; SEQUEIRA, Manuel. **Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação**. 2002. Universidade do Ninho, Braga, Portugal. 2002. Disponível em: <http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/scorm/artigo_para_presencial.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

Assim como em 2015, a UC Prática de Ensino de Química II em 2016 também foi oferecida nos períodos vespertino e noturno. Nesse período, matricularam-se 9 licenciandos no curso vespertino e 3 no noturno. Entretanto, apesar de se tratar de uma UC de Prática Pedagógica de Química, nesse semestre, especificamente, no período vespertino, matricularam-se 3 alunos que optaram pela especialização em Biologia e 1 aluno do curso de bacharelado em Química. No período noturno, um licenciando interrompeu a disciplina no meio do semestre.

Serão investigadas as concepções de quatro licenciandos, 3 do período vespertino, e um do noturno. Para garantir o anonimato, eles serão referidos pelos códigos L1, L2, L3 e L4. Os demais licenciandos serão identificados com os números subsequentes (L5 a L12).

O licenciando L1 ingressou no curso de licenciatura em Ciências em 2012. Optou pela área da Biologia e participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). Concluiu o curso em 2016 e atualmente é aluno de mestrado do programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, dando continuidade ao seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). O tema de seu projeto de mestrado é na área de ensino CTS.

O licenciando L2 ingressou no curso de licenciatura em Ciências em 2013. Optou pela área de Biologia e participou do Pibid de 2014 a 2017. Ainda não concluiu o curso.

O licenciando L3 ingressou no curso de licenciatura em Ciências em 2013. Optou pela área de Química. Não participou do Pibid. Concluiu o curso em 2016. Seu TCC foi na área de História e Filosofia da Ciência. Ele já atuava, desde 2014, e continua atuando como professor de Química do Ensino Médio de uma escola privada localizada na região metropolitana de São Paulo.

O licenciando L4 ingressou no curso de licenciatura em Ciências em 2013. Optou pela área de Química. Concluiu o curso em 2017. Não participou do Pibid. Seu TCC foi na área de Experimentação Investigativa. Atualmente atua como professor de uma escola municipal de São Paulo.

Os licenciandos L1 e L2, apesar de serem da Biologia, eles escolheram cursar a UC de Prática de Ensino de Química porque estavam cursando as práticas de outras áreas para conhecerem. Eles foram selecionados para a análise desta pesquisa porque foram os dois que apresentaram um maior e evidente avanço em suas concepções acerca da Alfabetização Científica e seus fundamentos. Os licenciandos L3 e L4 são da área da Química e apresentaram ao longo de toda a UC visões

cientificistas e distorcidas de ciências. Além disso, L3 foi escolhido porque já atuava como professor de Química durante a UC analisada.

A seguir, apresenta-se a descrição detalhada das aulas da UC Prática de Ensino de Química II em 2016 é apresentada a seguir. Todas as atividades aplicadas pelo formador na PPEQ II – 2016 estão no ANEXO E.

1ª Aula: Semana de calouros

Na 1ª aula do ano letivo, os alunos foram dispensados para receberem os calouros do curso.

2ª Aula: Apresentação da proposta da disciplina e discussão sobre questões da natureza ciência

Nessa aula, o formador apresentou a UC Prática de Ensino de Química II aos licenciandos. Na atividade inicial, os licenciandos leram dois textos e discutiram alguns aspectos sobre como foi apresentado um mesmo assunto, porém com diferentes pontos de vista. O objetivo foi despertar nos licenciandos um olhar crítico e iniciar o trabalho sobre alguns aspectos de NdC. O formador entregou para cada licenciando um caderno, um diário de bordo, para relatarem suas ideias, concepções e questionamentos ao longo da UC. Informou que, semanalmente, a pesquisadora apontaria algumas questões para orientar a escrita de suas ideias (APÊNDICE E).

3ª Aula: Alfabetização Científica (AC)

Na 3ª aula, os licenciandos realizaram a leitura prévia dos textos de Sasseron e Carvalho²⁶, de um trecho selecionado da dissertação de mestrado de Aragão²⁷ sobre AC e responderam a um questionário para reflexão sobre o texto - Atividade 1. Durante a aula, os licenciandos, a pesquisadora e o formador discutiram as ideias sobre AC. Após a discussão, os licenciandos realizaram uma atividade em que deveriam escolher algumas habilidades que definissem uma pessoa alfabetizada cientificamente. Para isso, eles receberam várias tiras de papel com as habilidades. Então, eles deveriam escolher cinco habilidades que consideravam essenciais para uma pessoa ser alfabetizada cientificamente. Em seguida, realizaram uma atividade

²⁶ SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

²⁷ ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. **Alfabetização científica**: concepções dos futuros professores de Química. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

em grupo. Um grupo deveria refletir sobre quais habilidades um aluno deveria ter para ser considerado alfabetizado cientificamente ao término do Ensino Médio e o outro grupo deveria refletir sobre quais ações do professor podem levar à Alfabetização Científica dos alunos. Os grupos deveriam escrever suas ideias em *post-its* e fazer um mural na parede da sala. Os dois grupos apresentaram suas ideias. Após a apresentação, os grupos relacionaram as ações do professor e as habilidades do aluno, de modo a refletirem sobre suas concepções acerca do processo de ensino-aprendizagem na perspectiva da AC.

4ª Aula: Visões sobre a contextualização e questões sobre a NdC

Para a 4ª aula, os licenciandos fizeram a leitura prévia de um trecho do livro *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*, de Lutfi²⁸ - Atividade 2, para discutir as principais ideias do autor em sala de aula acerca da contextualização do ensino de Ciências. Após a discussão, cada licenciando escolheu um livro didático e analisou um capítulo para identificar o nível de contextualização, baseando-se nas categorias apresentadas no texto de Lutfi (1992).

5ª Aula: Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Na 5ª aula, o tema tratado foi a abordagem CTS, que relaciona ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Para essa aula, os licenciandos realizaram a leitura prévia do texto *Formação de cidadãos na perspectiva CTS*, de Conrado e Niño El-Hani²⁹, e responderam a algumas questões para reflexão - Atividade 3. Durante a aula, o formador apresentou e discutiu com a turma os principais conceitos sobre a abordagem CTS e apresentou estratégias de ensino que podem ser utilizadas nesse tipo de abordagem. Após a discussão, os licenciandos analisaram uma proposta de sequência didática CTS em pequenos grupos. Cada grupo analisou uma proposta diferente, identificando os conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente bem como os níveis de contextualização de Lutfi (1992), discutidos na aula anterior. Após a análise, cada grupo compartilhou suas ideias com a turma. Ao final, o formador pontuou algumas dificuldades frequentes na elaboração de uma sequência didática

²⁸ LUTFI, Mansur. **Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico**. Ijuí: Unijuí, 1992.

²⁹ CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2010, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UTFPR, 2010. p. 1-16.

CTS e os licenciandos expressaram suas concepções e refletiram sobre essa abordagem.

6ª Aula: Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Para a 6ª aula, os licenciandos fizeram a Atividade 4 em que escreveram um resumo com as principais ideias discutidas no texto *A construção de propostas de ensino CTS para abordagem de temas sociocientíficos* de Bernardo, Vianna e Silva³⁰ e fizeram uma análise, baseada nas discussões das aulas anteriores, sobre as ideias dos autores acerca da abordagem CTS. Nessa aula, também foi apresentada a proposta *Os três momentos pedagógicos*, desenvolvida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco³¹. Na segunda parte da aula, o formador, a pesquisadora e os licenciandos discutiram como a abordagem CTS pode contribuir para a AC dos alunos. A Atividade 5 foi dada como tarefa.

7ª Aula: História e Filosofia da Ciência (HFC)

Na 7ª aula, iniciou-se o tema da abordagem História e Filosofia da Ciência. Para isso, os licenciandos haviam tido como tarefa a leitura do artigo *Como Becquerel não descobriu a radioatividade*, de Martins (1990)³², e, de acordo com as orientações na Atividade 5, deveriam: pintar, ou sublinhar, de azul todos os conceitos científicos; pintar, ou sublinhar, de vermelho todos os aspectos da Natureza da Ciência; e pintar, ou sublinhar, de verde o que poderiam ser outros objetivos para o ensino de Ciências. O artigo foi discutido, e os licenciandos apontaram os conceitos científicos, os aspectos da NdC e objetivos para o ensino de ciências. Durante a discussão, houve divergência nas opiniões entre os licenciandos sobre os trechos do texto e as categorias, o que proporcionou uma reflexão sobre a HFC. No final da aula, o formador entregou a Atividade 6 como tarefa.

8ª Aula: História e Filosofia da Ciência (HFC)

³⁰ SANTOS, Wildson L. P.; AULER, Décio. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora UnB, 2011.

³¹ DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Marta M. (2002). **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

³² MARTINS, R. A. COMO BECQUEREL NÃO DESCOBRIU A RADIOATIVIDADE. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 7 (Número Especial), p. 27-45, jun. 1990. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

Para a 8ª aula, os licenciandos leram o artigo *Teorias da luz e natureza da ciência* de Forato, Martins e Pietrocola (2008)³³, e responderam às questões da Atividade 6. Em aula, foram discutidas as ideias do artigo e as respostas das questões. Em seguida, os licenciandos realizaram a Atividade 7, que foi elaborada com base nas ideias de Forato e colaboradores (2009), em que foram convidados a refletirem sobre a elaboração de um plano de aula com abordagem da HFC, a partir do texto *Como Becquerel não descobriu a radioatividade* de Martins (1990). Como tarefa, eles deveriam realizar a Atividade 8 em que deveriam apresentar um plano de aula fundamentado no referido texto.

9ª Aula: História e Filosofia da Ciência (HFC)

Na 9ª aula, os licenciandos apresentaram suas propostas de plano de aula com abordagem História e Filosofia da Ciência. Após as apresentações, foram discutidas as dificuldades e os obstáculos que eles enfrentaram para elaborar esses planos. Também foi discutido como a abordagem da HFC pode contribuir para a Alfabetização Científica dos alunos. Ao final da aula, o formador explicou a tarefa - Atividade 9 para a próxima aula.

10ª Aula: Experimentação investigativa (EI)

Para a 10ª aula, os licenciandos realizaram em casa a atividade 9 em que deveriam ler o artigo *A estratégia “Laboratório Aberto” para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas* de Suart, Marcondes e Lamas (2010)³⁴, e responder às questões dessa atividade. Nessa aula, foram discutidos o papel da experimentação no ensino de Ciências, as ideias sobre método científico e as visões de ciências relacionadas ao papel da experimentação no ensino de Ciências. Os licenciandos realizaram em aula a Atividade 9a em que deveriam elaborar um roteiro de atividade experimental investigativa a partir do roteiro que eles trouxeram de casa.

11ª Aula: Experimentação investigativa (EI)

³³ FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. *Teorias da luz e Natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no ensino médio (completo)*. In: XI ECONTRO DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0172-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

³⁴ SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. *A estratégia laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura*. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 32, n. 3, ago. 2010. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/10-AF-8109_novo.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.

Na 11ª aula os licenciandos foram até ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) para vivenciarem uma atividade experimental investigativa elaborada e aplicada pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ)³⁵. Lá, os licenciandos participaram de uma oficina cujo tema foi *Energia e sustentabilidade*.

12ª Aula: Experimentação Investigativa (EI)

Na 12ª aula, o formador iniciou a aula conversando com os licenciandos sobre a oficina da aula anterior. Os licenciandos elogiaram muito a atividade experimental e disseram que foi muito importante para a formação deles vivenciarem uma atividade experimental investigativa que também apresentava a abordagem CTS. Segundo eles, essa atividade proporcionou a oportunidade de refletirem sobre suas próprias concepções acerca da Experimentação Investigativa e sobre a Ciência. Depois dessa conversa, foram discutidas as ideias do artigo *Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação* de Dourado e Sequeira³⁶, da Atividade 10, para fechar o tema da abordagem de EI. Nessa discussão, os licenciandos foram questionados sobre como a abordagem EI pode contribuir para a AC dos alunos.

Por fim, o formador apresentou as orientações para a elaboração do trabalho final, a elaboração de uma sequência didática na perspectiva da AC e em uma das abordagens estudadas: EI, CTS ou HFC.

13ª Aula: Alfabetização Científica (AC)

Na 13ª aula, foram discutidos os conceitos de Alfabetização Científica estabelecendo relações com seus fundamentos, as abordagens CTS, HFC e EI. Nesse momento, os licenciandos puderam expressar suas ideias, esclarecer dúvidas e refletir sobre suas concepções durante toda a trajetória da UC. Ao final da aula, eles disseram que gostariam de estudar sobre avaliação no ensino de Ciências, então o formador disse que trataria desse conceito na aula seguinte.

14ª Aula: Avaliação (Tema não considerado na pesquisa)

³⁵ Como a universidade investigada não possuía laboratório para as aulas de Prática de Ensino, o formador convidou os alunos a terem a aula sobre experimentação investigativa no GEPEQ-USP.

³⁶ DOURADO, Luís; SEQUEIRA, Manuel. *Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação*. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Ninho, Braga, Portugal. 2002. Disponível em: <http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/scorm/artigo_para_presencial.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

Na 14ª aula, o formador preparou uma aula dialogada sobre avaliação, trazendo questões para os licenciandos refletirem acerca de suas concepções sobre avaliação. O tema avaliação não será analisado nessa pesquisa.

Nessa aula, a pesquisadora pediu aos licenciandos e ao formador que respondessem ao questionário “*Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS)*” (APÊNDICE F), que foi traduzido pela pesquisadora para o português e adaptado para essa pesquisa, para investigar as concepções dos licenciandos e do formador sobre Ciência e Sociedade.

15ª Aula: Congresso Acadêmico da Graduação

Não houve aula.

16ª Aula: Apresentação do trabalho final

Na 16ª aula, os licenciandos apresentaram o trabalho final, que consistia na elaboração de um plano de aula considerando pelo menos uma abordagem estudada na UC.

17ª Aula: Avaliação da Unidade Curricular

Na 17ª aula, mais alguns alunos apresentaram o trabalho final. Como fechamento, o formador aplicou um questionário para os licenciandos avaliarem a Unidade Curricular e conversou com eles a respeito da UC de Prática Pedagógica de ensino de Química II, especificamente sobre as impressões e os questionamentos dos licenciandos acerca da prática pedagógica.

18ª Aula: Exame/Encerramento

Não houve aula nesse dia.

5.4 Metodologia de análise dos dados

Para essa investigação, os dados foram coletados por meio das atividades aplicadas pelo formador na Prática Pedagógica de Química II em 2016 (ANEXO E); por meio do diário de bordo dos licenciandos; pelas entrevistas semiestruturadas com os licenciandos e com o formador; pelos dados obtidos pelo questionário COCs; e o

pelo plano de aula final. O áudio das aulas foi gravado, porém, muitas partes ficaram inaudíveis devido ao grande barulho dos automóveis que passavam na rua.³⁷

Para analisar as concepções dos licenciandos, ao longo da UC, acerca da Alfabetização Científica, foram utilizados os níveis de AC (BYBEE et al., 2004), descritos no quadro 7 a seguir.

Quadro 7 - Níveis de Alfabetização Científica

Nível de AC	Descrição
1-Nominal	Alunos que reconhecem conceitos relacionados à ciência, mas o nível de compreensão indica claramente equívocos e concepções alternativas.
2-Funcional	Alunos capazes de descrever conceitos corretamente, mas têm uma compreensão limitada, porque não os construíram, apenas memorizaram os conceitos. Não tiveram contato com o ensino baseado na investigação, e provavelmente têm pouco interesse pela área científica.
3-Conceitual e Procedimental	Alunos são capazes de desenvolver a compreensão dos principais conceitos da ciência, tais como, matéria, energia, movimentos. Habilidades processuais e compreensão dos processos de investigação científica e desenvolvimento tecnológico. Possuem habilidade e entendimento dos processos que envolvem uma investigação científica, tais como: levantamento de hipóteses, desenvolvimento de métodos de investigação, uso de técnicas e ferramentas apropriadas, elaboração de explicações e modelos usando evidências, pensamento lógico e crítico sobre a relação entre causa e consequência.
4-Multi-dimensional	Esse nível de AC incorpora a compreensão da ciência que se estende além dos conceitos e procedimentos da investigação científica. Inclui dimensões filosóficas, históricas e sociais da ciência e tecnologia. Nesse nível de alfabetização o indivíduo desenvolve uma compreensão e valorização da ciência e da tecnologia como se fossem e são parte de sua cultura. Mais especificamente, eles começam a fazer conexões dentro das áreas da ciência, entre ciência e tecnologia, e entre as grandes questões que desafiam a sociedade.

Fonte: BYBEE et al., 2004, p. 71-72, tradução nossa.

Reiterando as ideias apresentadas acerca do processo de ensino-aprendizagem (MASINI, 2012; AUSUBEL, 2000), foram elaborados níveis de compreensão para cada fundamento de AC – EI, CTS e HFC –, para analisar as concepções dos licenciandos acerca de cada fundamento ao longo da UC. O nível 1 indica que o licenciando não reconhece a importância da abordagem analisada, o nível 2 indica que o licenciando está no nível da percepção, no nível 3, o licenciando é capaz de

³⁷ O local em que as aulas do curso de licenciatura em Ciências ocorreram foi em um prédio alugado, porque o campus da universidade estava em fase de construção.

perceber e compreender a importância da abordagem e, no nível 4, ele é capaz de perceber, compreender e refletir sobre a importância da abordagem estudada.

Quadro 8 - Níveis de compreensão dos fundamentos de AC

Nível	CTS	HFC	EI
1	Não reconhece a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências. Não considera aspectos relacionados à NdC.	Não reconhece a importância da abordagem HFC no ensino de Ciências. Não considera aspectos relacionados à NdC.	Não reconhece a importância da abordagem EI no ensino de Ciências. Não considera aspectos relacionados à NdC.
2	Percebe a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências, no entanto apenas para motivar, informar ou exemplificar os conceitos científicos. Não há problematização. Há pouca ou equivocada compreensão de aspectos da NdC.	Percebe a importância da abordagem HFC no ensino de Ciências, citando fatos, datas, acontecimentos e descoberta de forma isolada (pseudo-história). Há pouca ou equivocada compreensão de aspectos da NdC.	Percebe a importância da abordagem EI no ensino de Ciências, no entanto apenas para motivar, ilustrar, exemplificar ou confirmar uma teoria já estudada. Não há problematização. Há pouca ou equivocada compreensão de aspectos da NdC.
3	Percebe e compreende a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências. Porém prioriza uma das dimensões (ciência, tecnologia, sociedade ou ambiente), valorizando o ensino de conceitos científicos ou apenas o tema. Pode apresentar problematização, que nem sempre possibilita aos alunos compreenderem conceitos e refletirem sobre o tema. Há alguma compreensão de aspectos da NdC.	Percebe e compreende a importância da abordagem HFC no ensino de Ciências. Entende a ciência como uma construção de conhecimentos dinâmica e coletiva, no entanto isolada de outras áreas (social, cultural, política, econômica, tecnológica). Há alguma compreensão de aspectos da NdC.	Percebe e compreende a importância da abordagem EI no ensino de Ciências para a aprendizagem de conceitos. Há uma problematização e um roteiro procedimental propostos pelo professor. Os alunos elaboram hipóteses; coletam e analisam os dados; e formulam conclusões. Há alguma compreensão de aspectos da NdC.
4	Percebe, compreende e reflete sobre a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências. Estabelece relações entre as dimensões ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Há uma problematização que possibilita aos alunos compreenderem conceitos e refletirem sobre o tema. Compreende aspectos da NdC.	Percebe, compreende e reflete sobre a importância da abordagem HFC no ensino de Ciências. Entende a ciência como uma construção de conhecimentos dinâmica e coletiva que influencia e sofre influências de outras áreas (social, cultural, política, econômica, tecnológica). Compreende aspectos da NdC.	Percebe, compreende e reflete sobre a importância da abordagem EI no ensino de Ciências para a aprendizagem de conceitos. Há uma problematização proposta pelos alunos ou pelo professor. Os alunos elaboram hipóteses e o procedimento experimental; coletam e analisam os dados; e formulam conclusões. Compreende aspectos da NdC.

Fonte: Elaboração nossa.

Embora os níveis de Alfabetização Científica (BYBEE et al., 2004) caracterizam o entendimento dos alunos sobre AC, ele será usado para indicar o nível de compreensão dos licenciandos acerca da AC.

A seguir, serão apresentadas as análises dos dados obtidos. Inicialmente será apresentada a análise sobre a proposta de UC elaborada pelo formador - os objetivos de ensino, as atividades em aula e as ações do formador ao longo de toda a Unidade Curricular de Prática Pedagógica de Química II em 2016. Para isso, as aulas sobre cada tema foram divididas em três fases: fase 1 – percepção; fase 2 – compreensão; e fase 3 – reflexão. Essa análise permitiu verificar quais foram as condições propostas na UC, voltada para a AC, que contribuíram para a formação das concepções dos licenciandos sobre a Alfabetização Científica e seus fundamentos – CTS, HFC e EI e que proporcionaram a percepção, a compreensão e a reflexão sobre os conteúdos trabalhados. Com o resultados acerca dessas condições, traçou-se um paralelo com o desenvolvimento das concepções de quatro licenciandos (L1, L2, L3 e L4) ao longo da UC e no seu plano de aula final. Nessa análise, buscou-se categorizar as concepções dos futuros professores de Ciências em níveis de Alfabetização Científica (BYBEE et al., 2004) e os níveis de compreensão dos fundamentos CTS, HFC e EI. Essa análise foi feita ao longo de toda a Unidade Curricular Prática de Ensino de Química II - 2016. Foram analisados o trabalho final de cada licenciando com o objetivo de verificar se há um distanciamento ou uma convergência entre as concepções manifestadas ao longo da UC e na elaboração do trabalho final.

6 Análise e discussão dos resultados

Inicialmente, serão apresentadas a análise e a discussão dos dados relacionados à proposta da UC Prática Pedagógica de Química II 2016, analisando as ações e atividades desenvolvidas nas aulas pelo formador. Em seguida, serão apresentadas as análises e a discussão dos resultados das concepções dos licenciandos, categorizadas em níveis de AC e de seus fundamentos. Por fim, tentar-se-á estabelecer relações das ações do formador que mais impactaram as concepções dos licenciandos durante a UC.

6.1 Análise e discussão dos resultados da proposta de UC voltada para a Alfabetização Científica

No início do segundo semestre de 2015, a pesquisadora conversou com o formador para saber suas concepções acerca da UC ministrada no primeiro semestre. O áudio da conversa foi gravado e as transcrições foram analisadas.

Nessa conversa, o formador relatou que estava satisfeito com a turma, porque, naquele momento, ele estava ministrando outra UC, para os mesmos alunos que cursaram a PPEQ II em 2015. Ele relatou que, em uma das atividades, que consistia em analisar um vídeo, cujos critérios eram livres, os alunos consideraram as abordagens CTS, EI e HFC para fazer as análises.

“A questão da contextualização está aparecendo, então, acho que algumas coisas foram marcantes. Tem dois tópicos de experimentação em discussão, que é livre e eles estão discutindo a visão sobre experimentação. [...] Um grupo de Biologia está tratando da história de Darwin, mas o Darwin mocinho. Foram saber por que ele escolheu essa área de estudo. Como ele fez, nas primeiras viagens, para conseguir verba e as dificuldades que encontrou. Conseguiram uma foto dele mais velho. Eles viram como é importante para o aluno conhecer o contexto da história. Eles analisaram várias coisas, além da imagem de ciência. [...] A história eles já viram na disciplina de Prática Pedagógica de Ciências, mas CTS somente na Prática Pedagógica de Química II.”

O formador acredita que a atividade sobre os níveis de contextualização de Lutfi (1992), seguida da análise do livro didático é muito importante para o entendimento sobre contextualização do ensino.

Ademais, ele pontuou que a abordagem CTS deve ser vivenciada para que haja uma melhor compressão.

“Precisa mais do que dizer o CTS é isso. Eles precisam vivenciar uma situação. [...] Os alunos se queixaram na aula, que é muito difícil entender sem nunca ter vivenciado.[...] Eu manteria a atividade de análise do livro didático, porque ajuda a entender as ideias sobre contextualização.”

Ele acredita que a abordagem CTS pode desenvolver a alfabetização científica dos alunos.

“Porque inverte a ordem, o aluno deve se posicionar, elaborar hipóteses, ter pensamento crítico, identificar as variáveis de um problema, e o problema não é só ligado ao conteúdo, há um contexto, então, ele tem que tomar outro tipo de decisão, de caráter ambiental, social, um problema real, complexo, que ele tem de resolver.”

Os dados indicam que o formador pôde verificar que as abordagens CTS, EI e HFC causaram impacto na formação dos licenciandos, porque eles conseguiram lançar mão dos conceitos relacionados a essas abordagens em uma outra UC, de maneira espontânea, sem que o formador tivesse exigido isso deles. Vale lembrar que essas abordagens já faziam parte da ementa da UC Prática Pedagógica de Química II em anos anteriores, e foi exatamente por isso que a pesquisadora escolheu investigá-la.

No final do ano de 2015, a pesquisadora pediu ao formador que respondesse a um questionário sobre a AC e a formação inicial de professores (APÊNDICE D).

1. De acordo com suas concepções de ensino e aprendizagem, o que você entende como alfabetização científica?

“Concordo com a ideia de Sasseron e Carvalho, que é a de promover condições para que os alunos se apropriem da cultura científica, portanto, se teria que promover essa enculturação.”

2. Quais as características que você julga importantes para que uma pessoa seja considerada alfabetizada cientificamente?

“Seria uma pessoa que utiliza os conceitos científicos quando necessita tomar decisões no seu cotidiano, tem uma visão de ciências não distorcida, entende o papel da tecnologia e entende que é necessário algum controle, entre outros.”

Com relação à UC PPEQ II, ministrada em 2015, responda:

3. Qual a principal importância dessa UC na formação inicial do futuro professor?

“Nessa disciplina são discutidos os principais conceitos/estratégias da didática da ciência.”

4. Você pensou em desenvolver alguma(s) das características, que você respondeu na questão 2, da alfabetização científica na UC? Se sim, quais e como elas foram desenvolvidas?

“Pensei nas características que escrevi na segunda questão. Para isso, estudamos a abordagem CTS, contextualização, a História da Ciência, Experimentos investigativos, etc. Acredito que todos os termos que foram abordados ajudariam a desenvolver essas características.”

Observa-se que o formador é coerente em seu discurso com sua prática pedagógica, já que Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que a AC está estruturada na compreensão de conceitos científicos, da natureza da ciência e das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Esses três eixos estão relacionados aos conceitos abordados na PPEQ II, a AC e seus fundamentos – CTS, EI e HFC. A definição de AC do formador vai ao encontro dessas mesmas ideias.

Quando questionado sobre a formação de professores e a proposta da UC voltada para a AC em 2015, o formador identificou que os licenciandos compreenderam que é importante desenvolver a AC. Porém eles apresentaram dificuldades em entender que o ensino voltado para a AC não significa deixar de ensinar conceitos científicos, ou seja, para alguns licenciandos, foi muito difícil compreender que é possível ensinar conceitos científicos por meio de abordagens diferentes das quais eles estão acostumados a vivenciarem em sala de aula, para as quais os alunos têm uma postura passiva e o professor transmite todos os conteúdos.

Apresenta-se, a seguir, as respostas das questões 5 e 6 do questionário respondido pelo formador sobre a AC e a formação inicial de professores:

5. Quais foram as facilidades/dificuldades que você enfrentou para desenvolver essas características? (as características respondidas na questão 2.)

“Nas aulas de 2015, o foco foi em desenvolver nos alunos a consciência de que a ciência química pode ajudar o cidadão a tomar decisões importantes para a sua vida como também fazer com que os alunos acreditem que é importante incluir em suas aulas estratégias que facilitarão o desenvolvimento dessas características (AC). Acredito que a primeira foi mais fácil, a segunda parte foi mais difícil”.

6. Você acha que os licenciandos conseguiram desenvolver essas características de AC? Quais você identificou que foram desenvolvidas pelos futuros professores?

“Acredito que alguns deles consideraram essas características como sendo importantes, durante a discussão do tema AC nas aulas de prática, contudo, essa preocupação de incluir AC em suas aulas (não legível) não apareceu na maioria dos alunos. O que mais aparece é a preocupação com o conhecimento científico e pouca vezes a preocupação em formar um cidadão crítico.”

A pesquisadora perguntou, a respeito da proposta da UC PPEQ II para 2016, o que seria mudado e quais eram as considerações e avaliações acerca dos resultados da UC de 2015.

Pensando na definição do conceito de Alfabetização Científica e no seu planejamento da UC, o que você pretende manter e alterar para o ano de 2016?

“Estamos realizando o planejamento em conjunto. Ainda não definimos totalmente o currículo da UC. Mas percebemos que em 2015 foi importante incluir a discussão sobre AC nas aulas.”

Tendo como foco a Alfabetização Científica, utilize o espaço a seguir para expressar suas considerações e avaliação do desenvolvimento da UC Prática Pedagógica do Ensino de Química II.

“O que percebi na UC foi que os alunos parecem entender o que AC significa e também entendem porque é importante discutir e incluir AC nos seus planos/aulas de ensino. Contudo eles possuem muitas dificuldades de planejar atividades, ou elas somente focam o conteúdo de ciência ou somente focam nas habilidades e competências ou no tema escolhido. Pensando nisso, acredito que seja importante que o aluno vivencie atividades com esse enfoque e a partir dessa vivência é que se discutiria as características da AC. Estamos pensando em como fazer isso no próximo ano (2016).”

O que parece ter sido marcante para o formador foi a inserção do conceito de AC na PPEQ II 2015, já que as abordagens EI, CTS e HFC já faziam parte da ementa da UC. Outra característica marcante foi a dificuldade dos licenciandos em compreenderem que o ensino de Química pode ir além dos conceitos científicos. A grande questão que estava diante do formador era como planejar atividades que promovessem a vivência dos alunos em cada uma das abordagens para romper a barreira do ensino centrado nos conceitos científicos.

Levando em consideração os resultados de 2015, o formador e a pesquisadora planejaram a UC Prática Pedagógica de Química II para 2016. Nesse planejamento, foram estabelecidos objetivos para a AC e para cada um de seus fundamentos (ANEXO D).

O quadro 9 a seguir apresenta uma descrição das aulas da UC em termos de objetivos de ensino, atividades propostas (ANEXO E) e ações do formador.

Quadro 9 – Descrição das aulas da UC Prática Pedagógica de Química II - 2016

Aulas	Tema	Objetivos do ensino	Atividades propostas	Ações do formador
1ª a 3ª	AC	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da UC. • Despertar visão crítica e abordar alguns aspectos de NdC. • Conhecer a visão dos licenciandos sobre a AC. • Perceber, compreender e refletir sobre a AC e as relações entre as ações do professor em sala de aula para o desenvolvimento de habilidades dos alunos para que possam levar à AC dos alunos no ensino básico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade inicial: leitura de textos e discussão sobre pontos de vista diferentes acerca de um mesmo problema. • Apresentação do diário de bordo. • Atividade 1: Leitura e discussão de texto³⁸. • Respostas a um questionário com discussões e reflexões de ideias em processo contínuo com a turma. • Atividade sobre habilidades. <i>Post-its</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe leitura e questões sobre o texto. • Discussão em grupos e com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove a reflexão sobre alguns aspectos da natureza da ciência. • Promove interações entre os licenciandos. • Proporciona reflexão sobre a AC. • Inova, aplicando atividade diferenciada em grupo que promove a discussão entre os licenciandos (tirinhas e <i>post-it</i>).
4ª a 6ª	CTS	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer diferentes perspectivas sobre a contextualização no ensino de Química. • Conhecer e compreender a abordagem CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 2: Leitura e discussão de um trecho do livro³⁹. • Análise de um capítulo de livro didático para identificar o nível de contextualização, com base nas categorias de Lutfi (1992). • Atividade 3: Leitura do texto ⁴⁰ e questões. • Atividade 4: Leitura e elaboração de um resumo do texto⁴¹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe leitura e questões sobre o texto. • Discussão em grupos e com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove a reflexão sobre níveis de contextualização e a abordagem CTS. • Promove interações entre os licenciandos. • Promove a aplicação das ideias dos licenciandos, sobre contextualização, em atividade de análise de livros didáticos e planos de aula.

Continua

³⁸ SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

³⁹ LUTFI, MANSUR. **Os ferrados e os cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Unijuí, 1992.

⁴⁰ CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UTFPR, 2010. p. 1-16.

⁴¹ BERNARDO, J. R. R. et al. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sócio-científicos. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: diretrizes, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. Cap. 12, p. 373-394.

4ª a 6ª	CTS	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar propostas de plano de ensino com abordagem CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de uma SD para verificar como a abordagem CTS foi encaminhada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona reflexão sobre a contextualização e a abordagem CTS. • Avalia as concepções dos licenciandos sobre a contextualização por meio das análises dos livros didáticos que eles apresentaram. • Sistematiza os principais pontos sobre CTS no fechamento da aula.
7ª a 9ª	HFC	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e compreender a abordagem HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 5: Leitura e análise do texto⁴². • Discussão em aula sobre o texto. • Atividade 6: Leitura e questões sobre o texto⁴³. • Discussão em aula sobre o texto. • Atividade 7: Discussão e reflexão sobre a elaboração de um plano de aula HFC, com base no texto da Atividade 5. • Atividade 8: Elaboração de um plano de aula HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe leitura e questões sobre o texto. • Discussão em grupos e com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove interações entre os licenciandos. • Inova com uma atividade de identificação de conceitos científicos e aspectos da NdC. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Avalia as concepções dos licenciandos sobre a HFC. • Proporciona a reflexão sobre HFC no ensino de ciências. • Sistematiza os principais pontos sobre HFC no fechamento da aula.
10ª a 12ª	EI	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as concepções dos licenciandos sobre o papel da experimentação no ensino de ciências, 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 9: Leitura, questões e discussão de artigo⁴⁴. • Atividade 9a: Escolha de um roteiro de atividade experimental e reelaboração para EI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe leitura e questões sobre o texto. • Discussão em grupos e com a turma toda. • Promove interações entre os licenciandos. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão.

⁴² MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 7 (Número Especial) p. 27-45, jun. 1990. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

⁴³ FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Teorias da luz e Natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no ensino médio (completo). In: XI EPEF, 2008, Curitiba. **A pesquisa de física e a sala de aula**: articulações necessárias. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0172-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

⁴⁴ SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 200-207, ago. 2010. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/10-AF-8109_novo.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.

Conclusão

10 ^a a 12 ^a	EI	<p>as ideias sobre método científico e as visões de ciências relacionadas ao papel da experimentação no ensino de ciências.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender como a EI pode desenvolver a AC dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vivência: oficina “Energia e sustentabilidade” (GEPEQ-USP). • Discussão sobre a oficina. • Atividade 10: Leitura e elaboração de questões sobre artigo⁴⁵. • Orientações para o trabalho final: elaborar um plano de aula AC e um fundamento: EI, CTS ou HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avalia as concepções dos licenciandos sobre a EI. • Promove a reflexão dos licenciandos sobre a EI e o método científico. • Proporciona a reflexão sobre a EI no ensino de ciências. • Inova com uma atividade de vivência de uma experimental investigativa. • Sistematiza os principais pontos sobre a EI no fechamento da aula.
13 ^a	AC	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar as concepções dos licenciandos sobre a AC e as abordagens estudadas: EI, CTS, HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre a AC e as abordagens estudadas: EI, CTS, HFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre a AC e as abordagens estudadas com os licenciandos. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Proporciona a reflexão sobre a AC e seus fundamentos no ensino de ciências. • Avalia as concepções dos licenciandos sobre a AC e seus fundamentos. • Sistematiza os principais pontos sobre a AC e seus fundamentos no fechamento da aula.
16 ^a e 17 ^a	Apresentação do trabalho final.	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar as concepções dos alunos e o trabalho final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do trabalho final. • Avaliação dos licenciandos sobre a UC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promove interações e discussões durante as apresentações. • Promove a reflexão sobre as abordagens CTS, HFC e EI no planejamento de aulas. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Proporciona a reflexão sobre a AC e seus fundamentos.

⁴⁵ DOURADO, L.; SEQUEIRA, M. Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação. In: ENCUNTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, 22., 2002, La Laguna. **Anais**. La Laguna: Centro Superior de Educación Universidad de La Laguna, 13 de setembro de 2002. Disponível em: <<https://apice.webs.ull.es/pdf/351-076.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

Analisando a proposta de UC Prática Pedagógica de Química II - 2016, observa-se que, em geral, os temas começaram a ser abordados por meio da leitura de um texto, seguida de uma discussão em pequenos grupos. Nessa fase inicial, os licenciandos puderam começar a perceber a importância da AC e do tema abordado.

Em seguida, a discussão é ampliada para a turma toda. Nesse momento, o formador pode promover interações entre os licenciandos, analisar e utilizar as ideias deles durante a discussão e avaliar suas concepções. Com essa fase, o formador tinha a intenção de proporcionar o desenvolvimento da compreensão dos licenciandos acerca da importância da AC e de seus fundamentos.

Logo após, o formador propõe uma atividade de aplicação, com o objetivo de promover a reflexão dos licenciandos sobre suas concepções e as reformularem a partir do que já sabiam. Essas etapas de percepção, compreensão e reflexão ocorreram, então, ao longo de toda UC e serão analisadas a seguir.

6.1.1 Fase 1: Percepção

As atividades e ações do formador que tiveram o potencial de despertar a percepção dos licenciandos estão descritas no quadro 10 a seguir.

Quadro 10 – Atividades e ações do formador que propiciaram a **percepção** dos licenciandos

Aulas	Tema	Atividades propostas	Ações do formador
1ª a 3ª	AC	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 1: Leitura de texto⁴⁶ e discussão em pequenos grupos sobre as habilidades. • Apresentação do diário de bordo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe a leitura do texto. • Discussão em grupos.
4ª a 6ª	CTS	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 2: Leitura de um trecho do livro⁴⁷. • Atividade 3: Leitura de texto⁴⁸. • Atividade 4: Leitura de texto⁴⁹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe a leitura do texto. • Discussão em grupos.

Continua

⁴⁶ SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

⁴⁷ LUTFI, MANSUR. **Os ferrados e os cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 1992.

⁴⁸ CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UTFPR, 2010. p. 1-16.

⁴⁹ BERNARDO, J. R. R. et al. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sócio-científicos. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: diretrizes, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. Cap. 12, p. 373-394.

Conclusão

7 ^a a 9 ^a	HFC	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 5: Leitura de texto⁵⁰. • Atividade 6: Leitura de texto⁵¹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe a leitura do texto. • Discussão em grupos.
10 ^a a 12 ^a	EI	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 9: Leitura de texto⁵². • Atividade 10: Leitura de texto⁵³. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe a leitura do texto. • Discussão em grupos.

Verifica-se que o formador utilizou a estratégia de leitura de texto para introduzir os temas. A partir dos textos selecionados para leitura pelo formador, podem-se identificar as concepções dos licenciandos acerca de cada abordagem.

O texto introdutório do conceito de AC é um artigo de revisão bibliográfica em que são apresentadas diferentes definições de pesquisadores sobre o conceito de AC. Como conclusão, as autoras do artigo estabeleceram três eixos estruturantes da AC: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Os licenciandos também fizeram a leitura do resumo de um texto extraído da dissertação de mestrado da pesquisadora (ARAGÃO, 2014). Nesse resumo, são apresentados os fundamentos de AC e as abordagens CTS, EI e HFC. Após a leitura do texto, eles responderam a um questionário – Atividade 1.

Em 2015, os licenciandos leram apenas o artigo de revisão bibliográfica e tiveram uma única aula sobre a AC. Já em 2016, o formador e a pesquisadora optaram por adicionar um trecho da dissertação da pesquisadora que apresenta os fundamentos da AC, ampliando a visão de Alfabetização Científica.

⁵⁰ MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, 7 (Número Especial) p. 27-45, jun. 1990. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

⁵¹ FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Teorias da luz e Natureza da Ciência: elaboração e análise de curso aplicado no ensino médio (completo). In: XI EPEF, 2008, Curitiba. **A pesquisa de física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0172-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

⁵² SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura. **Química Nova na Escola**, [s. l], v. 32, n. 3, p. 200-207, ago. 2010. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/10-AF-8109_novo.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.

⁵³ DOURADO, Luís; SEQUEIRA, Manuel. **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>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

Assim, infere-se que a leitura desses textos possibilitou um primeiro contato dos licenciandos com o conceito de AC, apesar de alguns deles terem relatado que já tinham ouvido falar do conceito de AC em outras UCs, porém nunca tinham estudado a respeito.

Na Atividade 1, quando questionados sobre o que significa Alfabetização Científica, os licenciandos apresentaram as seguintes respostas.

Para você, o que significa Alfabetização Científica?

L1: “O termo Alfabetização Científica também me remete a um código de comunicação, um código múltiplo que utiliza de outros códigos para atribuir sentido a elementos ligados a ciência.”

L2: “Alfabetização Científica, para mim, segue a ideia de ensinar conceitos e conteúdos científicos, além de ensinar como se constrói a ciência e como este se relaciona com a sociedade, e propiciar o pensamento científico sobre o fazer científico e os fenômenos da natureza.”

L3: “Alfabetização Científica seria conseguir fazer com que as pessoas consigam compreender a linguagem da Ciência, bem como suas capacidades intelectuais.”

L4: “Alfabetização Científica é compreender a base do que é ciências, áreas que ela estuda e principalmente, compreender como ela é feita, isto é, por pessoas normais que cometem erros a fim de entender a natureza.”

Verifica-se que os licenciandos L1 e L3 definiram AC em termos de conceitos científicos, essa definição aproxima-se do nível de AC funcional (BYBEE et al., 2004). Já o L2 considerou importante o conhecimento sobre a construção da ciência e relacionou a ciência com outras dimensões, como a social, aproximando-se do nível mais alto de AC, multidimensional (BYBEE et al., 2004). E L4 definiu AC em termos de compreensão dos conceitos científicos e dos processos de construção da ciência, aproximando-se do nível de AC conceitual (BYBEE et al., 2004).

Para o tema CTS, em 2015, os licenciandos tiveram que ler um trecho do livro *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico* (LUTFI, 1992) e mais três artigos⁵⁴ de cunho teórico acerca dessa abordagem. Esse texto apresenta como os conceitos químicos estão relacionados com o cotidiano.

⁵⁴ CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UTFPR, 2010. p. 1-16.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Marta M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência e Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

Como os licenciandos de 2015 relataram ter tido muita dificuldade para compreender essa abordagem, a pesquisadora e o formador reformularam as aulas sobre esse tema com o objetivo de proporcionar aos licenciandos a compreensão de como essa abordagem pode ser trabalhada no ensino de ciências.

Então, em 2016, foram mantidos dois textos, o trecho do livro *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico* (LUTFI, 1992) e o artigo *Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências* (CONRADO; EL-HANI, 2010), que faz a defesa da abordagem CTS para a formação da cidadania. E, como era necessário trazer um texto relacionado com a prática em sala de aula, o formador sugeriu a leitura do capítulo 12 – “A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos” (BERNARDO et al., 2011), do livro *CTS e educação científica: diretrizes, tendências e resultados de pesquisas*, produzido a partir dos trabalhos apresentados no II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências, realizado no Brasil em 2010, que discute a abordagem CTS no Brasil e apresenta a construção de diversas propostas de ensino CTS.

O licenciando L1 pontuou a necessidade da leitura dos textos e enfatizou a importância das discussões para a compreensão dos conceitos sobre a abordagem CTS.

L1: “A discussão de CTS é importante para minha formação porque ajuda a pensar a criação de práticas educacionais mais adequadas as [sic] necessidades educacionais atuais. A discussão também é importante porque apenas a leitura de textos CTS não é tão efetiva sem que haja o diálogo sobre o entendimento e a aplicabilidade da teoria estudada.”

O licenciando L2 afirmou que suas ideias prévias sobre CTS estavam equivocadas, e que as aulas o ajudaram a ter uma melhor compreensão acerca dessa abordagem.

L2: “Eu acho que antes, eu não entendia de fato o que era esse CTS. Muitas vezes pensei que as “exemplificações” e as relações com as notícias [sic] já eram abordagem CTS, e agora vejo que é muito mais complexo que isso, porém mais eficaz para se atingir a Alfabetização Científica.”

O licenciando L3 relatou que as aulas sobre a abordagem CTS contribuíram para ele compreender que essa abordagem possibilita a aprendizagem dos conceitos científicos.

L3: “As aulas sobre CTS fizeram com que eu compreendesse melhor a forma como o conhecimento pode ser construído através da abordagem temática, e como esse tipo de abordagem influencia no aprendizado.”

O licenciando L4 afirmou que as aulas sobre a abordagem CTS permitiram relacionar a ciência e a sociedade, contribuindo na tomada de decisão acerca de questões sociocientíficas.

L4: “As aulas sobre CTS que tive durante todo o curso, me fizeram compreender e perceber que deve-se [sic] pensar e “utilizar” a ciência para tópicos importantes da sociedade, a fim de discutí-los e sermos críticos, tanto no assunto quanto no uso da ciência, no qual aprendemos ciências de forma consciente para assim ensinarmos nossos alunos desta maneira.”

Em relação à História e Filosofia da Ciência, também se teve a preocupação de apresentar algo relacionado à prática em sala de aula. Em 2015, os dois textos iniciais tratavam da história da ciência, mas não necessariamente da abordagem HFC. O primeiro texto foi um trecho do livro *A ciência através dos tempos* (CHASSOT, 1994)⁵⁵ e o outro foi o artigo *Atanores, cimitarras e minaretes: cultura árabe como tecido do saber sob o céu medieval* (ALFONSO-GOLDFARB, 1991)⁵⁶. Os licenciandos apresentaram muita dificuldade em entender e interpretar esses textos, já que apresentam um vocabulário rebuscado. Eles também fizeram a leitura do artigo *Michael Faraday e a história química de uma vela: um estudo de caso sobre a didática da ciência* (BALDINATO; PORTO, 2008)⁵⁷.

Em 2016, por causa da dificuldade dos licenciandos na leitura dos textos, o formador e a pesquisadora selecionaram os artigos *Como Becquerel não descobriu a radioatividade* (MARTINS, 1990) e *Teorias da luz e Natureza da Ciência: elaboração e análise de curso aplicado no Ensino Médio* (FORATO et al., 2008). O artigo de Martins apresenta, detalhadamente, os passos dos cientistas envolvidos na elucidação do fenômeno da radioatividade, de forma a ilustrar como os conceitos sobre radioatividade foram elucidados de maneira coletiva, em que não há apenas um único “descobridor”. Esse artigo foi selecionado com o objetivo de confrontar possíveis

⁵⁵ CHASSOT, Atico. **A ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

⁵⁶ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Atanores, cimitarras e minaretes: cultura árabe como tecido do saber sob o céu medieval. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, [s. l], n. 5, p. 33-40, 1991.

⁵⁷ BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Michael Faraday e a história química de uma vela: um estudo de caso sobre a didática da ciência. **Revista Química Nova na Escola**, [s. l], n. 30, p. 16-23, novembro 2008.

visões distorcidas de Ciência dos licenciandos (CACHAPUZ et al., 2011). Já o artigo de Forato e colaboradores foi selecionado para ilustrar uma proposta para o Ensino Médio com a abordagem HFC.

Quando questionados sobre o que acharam da leitura do texto *Como Becquerel não descobriu a radioatividade*, os licenciandos relataram que a leitura foi difícil devido à complexidade dos conceitos científicos sobre radioatividade e afirmaram que não seria viável utilizá-lo nas aulas para o Ensino Médio.

Você considera esse texto adequado para os alunos do Ensino Médio? Justifique sua resposta.

L1: “Não é adequado por ser um texto longo e de difícil entendimento, porém ele pode ser adaptado como atividade lúdica, por exemplo, música, teatro, filmagem e também discussão.”

L2: “Não, pois o texto é muito longo para se trabalhar na sala de aula, muitos conceitos elaborados, etc.”

L3 – O licenciando não compareceu a essa aula.

L4: “Não, pois trata-se [sic] de um texto muito longo, cansativo, muito denso e pouco interessante ao olhar juvenil.”

Parece que o texto escolhido ainda não foi o mais adequado para iniciar o tema da HFC. Por outro lado, o contato com textos históricos originais não é uma prática comum nas aulas do curso de licenciatura em Ciências, apesar de alguns licenciandos relatarem que tiveram contato com a HFC ao longo do curso.

Essa dificuldade já era esperada já que segundo Forato e colaboradores (2009) existem obstáculos na implementação de proposta HFC, sendo alguns deles, a “existência de conteúdos da história da ciência que não são de fácil compreensão para uma pessoa atualmente” e “o nível de aprofundamento de alguns aspectos históricos” (FORATO et al., 2009, p. 3243-3244).

Para você, foi importante ter contato com a abordagem da HFC em sua formação? Explique.

L1: “Ter contato com a discussão sobre a importância da abordagem da HFC na formação inicial é importante para nos deixar mais atentos com o tipo de ensino que estamos ministrando.”

L2: “Sim, foi muito importante. Muito se fala sobre o uso de HC no ensino, mas na graduação são poucos os momentos que falam sobre o assunto.”

L3: “Para mim foi muito importante poder ter mais contato com a HFC. Desde o início da graduação eu pude perceber o quanto ela é importante para a desconstrução da ciência como sendo algo irrefutável construído por seres humanos inalcançáveis. Compreender como a história aconteceu de fato faz com que despertemos em nós a vontade e a certeza de que nós também podemos criar algo importante para a humanidade.”

L4: “O contato que tive com a HFC durante a realização de variadas UCs nos últimos anos foram [sic] de grande valia, pois com eles eu percebi que o uso da pseudo-história é recorrente no ensino por livros didáticos e em outros materiais, em que acaba por reforçar os estereótipos e os mitos acerca do cientista e da ciência, sendo tais atitudes prejudiciais ao ensino-aprendizagem dos alunos e também na valorização da ciência.”

Todos eles parecem valorizar a abordagem da HFC no ensino de Ciências, apesar de terem pontuado que o texto foi muito difícil de ler. De acordo com a revisão da literatura sobre HFC, essa dificuldade é comum entre os professores, podendo configurar um obstáculo para a inclusão dessa abordagem nas aulas de Ciências na Educação Básica (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; FORATO et al., 2009).

Por fim, os artigos selecionados sobre a Experimentação Investigativa foram os mesmos de 2015, já que os alunos tiveram um bom aproveitamento sobre esse tema. Os artigos foram: *A estratégia laboratório aberto para a construção do conceito de temperatura* (SUART et al., 2010), que apresenta como a Experimentação Investigativa pode proporcionar a aprendizagem de conceitos científicos e desenvolver habilidades cognitivas de ordem mais alta, como elaboração de hipóteses, e *Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação* (DOURADO; SEQUEIRA, 2002), em que os autores apresentam uma análise sobre método científico e as perspectivas atuais da Filosofia da Ciência na defesa de que o trabalho do cientista é muito mais amplo e considera uma diversidade de procedimentos metodológicos.

As concepções iniciais dos licenciandos sobre o papel da experimentação no ensino foram as seguintes:

Para você, qual seria o papel da experimentação no ensino de Química?

L1: “O papel da experimentação é tornar o aluno mais ativo na construção de seu aprendizado. Também tem o papel importante no desenvolvimento de habilidades argumentativas e de coleta, interpretação e análise de dados.”

L2: “Para mim, a experimentação no ensino é um estratégia que, além de motivar os alunos, proporciona uma maior compreensão de uma série de fenômenos, facilitando assim a aprendizagem de conceitos científicos.”

L3: “A experimentação tem um papel muito importante para o ensino de química, pois devido às diversas transformações que ocorrem nas reações, o estudante pode compreender melhor como isso acontece nos átomos, nas transformações químicas e físicas. A experimentação também faz com que os alunos possam ter mais interesse nas aulas, já que eles passam a ter um maior contato, possuem aulas diferenciadas e os “tiram [sic] da caixinha”, os fazendo [sic] pensar mais sobre os assuntos abordados.”

L4: “Para facilitar a compreensão do aluno em relação ao conteúdo e conceitos, servindo de plataforma para a visualização real do funcionamento das reações químicas, além de motivar os alunos para aprender Ciências. Também ajuda no desenvolvimento das habilidades de aprendizagem do aluno, como organizar os pensamentos e explica-los [sic] em relatórios, etc.”

De acordo com esses dados, o licenciando L1 apresentou suas ideias com o foco na aprendizagem dos alunos, referindo-se à aprendizagem de conceitos e ao desenvolvimento de habilidades. O licenciando L2 afirma que a experimentação tem um papel motivacional, ou seja, enfatiza aspectos afetivos com as aulas de Ciências, e a aprendizagem de conceitos. Já L3 e L4 focaram no conteúdo de Química. As concepções deles aproximam-se de uma visão positivista-pragmática, em que considera “que a ciência representa um valor objetivo” (SHUURMAN, 2016). Essa visão também pode ser classificada como empírico-indutivista, em que “a ciência está baseada somente na observação e na experimentação ‘neutra’, formando a ideia de verdade absoluta.” (GIL-PÉREZ et al., 2001). L3 e L4 afirmaram que, por meio do experimento, os alunos conseguem compreender as transformações químicas. E L4 afirmou que, por meio do experimento, o aluno consegue visualizar o funcionamento das reações, ou seja, o experimento é visto com o papel de verificador dos conceitos químicos. O que contrasta com as ideias apresentadas por eles nas aulas de HFC, sobre a ciência ser construída coletivamente de forma dinâmica.

Portanto, na fase 1 - Percepção, o licenciando L1 apresentou uma definição de AC como o entendimento de um código, aproximando-se do nível funcional de AC. Ele percebeu a importância da abordagem CTS e enfatizou a importância das discussões para a compreensão dos conceitos sobre essa abordagem. Valorizou a abordagem HFC no ensino de ciências, apesar de, inicialmente, ter tido dificuldades na leitura do texto introdutório. E percebeu a importância da EI para a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de habilidades.

O licenciando L2 definiu a AC em termos da compreensão da construção da ciência e relacionou ciência com outras dimensões, como a social, aproximando-se do nível multidimensional de AC. Ele percebeu a importância das abordagens CTS e HFC. Já com relação à EI, percebeu que ela contribui para a motivação dos alunos nas aulas de ciências.

O licenciando L3 definiu a AC em termos de conceitos científicos. Essa definição se aproxima do nível conceitual de AC. Ele percebeu que a abordagem CTS possibilita a aprendizagem dos conceitos científicos. Valorizou a abordagem HFC,

mas teve dificuldades na leitura do texto introdutório. E a abordagem EI, para ele, possibilita a verificação dos conceitos científicos.

O licenciando L4 apresentou uma definição de AC em termos da compreensão dos conceitos científicos e dos processos de construção da ciência, aproximando-se do nível conceitual de AC. Percebeu que a abordagem CTS é importante para a formação da cidadania. Valorizou a abordagem HFC, mas teve dificuldades na leitura do texto introdutório. Assim como o L3, apresentou uma visão distorcida de ciência, do tipo empírico-indutivista (GIL-PÉREZ et al., 2001).

As concepções de cada licenciando sobre a AC foram categorizadas de acordo com os níveis de Bybee (2004). Também foram classificados os níveis de compreensão dos fundamentos de AC. Os níveis de cada licenciando são apresentados na tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos dos licenciandos na fase 1 – Percepção

Temas	Níveis de compreensão (variação de 0 a 4, sendo 4 o nível máximo).			
	L1	L2	L3	L4
AC	2	4	3	3
CTS	2	2	3	4
HFC	2	2	2	2
EI	3	1	1	1

Fonte: Elaboração nossa.

De acordo com Masini (2012), perceber é estar aberto àquilo que está ao seu redor, então, a partir da leitura dos textos, os licenciandos puderam começar a perceber as principais ideias acerca dos conteúdos abordados e a reformular suas concepções, estabelecendo relações e ampliando seus entendimentos. Percebe-se que algumas ideias iniciais se contrastam, como as sobre HFC e EI, em que defendem uma visão de ciência construída coletivamente de forma dinâmica, porém expressam suas ideias com uma visão distorcida de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001). Como a análise feita corresponde às primeiras aulas de cada tema, verifica-se que os licenciandos ainda estão desenvolvendo suas concepções e, a partir das demais aulas, potencialmente, estabelecerão relações entre a AC e seus fundamentos. Espera-se, então, verificar que essas relações foram estabelecidas nas próximas fases.

6.1.2 Fase 2: Compreensão

No quadro 11 a seguir, são apresentadas as atividades propostas e as ações do formador que tiveram o potencial de levar os licenciandos à compreensão acerca de cada tema.

Quadro 11 – Atividades e ações do formador que propiciaram a compreensão dos licenciandos

Aulas	Tema	Atividades propostas	Ações do formador
1ª a 3ª	AC	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 1: Discussão sobre o texto. • Respostas a um questionário e discussão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove interações entre os licenciandos.
4ª a 6ª	CTS	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 2: Discussão sobre o texto. • Análise de um capítulo de livro didático para identificar o nível de contextualização, com base nas categorias de Lutfi (1992). • Atividade 3: Discussão sobre os principais conceitos relacionados à abordagem CTS. • Atividade 4: Análise sobre o caso apresentado no texto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove interações entre os licenciandos. • Avalia as concepções dos licenciandos sobre CTS nas análises do LD. • Promove a aplicação das ideias dos licenciandos, sobre contextualização, em atividade de análise de livro didático e plano de aula.
7ª a 9ª	HFC	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 5: Análise e discussão sobre o texto. • Atividade 6: Questões sobre o texto. • Atividade 7: Parte 1 - Discussão sobre questionário da Atividade 6. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove interações entre os licenciandos. • Inova com uma atividade de identificação de conceitos científicos e aspectos de NdC. • Avalia as concepções dos licenciandos sobre HFC.
10ª a 12ª	EI	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 9: Questões e discussão sobre o texto. • Vivência: oficina “Energia e sustentabilidade” (GEPEQ-USP). • Atividade 10: Elaboração de questões sobre o texto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão com a turma toda. • Analisa e utiliza as ideias dos licenciandos durante a discussão. • Promove interações entre os licenciandos. • Inova com a vivência em oficina.

Na fase 2 – Compreensão, verifica-se que o formador propôs questionários e discussões sobre os textos lidos, promovendo a interação entre os licenciandos. Também propôs atividades de análise de livro didático e uma oficina com a abordagem EI.

Os dados das aulas sobre a AC indicam, por inferência, que o licenciando L1 compreendeu que o ensino de Ciências, na perspectiva da Alfabetização Científica, deve promover a aprendizagem de conceitos científicos, propiciar a compreensão das

relações entre ciência e outras dimensões, a compreensão de aspectos da Natureza da ciência e a formação da cidadania.

L1: “A Alfabetização Científica é um meio de se promover o ensino de Ciências. [...] A maioria dos alunos saem do Ensino Médio analfabetos funcionais, ou seja, sabem alguns termos da ciência e alguns poucos conceitos no [sic] entretanto, não conseguem estabelecer relações destes conceitos com a sua realidade e pouco sabem sobre a Natureza da Ciência.”

O desenvolvimento da criticidade e a formação da cidadania no ensino de ciências são falas recorrentes do L1.

L1: “Os alunos devem aprender química para adquirir criticidade para pensar e agir no seu cotidiano.”

L1: “O ensino voltado para a AC é possível quando se preza a formação de um sujeito crítico e consciente de seu papel social.”

Ele aponta que um ensino voltado para a AC deve considerar o “ensino contextualizado”.

Parece que as discussões contribuíram para o L1 ampliar sua visão acerca da AC. Inicialmente, ele relacionou a AC com o entendimento de um código, porém, com a leitura dos textos e as discussões, suas concepções tornaram-se mais elaboradas, considerando que o ensino, na perspectiva da AC, pode promover a aprendizagem de conceitos científicos, o estabelecimento de relações entre ciência e outras dimensões, a Natureza da Ciência, a criticidade e a formação da cidadania, aproximando-se de níveis mais altos de AC, aproximando-se do nível multidimensional de AC (BYBEE et al., 2004).

O licenciando L2, que, inicialmente, já apresentou ideias sobre a AC próximas ao nível mais alto, também considerou que o ensino de ciências, na perspectiva da AC, pode promover a aprendizagem de conceitos científicos, o estabelecimento de relações entre ciência e outras dimensões, a Natureza da Ciência, a criticidade e a formação da cidadania.

L2: “Acredito que os alunos devem aprender química/física para se tornarem cidadãos que consigam pensar criticamente sobre todos os assuntos relacionados a essas disciplinas no cotidiano.”

Vale ressaltar que, no questionário sobre os textos de AC, ele já apontava que o professor deve considerar os fundamentos da AC no ensino de Ciências.

L2: “Para viabilizar a AC no ensino é necessário abranger no plano de ensino o ensino por investigação, o enfoque em questões relacionadas ao CTSA, abarcar também as diferentes visões de ciências e promover no ensino debates, desafios e estimular a criatividade.”

Verifica-se que o licenciando L2, desde o início da UC, já apresentou concepções sobre a AC relacionadas com seus fundamentos. Pode ser que isso se deva ao fato de ele participar do Pibid desde 2014. Para ele, os fundamentos de AC não são considerados no ensino de Ciências por falta de políticas públicas.

L2: “Acho que o enfoque CTSA, trabalhar a Natureza da Ciência, utilizar a História da Ciência como recurso, tudo isso é presente na literatura para um ensino voltado a AC, mas na prática isso não ocorre. Faltam políticas públicas que foquem na AC, e em todos os seus aspectos.”

Verifica-se que as aulas sobre a AC propiciaram ao L2 organizar suas ideias e reforçar as relações que ele já estabelecia entre a AC e seus fundamentos, e suas concepções podem ser classificadas no nível multidimensional de AC (BYBEE et al., 2004).

Já o licenciando L3 compreendeu que o ensino de Ciências, na perspectiva da AC, ocorre quando os conceitos científicos são relacionados com o cotidiano do aluno. A relação entre ciência e cotidiano foi uma ideia recorrente.

L3: “O professor deve considerar os conhecimentos prévios dos alunos, o que eles vivem no cotidiano. [...] A AC auxilia os professores na construção de metodologias de ensino, aliando o conteúdo com as questões cotidianas do aluno, indicando que processo é o mais indicado para cada situação.”

O licenciando L3 parece se preocupar em relacionar o que o aluno já sabe com os novos conhecimentos que são trabalhados no ensino de ciências, ou seja, aponta a necessidade de o professor conhecer os conhecimentos prévios dos alunos e considerá-los em suas aulas.

Ao relacionar a AC com o ensino de Ciências voltado para o cotidiano do aluno, o licenciando L3 apresenta uma visão positivista-pragmática, em que os

conhecimentos científicos apresentam um valor objetivo (SHUURMAN, 2016) e têm uma aplicação imediata e pragmática.

L3: “O entendimento dessas áreas [Física e Química] faz com que o cidadão possa compreender o que acontece à sua volta em situações básicas, inclusive como se proteger de algo. Por exemplo, em um dia de chuva com trovões, saberá porque [sic] não deve ficar embaixo de árvores, etc.”

Essa visão transparece novamente quando ele responde à questão sobre como é possível viabilizar o ensino voltado para a AC.

L3: “Através de aulas mais demonstrativas, fazendo com que os alunos consigam pensar nas questões colocadas, relacionando os conceitos com o que é vivido por ele e pela sociedade. [...] os professores teriam que “reinventar” algumas aulas, mas será importante tanto para ele, quanto para os alunos.”

Parece que o L3 entende que os alunos conseguirão estabelecer relações entre ciência e seu cotidiano quando o professor ensinar Ciências mostrando sempre a aplicabilidade dos conceitos, aproximando-se de um nível funcional de AC (BYBEE et al., 2004).

O licenciando L4 apresentou uma postura introspectiva nas aulas, por isso, serão consideradas para a análise da fase 2 – Compreensão, das três primeiras aulas, apenas as respostas do questionário sobre os textos. Esse questionário era constituído de 10 questões. Destacam-se as respostas pertinentes para a análise, que contribuíram para configurar a visão do licenciando L4 sobre a AC.

Por que os alunos devem aprender Química/Física?

L4: “Para compreender os fenômenos da natureza e também reconhecer e entender tudo o que está ao seu redor.”

Pensando como professor de Química, você acha que é possível alfabetizar cientificamente os alunos no Ensino Médio?

L4: “Sim, apesar de ser uma tarefa complexa. Devemos sempre desconstruir o senso comum dos alunos para construirmos um conhecimento científico em conjunto.”

A visão de ciência do licenciando L4 também se aproxima de uma visão positivista-pragmática (SHUURMAN, 2016), porque suas concepções apontam a ideia de que a ciência “consegue explicar tudo o que está ao seu redor”. Ele também

apresentou uma visão distorcida, em que parece existir um “funcionamento certo” e “verdadeiro” da ciência.

Para você, quais aspectos deveriam ser levados em consideração para um ensino voltado para a AC, que hoje não são considerados?

L4: “A contextualização de conceitos e conteúdos, que não são valorizados na escola.”

Como é possível viabilizar o ensino voltado para a AC?

L4: “Diversificar os meios de ensino, inovando as maneiras de ensinar e aprender, como por exemplo, debates, experimentos com base na investigação, entre outros.”

O licenciando L4 parece ter compreendido que o ensino de Ciências, na perspectiva da AC, considera a contextualização dos conceitos. Entretanto não há indícios para afirmar se o termo “contextualização” se refere ao cotidiano dos alunos, como o L3 explicitou, ou considera a abordagem CTS. Ele parece valorizar uma postura ativa dos alunos, já que mencionou a importância da inserção de debates e da EI no ensino de Ciências. De acordo com suas concepções, pode-se classificar que suas ideias se aproximam do nível conceitual de AC (BYBEE et al., 2004).

Nas aulas sobre a abordagem CTS, o formador e os licenciandos discutiram sobre as diferentes formas de usar a contextualização apresentadas por Lutfi (1992). Nessa discussão, o formador, a pesquisadora e os licenciandos apontaram as cinco formas de usar a contextualização no ensino de Ciências elencadas por Lutfi (1992).

1. Trabalhar com a curiosidade do aluno (a partir de notícias de jornal, noticiário na TV). Utilizada com caráter motivacional.
2. Exemplificação (aplicação direta).
3. Inserção de um contexto inicial em que a ciência foi aplicada e, depois, os conteúdos científicos são trabalhados, sem discutir as relações e implicações da ciência no contexto.
4. Estabelecimento de relação entre ciência, tecnologia e meio ambiente, apresentando sempre os impactos negativos da ciência no ambiente (CTA).
5. Estabelecimento de relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA).

Após sistematizar as cinco diferentes formas de usar a contextualização, apresentadas no livro de Lutfi (1992), o formador e a pesquisadora perguntaram aos licenciandos se a abordagem CTS é realizável.

Formador: O autor fala que a visão do aluno fica mais completa quando você apresenta todos os atores da sociedade (inaudível). Ele acredita que essa é uma forma de contextualizar. Então, eu coloquei, no início, o desafio para vocês, qual contextualização se quer colocar em prática na sala de aula? Segundo o autor, seria essa última, a mais completa. E aí, como é que a gente faz?

Pesquisadora: É viável fazer isso?

L1: Acho que não sempre.

L5: Fica complicado você fechar, olha tem que ser assim, vai ter momentos que você vai precisar motivar o alunos. (inaudível)

Pesquisadora: Elas não se excluem.

Formador: É, isso é legal. Uma não quer dizer que a outra não pode ser feita. Geralmente, em sala de aula, se for uma aula, a gente consegue, em apenas uma aula, ou duas, fazer um trabalho em que abordamos a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente? Então, o autor faz uma análise em cima do quê?

L1: De projetos.

Formador: De projetos e de currículo. Essa forma de abordagem, ela é dificilmente conseguida sozinha, isolada. Muita gente fala que CTSA é uma estratégia. Eu acredito, como outros autores, que ela é uma forma de você pensar o ensino, porque você inverte os conceitos. Se você for estudar um problema ambiental, como em Mariana, eu vou conseguir seguir a ordem dos conceitos no currículo do Estado? Aquele problema vai solicitar conceitos que, às vezes, um é do 1º ano, outro, do 2º ou do 3º, inverte a lógica. (inaudível) O currículo da escola deve ser reorganizado. Na Europa, grande parte dos currículos é CTSA, definido por temas, abordagem temática. Essa é uma tendência desde a década de 50. Não é coisa nova.

(Os licenciandos ficaram espantados, mas não foi possível transcrever as falas deles.)

Formador: [...] Precisamos de uma reforma curricular, a longo prazo. É importante vocês conhecerem as tendências. E que a comunidade do ensino entende que [o CTS] ajuda o aluno a aprender, de forma mais integrada.

Pesquisadora: Se você analisar o PCN, ele já é por tema, né?

Formador: Sim, nos parâmetros, ele já é temático. Os novos livros do PNLD têm que ser por temas. Já há uma mudança, de alguns anos.

Pesquisadora: Porque, se você muda muito o livro, o professor não sabe usar.

Formador: É gradual.

Pesquisadora: Não tem adesão.

L1: É vai ser aquele livro que o professor não vai pedir.

Formador: É, eu fiz minha pesquisa com livro didático, e o professor se apega muito ao livro.

De acordo com o trecho da transcrição da gravação de áudio dessa primeira parte da aula, verifica-se que o formador defende que a abordagem CTS requer uma nova organização curricular dos conteúdos de Ciências, ou seja, a contextualização CTS vai além da exemplificação ou da inserção de um problema. Ela reorganiza os conteúdos em função do tema trabalhado.

Nessa atividade, os licenciandos analisaram um capítulo de livro didático de acordo com as categorias de contextualização de Lutfi (1992).

Para a transcrição do áudio das apresentações, tomou-se o cuidado de não indicar os nomes dos livros analisados para não causar constrangimento aos autores. Dessa forma, os nomes dos livros e dos autores são indicados por letras aleatórias do alfabeto.

O licenciando L2 deu início às apresentações. Ele selecionou um capítulo sobre células. A transcrição da apresentação de L2 e a discussão com o formador e a turma toda é apresentada a seguir, seguida da análise desses dados.

Formador: Vamos ouvir agora alguém da Biologia. Eu pedi para eles trazerem um livro para a aula.

L2: Escolhi o livro “X”, dos autores “Z” e “Y”.

Formador: Você conhece esses autores?

L2: Só o segundo autor. Ele é famoso. Escolhi o capítulo sobre célula. No início, ele faz uma abordagem “histórica” na primeira página (inaudível) e só.

Pesquisadora: Parou aí.

L2: É ele (inaudível). Ele fala do Hooke, sobre o desenvolvimento do microscópio. Aí vai citando, naquela ideia linear da história. (inaudível). Ele vai falando de microscopia e de técnica de laboratório. Ele apresenta uma analogia sobre o tamanho da célula, questionando o que é mais fácil descascar, uma batata grande ou uma pequena. Umas analogias assim. Mas, no geral, é mais conteúdo. Tem esses boxes aqui. É, tem muitos boxes.

Formador: Quando ele fala assim da batata, o exemplo que ele deu. Como ela entraria assim, é, pode ser uma coisa do cotidiano do aluno, né, todo mundo come batata.

L2: (inaudível).

Pesquisadora: Ele usa a analogia da unidade de medida.

Formador: Acaba sendo um exemplo do cotidiano, mas o que ele quer falar mesmo é da célula.

L2: Sim, mas, no geral foi só isso. No final, tem um *box* sobre por que é importante estudar a célula para algumas profissões, só. Daí vem exercícios. Eu não sei se eu fui infeliz em escolher esse capítulo. Porque eu estava vendo os outros (inaudível).

Formador: Ele usa um contexto histórico. Então, o contexto não precisa necessariamente estar ligado somente com a tecnologia pode ser uma contextualização histórica. [...] Como você falou, ele mostrou o desenvolvimento do microscópio, como ele foi importante para o estudo da célula. Conforme como ele abordar, pode ser que ele construa uma ideia de ciência boa ou não. Depende da sequência que ele usa.

L2: É, ele fica só na exemplificação.

Formador: É, ele põe a história nesse quadro.

Pesquisadora: Só a que deu certo.

L2: É só a que deu certo.

Formador: Ele não mostra as outras tentativas, as lentes que foram usadas. Todo o trabalho para montar, quem teve a ideia.

L2: Não, não mostra nada disso.

Formador: Então, ele fica só na exemplificação.

L2: Só na exemplificação.

O licenciando L2 percebeu que o contexto histórico do capítulo apresenta a ciência de maneira linear, apenas para introduzir o conteúdo sobre célula. O formador aproveitou para explicar que o contexto histórico também pode ser usado como uma forma de contextualização, mas seria necessário que o autor do capítulo apresentasse mais elementos desse contexto, por exemplo, como e quem participou das etapas do desenvolvimento do microscópio. Ele concluiu, então, que o texto sobre a história é apenas uma exemplificação.

O capítulo escolhido para análise pelo L2 pode transmitir uma visão distorcida do tipo “aproblemática e ahistórica” (GIL-PÉREZ et al., 2001), em que não apresenta uma problematização ou contexto em que o conhecimento foi desenvolvido. O formador percebeu essa visão distorcida e mostrou possibilidades para corrigir essa distorção, inserindo o contexto mais amplo sobre o desenvolvimento do microscópio.

A transcrição da apresentação de L1 e a discussão com o formador e a turma toda é apresentada a seguir, seguida da análise desses dados.

L1: Esse livro é bem usado. É o mesmo autor do livro escolhido pelo L2. Seria meio que a continuação do livro do L2.

Pesquisadora: É da mesma coleção?

L1: Tradicional. inaudível. Livro 2, do 2º ano e livro 3, do 3º. Ele segue a mesma tendência que o L2 falou. Começa fazendo um histórico das pandemias relacionadas à gripe. Ele fala brevemente dos efeitos na sociedade, dessas pandemias, e de como elas foram descobertas e tratadas, mas sem discutir efetivamente, só mostra mesmo as pandemias. Daí, ele começa e, durante o livro, ele vai trazendo esses boxes que o L2 falou, né, com temas sobre tecnologia, ciência, sociedade, saúde, história. Tem [contextualização] durante o livro, no texto. Mas, assim, durante o texto, é uma coisa bem pequeninha, e fala assim, ah olha no *box* que tem mais coisa. Acho que tem uma tentativa, lógico, de trazer algo mais CTS, mas falta a parte mais crítica, né. O que acho que é legal, que é difícil de ver em livro de Biologia, por exemplo, por mais que ele seja tradicional nos conteúdos, por exemplo, ele está falando de vírus e, nesse mesmo capítulo, ele começa a falar de AIDS, que é uma doença relacionada ao vírus. Geralmente, não tem nem esse *link*.

Formador: Sim, não dá o exemplo da doença.

L1: Geralmente, vai para aquela parte de introdução, DST, fica meio cortado. Nesse livro, eu achei legal que não. Nessa parte aqui da AIDS, que ele explica a AIDS, eu acho que é o que mais se aproxima do CTS, que ele fala da história da descoberta do vírus, discute a questão de como isso foi novo e pragmático na época, vai discutindo, fala da história e de tecnologia na descoberta da AIDS. Então, acho que é a parte que mais, (inaudível) uma questão mais de prevenção. Eu acho que ele chega ao nível 4, mas bem básico.

Formador: E qual seria um tema, que você até falou do vírus. Mas e se ele invertesse? Começasse com a AIDS, com a doença ao invés da descrição do vírus, já seria uma abordagem mais CTS. Com certeza, o aluno iria precisar de outros conceitos, porque, para entender a doença, é mais complexo, né. Não é que a gente quer algo novo, às vezes, é só inverter a ordem como os conceitos são apresentados, né. Partir do mais geral, do tema, que é maior, que abarca, para, depois, ir para o conceito. Porque, muitas vezes, fica a ideia, ah, vou contextualizar, parece que a gente vai ficar só nas “flores” assim. Perfuraria, né que eles falam. E os conceitos, e os conceitos da Química?

Não, pelo contrário. Exige mais conceitos, um vírus, uma doença, ela é muito complexa. Você pode até falar da origem, como começou, a parte histórica. Todo o trabalho que tem sido feito para achar uma cura. A questão social do preconceito. Porque foi uma coisa, né, em São Francisco, teve aquele julgamento, tem filmes que trabalham isso. Pode trabalhar com os alunos.

L2: É, o primeiro nome da síndrome, falavam que era a síndrome de homossexuais.

Formador: Sim, falavam que era uma doença de gays, e, depois, viu que não, que pode ser transmitida por transfusão de sangue, então, toda essa mudança de postura né, foi uma luta social, não foi só um debate entre os cientistas.

[...]

L1: Na minha escola, tinha um projeto, acho que no Fundamental 2, fizeram um projeto de vários professores, a gente lia um livro sobre quando a AIDS passou a ser uma doença mais conhecida, daí tinha várias outras discussões com as outras matérias, a História, a questão da Geografia, onde a doença começou.

Formador: Quando começou, até tem um documentário sobre isso. O governo começou a se preocupar quando a classe alta começou a sofrer a doença pela transfusão. Que eles começaram a buscar uma cura. Porque, se é uma doença que fica restringida à classe pobre, aí ia ficar sem cura até hoje, né. Então, tem toda essa discussão de quem é que manda na ciência. Quem financia a pesquisa? A questão da neutralidade, discute-se os aspectos da Natureza da Ciência. Então, se viu que foi uma tentativa.

L1: Está melhor que o capítulo de célula.

Formador: E é um caso atual, por isso que é legal da história, né. Muitas vezes, a gente pensa que a história é só com casos antigos. É um caso né...

L1: Recente.

Pesquisadora: Contemporâneo.

Formador: É, você pode estudar casos contemporâneos. É história, mas é mais próxima da gente. Então, existe mais chance de ter mais informações. E ela tem um significado para o aluno. Ele já escutou, já conheceu, fica mais próximo.

Ao apresentar sua análise, o L1 aponta que o livro poderia ter feito uma discussão mais ampla, envolvendo outras dimensões além da ciência sobre as pandemias. Entretanto os temas que possibilitariam uma discussão mais elaborada são apresentados no livro, na forma de boxes. O licenciando apontou que essa forma de contextualizar inviabiliza o desenvolvimento da criticidade dos alunos. Mas considerou importante o fato de o autor do livro ter relacionando o conceito de vírus com a AIDS, o que propicia uma discussão mais ampla, mas ficaria por conta do professor discutir essas questões sobre ciência, sociedade, tecnologia e aspectos da Natureza da Ciência em sala de aula. O formador aproveitou para falar sobre os casos contemporâneos que podem ser utilizados na abordagem da História da Ciência (ALLCHIN, 2013).

O capítulo escolhido para análise pelo L1 pode transmitir uma visão distorcida do tipo “descontextualizada e neutra” (GIL-PÉREZ et al., 2001), em que não apresenta as influências políticas, sociais na ciência. O formador percebeu essa visão distorcida

e mostrou possibilidades para corrigir essa distorção, com a inserção do contexto histórico-cultural da sociedade na época.

O licenciando L3 não compareceu a essa aula.

O licenciando L4 apresentou sua análise de capítulo sobre o conceito de transformação química. Em sua apresentação, predominou a análise de como o autor apresentou os conceitos químicos em detrimento da contextualização no capítulo.

A transcrição da apresentação de L4 e a discussão com o formador e a turma toda é apresentada a seguir, seguida da análise desses dados.

L4: O livro que eu analisei é o “W”, dos autores, “B” e “C”. Eu analisei o capítulo sobre transformação química, que ele começa assim: Você observa a transformação da matéria. Essa transformação pode ser química ou física. Aí ele usa o exemplo da vela e vai nas propriedades dela, o que faz ela ser física ou química. Em seguida, traz as propriedades para explicar os conceitos químicos. Dá outros exemplos, eu acho que encaixa mais no segundo caso, de exemplificação da teoria. E aqui, também, usa o prego para explicar a reação química. O que é reagente e o que é produto. Exemplifica mesmo, só coloca: como saber se é química, mudou de cor, por exemplo: queima de papel etc.

Pesquisadora: As evidências.

Formador: Só nas evidências.

L4: Aí tem um questionário que se baseia em mostrar fotos e pede para o aluno falar: ah, esse aqui é o quê? Uma transformação química ou física, por isso. Acho que é isso.

Formador: Ele parte de um tema, ou não?

L4: Não, ele só pergunta.

Formador: Ou só mostra o conceito e dá exemplo? Em cima de um exemplo, ele vai trabalhando os conceitos em cima de um material conhecido do aluno? Porque assim, se em cima do exemplo, ele está usando o cotidiano do aluno para desenvolver (inaudível).

L4: Tem duas caixas de texto, que é um complemento. Ele fala de combustão. Aí ele cita assim, que tem que se prevenir contra acidentes. Só que, nas perguntas, só: o que é combustível, o que é comburente.

Formador: Sei. Ele não volta no contexto.

L4: Ele só comenta um breve (inaudível). Ele fala sobre consumo de energia. Aí, também fala como é o sistema em sua casa e que não deve se usar muito [energia]. E, de novo, as perguntas, só no nível de “vamos calcular”.

Formador: Nossa!

L4: Só calcular. Ele tenta ligar com energia. Vamos calcular! Pronto!

Pesquisadora: Mas qual é a relação com a transformação química?

L4: É, também não entendi. Porque ele está calculando a energia.

Pesquisadora: Uma coisa que eu reparei, você fala que ele definiu o que é transformação química e física e, daí, vai falar das evidências, se mudou de cor, se aumentou a temperatura, e aí você virou a página, tem umas moléculas desenhadas aí. Uma bolinhas.

Formador: É, são símbolos.

Pesquisadora: Em algum momento, ele definiu transformação química em nível molecular?

L4: Não, ele só apresentou as moléculas. Ele mostra quando um líquido está fervendo. Para mostrar o grau de agitação das moléculas.

Pesquisadora: Porque, assim né, a gente transita do macro para o micro e para o simbólico. Mas, daí, ele só definiu transformação química pelas evidências.

Formador: Que é no macro.

Pesquisadora: E, depois, ele mostra a molécula, né, se ele não falou no nível submicro, o que que é uma transformação química, né, que é a recombinação dos átomos.

L4: Ele só comenta.

Pesquisadora: Porque, daí, ele espera que o aluno entenda tudo, né.

L4: Porque ele usou o caso do prego. Quando ele está enferrujado.

O licenciando L4 categorizou a contextualização abordada no capítulo no nível da exemplificação. Ele percebeu que os exemplos apresentados não estabeleceram relação com o conteúdo, a fim de provocar uma discussão/reflexão dos alunos. Não há um tema para debate. Durante a discussão, o formador questionou como o exemplo foi utilizado pelo autor. A pesquisadora chamou a atenção sobre a maneira como o capítulo transita nos níveis macro, submicro e simbólico. Assim, o foco da discussão foi em relação ao conteúdo de Química.

O capítulo escolhido para análise pelo L4 pode transmitir uma visão distorcida do tipo “empírico-indutivista e ateórica” (GIL-PÉREZ et al., 2001), em que há uma supervalorização da observação na experiência, e o conhecimento científico é derivado dela. A pesquisadora percebeu essa visão distorcida e mostrou possibilidades para corrigir essa distorção, com a inserção de explicações sobre o conceito de transformação química no nível submicroscópico.

Então, a atividade proposta pelo formador possibilitou aos licenciandos verificarem as diferentes formas de contextualizar nos livros didáticos. Infelizmente, os capítulos analisados pelos licenciandos apresentavam a contextualização apenas no nível da exemplificação. Mesmo assim, o formador aproveitou os exemplos para mostrar possíveis formas de estabelecer relações mais profundas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Analisando as apresentações dos licenciandos, verifica-se que seguiram a mesma tendência da fase 1 – Percepção. Os licenciandos 1 e 2 enfatizaram no contexto e o L4 enfatizou o conteúdo específico de Química. Parece que, em sua análise do capítulo, ele se preocupou mais com o conteúdo do que com a análise da contextualização.

Para finalizar a aula, o formador sistematizou os conceitos sobre contextualização e enfatizou que a História da Ciência também pode ser considerada como uma forma de contextualizar, porque possibilita analisar o contexto histórico em que o conhecimento científico foi desenvolvido.

Formador: “Quando a gente fala de contextualização, tem gente que pensa que é só um problema ambiental, da tecnologia, mas a História já é uma contextualização. Porque você, estudando a História, permite você analisar a parte da sociedade, o que influenciou, o impacto que ela [ciência] teve na sociedade, como surgiu a partir da necessidade das pessoas. Que muita gente pensa assim, que é aquela coisa direta, né, a ciência desenvolve o conhecimento e é aplicado à tecnologia. Aí, a sociedade faz uso dessa tecnologia e faz um estrago no meio ambiente. Só que, às vezes, não é. Às vezes, surge da questão ambiental, um estudo científico. Às vezes, a tecnologia ela surge, como a gente falou, (inaudível), antes da ciência, o modelo que a gente tem é recente. (inaudível). Fica toda essa discussão. A gente vai trabalhar mais para frente. Vocês gostaram de fazer essa análise do material? A gente vai acrescentar outros aspectos para ser analisado”.

Na aula seguinte, os licenciandos responderam ao questionário acerca de um texto (Atividade 3).

O licenciando L1 apontou que a abordagem CTS pode contribuir para a formação de um cidadão crítico, porque permite apresentar os conceitos em diferentes esferas, além da científica; os aspectos históricos, sociais, políticos e econômicos podem ser apresentados por meio dessa abordagem. Para ele, essa abordagem só é viável se o ensino de ciências se der por meio de projetos, ou seja, é necessário reformular a maneira que se ensina Ciências.

L1: “O ensino de Ciências pode ser pensado a partir de projetos e não de conteúdos. Os projetos devem ter relação com situações cotidianas dos educandos e a partir destas situações-problemas os conteúdos, os aspectos históricos, sociais e políticos poderão ser discutidos. Este método também poderia influenciar nos aspectos afetivos dos educandos motivando o interesse pela aprendizagem.”

O L1 parte do pressuposto que o ensino deve se dar a partir do cotidiano do aluno, mas que, depois, deve ser ampliado para outras dimensões. Essas ideias aproximam-se da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000) em que o professor considera o que os alunos já sabem para, depois, apresentar os novos conhecimentos. Além de se tornar significativo, o aluno pode estabelecer relações entre os conceitos e os conteúdos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

O licenciando L2 expressou suas ideias acerca da formação do pensamento crítico e a formação da cidadania.

L2: “Apesar da ideia de educação para a cidadania ser um consenso para os educadores e estar nos objetivos educacionais vigentes, sabemos que essas atividades no geral não são introduzidas na realidade escolar e os conteúdos atitudinais são, em sua maioria ignorados frente ao [sic] um contexto que não valoriza o pensar criticamente. E, quanto ao Ensino Superior, apesar da Universidade ser dita como o local de livre pensar e de debates construtivos, vejo que a concepção de “Cultura Acadêmica” pregada neste ambiente mais segrega e coloca em “caixinhas” do que estimula; sendo poucos (porém ricos) os momentos de discussão e reflexão capazes de valorizar o senso crítico dos graduandos.”

Ele relacionou o ensino CTS com a aprendizagem de conceitos, a tomada de decisão, a criticidade e a formação da cidadania.

L2: “O ensino CTS pode possibilitar aquisição de conhecimento a ser aprendido ao ter o conteúdo relacionado com a realidade cotidiana dos estudantes, pode também propiciar o desenvolvimento de outras habilidades como a reflexões sobre interesses de diversos atores sociais, discussões sobre valores e cultura. Além disso, o CTS pode preparar o aluno para julgar, assumir uma postura crítica, ao confrontar diferentes culturas, opiniões e formas de pensar e também agir sobre suas decisões.”

O L2 apresentou ideias bem próximas ao maior nível de AC, multidimensional, apesar de não ter citado a expressão Alfabetização Científica explicitamente. Ele pontuou que a abordagem CTS permite a aprendizagem de conceitos, a formação do pensamento crítico e reflexivo. Porém ele não mencionou a Natureza da Ciência, como havia feito na fase 1 – Percepção. Ele valoriza que o ensino proporcione espaços para discussão e reflexão e compreende que a abordagem CTS pode proporcionar isso.

O licenciando L3 defende a contextualização, porém sua compreensão de contextualização continua no nível do cotidiano, referindo-se ao que está “ao redor do aluno”. Ele expressa a ideia de que o ensino de Ciências pode proporcionar a formação de cidadãos críticos e contribuir na tomada de decisão para o bem maior de todos, indicando uma visão positivista-pragmática (SCHUURMAN, 2016), assim como foi manifestada na fase 1 – Percepção.

L3: “Formar um cidadão crítico é fazer o aluno pensar sobre o que está acontecendo com ele, com o meio em que ele vive e principalmente com a sociedade. É fazer com que ele possa compreender e saber argumentar sobre o que está acontecendo ao redor dele no mundo, e que ele possa intervir, entendendo as situações e pensando não apenas no bem dele, mas no bem comum.”

Assim como o L2, o licenciando L3 também pontuou a falta de espaço para a promoção do senso crítico e a manifestação de ideias na Educação Básica e no Ensino Superior.

L3: “O senso crítico pouco é desenvolvido no ensino básico. [...] São muitos anos que o estudante passa sendo coadjuvante na formação do próprio pensamento científico, e quando chega ao Ensino Superior, mesmo que ele esteja em uma universidade que force, de certa forma a criticidade, ele não conseguirá fazê-la, pois não está habituado.”

Para o L3, a abordagem CTS pode proporcionar a aprendizagem de conceitos, desenvolver habilidades de argumentação, a tomada de decisões e a formação da cidadania.

L3: “O ensino CTS pode auxiliar os alunos a conhecer melhor a ciência, como ela se comporta de acordo com as mudanças em que a sociedade evolui e como a tecnologia pode estar relacionada com o avanço da humanidade. [...] O ensino CTS também pode ajudar o aluno a julgar os melhores argumentos, as melhores atitudes não para o benefício próprio apenas, mas para o benefício geral da população, da sociedade. Saber discernir o que é melhor para o todo do que [sic] é melhor para si apenas também faz parte do ensino CTS.”

O licenciando L3 apresentou ideias que configuram uma visão positivista-pragmática, que, de acordo com Schuurman (2016), “consideram que a tecnologia é o motor do progresso cultural, e o crescente crescimento científico é seu combustível.” Ele também apresentou alguns aspectos da visão neomarxista, que “acredita na democratização de todas as relações, assim, as pessoas serão cada vez mais libertas das formas de opressão existentes.” (SCHUURMAN, 2016, p. 164) e da visão descontextualizada e neutra, em que considera “os cientistas como seres “acima do bem e do mal”, isolados da sociedade” (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 133).

As ideias apresentadas pelo licenciando L4 nessa atividade parece que se distanciaram dos conceitos científicos e valorizam mais o contexto e a formação do pensamento crítico dos alunos.

L4: “[A abordagem CTS deve] Promover a capacitação do indivíduo para julgar, isto é, capacidade de argumentar em temas controversos, questionar valores, reconhecer e aceitar diferenças. Entre outros exemplos. A partir da abordagem CTS, em que pode-se [sic] discutir e refletir questões socioambientais, e também fazer uso de situações-problema, entre outras abordagens.”

Os dados indicam que o licenciando L4 compreende que a abordagem CTS proporciona a tomada de decisão e o pensamento crítico dos alunos, aproximando-se de uma visão neomarxista (SCHUURMAN, 2016). Entretanto ele não menciona a aprendizagem de conceitos e nem aspectos da Natureza da Ciência.

Ele relaciona a contextualização com o cotidiano do aluno.

L4: “Pode-se utilizar o conteúdo com algo do cotidiano, ou situação-problema, como por exemplo, filmes que tratam o uso de substâncias tóxicas por empresas, etc. [...] Utilizar temas atuais que são considerados polêmicos, desenvolver debates que relacionam os conteúdos com o cotidiano [...] deve-se sempre visar a formação do senso crítico e da Alfabetização Científica do aluno.”

As ideias de L4 indicam que a inserção do contexto do cotidiano possibilitará o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. Ele relacionou a criticidade com a AC, mas, novamente, não mencionou os conceitos científicos e a NdC. Na atividade anterior, parecia haver uma valorização dos conceitos científicos. Já nessa atividade, ele foi para outro extremo, valorizando apenas o contexto.

Na atividade 4, os licenciandos discutiram as ideias sobre o CTS e temas sociocientíficos.

Analisando as ideias apresentadas pelo licenciando L1, ele pontuou que a abordagem CTS, por apresentar os conteúdos científicos inseridos em um tema, possibilita o entendimento da NdC e o estabelecimento de relações com a história da ciência, minimizando a formação de visões deformadas de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001) e ampliando a visão e criticidade dos alunos acerca do tema abordado. Com isso, a abordagem CTS contribui para a melhoria e eficácia do ensino de Ciências.

L1: “[...] o enfoque como um possível meio para melhor entendimento da NdC e a redução de visões deformadas do trabalho científico. [...] a apresentação de conteúdos específicos da ciência devem estar ligados ao tema central de discussão (situação problema), este deve ser contextualizado com a vivência do educando e deve possibilitar associação com a história da ciência. [...] discutir estes aspectos de maneira a favorecer o desenvolvimento de uma visão ampla e crítica a respeito do tema abordado. [...] o enfoque CTS e sua efetividade na melhoria do ensino de Ciências.”

Essas ideias indicam que o L1 pôde compreender como a abordagem CTS no ensino de Ciências proporciona a compreensão dos conceitos científicos, a compreensão de que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas e o entendimento

da Natureza da Ciência. Isso indica que ele teve um aproveitamento muito bom das aulas sobre essa abordagem.

O licenciando L2 manteve as mesmas ideias apresentadas na atividade anterior. Ele pontuou que a abordagem CTS permite a aprendizagem de conceitos e a compreensão de que a ciência está inserida em um contexto e tem relação com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente.

L2: “Como vimos em aulas anteriores, a contextualização e a ideia de ensino de Ciências para a cidadania devem ser enfatizados no CTS, [...] possibilitando a mim entender que a Alfabetização Científica ocorreu neste caso. Outro ponto importante é que, as abordagens em Tecnologia, Ciência e Sociedade ocorrem em sintonia, mas sem esquecer dos conteúdos conceituais.”

Entretanto pode-se observar que ele não mencionou a Natureza da Ciência, como havia feito na fase 1 – Percepção.

O L3 estabeleceu uma relação entre a abordagem CTS e a AC. Essa abordagem possibilita a compreensão dos conceitos para serem aplicados em um contexto, tecnológico, por exemplo.

L3: “Essa perspectiva [CTS] faz com que os alunos possam ser alfabetizados cientificamente, além de promover a criticidade quanto aos assuntos sociocientíficos e ambientais (quando incorpora o Ambiente ao CTS). [...] o importante não é só o fato dos alunos terem os conceitos para as discussões tecnológicas, mas que eles possam ser alfabetizados cientificamente no processo de construção da tecnologia, muito antes deles serem influenciados para um ensino tecnicista. [...] importância para professores e alunos sobre a perspectiva CTS, porém falam da dificuldade que as escolas com seu método engessado faz com que ela não seja tão difundida hoje.”

Ele apresentou, mais uma vez, ideias que podem configurar uma visão neomarxista (SCHUURMAN, 2016), em que defende a democratização de todas as relações e uma visão descontextualizada e neutra (GIL-PÉREZ et al., 2001), em que a Ciência não sofre ou exerce influências nas dimensões política, social e tecnológica, por exemplo.

L3: “[...] a diversidade de respostas é importante tanto para o professor quanto para o aluno, pois por diversas vezes achamos que há apenas uma resposta para a pergunta, o que na verdade não é. Somos pessoas diferentes, com pensamentos e atitudes diferentes. É essa diferença que rege o mundo, inclusive a Ciência. O próprio questionamento fundamental, que é “de onde viemos?” tem diversas explicações e teorias, por que não demonstrar isso aos alunos?”

Os dados indicam, então, que o L3 compreendeu que a abordagem CTS está relacionada com a AC, e possibilita a compreensão dos conceitos que são aplicados em um contexto.

O L4 parece ter compreendido a importância da abordagem CTS para a compreensão dos conceitos científicos. E que essa compreensão tem uma aplicabilidade direta na realidade, configurando uma visão racionalista excessiva de que “a ciência nos leva gradualmente à verdade.” (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992, p. 561).

L4: “Para mim, usar o CTSA no ensino de Ciências é essencial, pois além de dar um significado para os conteúdos aprendidos, faz estes se tornarem mais palpáveis na nossa realidade. E também, saber e compreender os temas atuais considerados polêmicos, te dá base para debatê-los.”

Pelos dados obtidos na Atividade 4, verifica-se que o licenciando L1 compreendeu que a abordagem CTS no ensino de Ciências proporciona a compreensão dos conceitos científicos, a compreensão de que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas, mas não mencionou a NdC.

Já o licenciando L2 compreendeu que a abordagem CTS pode promover a aprendizagem de conceitos, a compreensão de que a ciência está inserida em um contexto e contribui na tomada de decisão, na criticidade e na formação da cidadania, porém não mencionou a Natureza da Ciência, como havia feito na fase 1 – Percepção.

O licenciando L3 estabeleceu uma relação entre a abordagem CTS e a AC e compreendeu que essa abordagem possibilita a compreensão dos conceitos que são aplicados em um contexto. Suas concepções configuram uma visão neomarxista (SCHUURMAN, 2016) e parece ter uma visão distorcida de ciência, do tipo descontextualizada e neutra (GIL-PÉREZ et al., 2001).

E o licenciando L4 parece ter compreendido a importância da abordagem CTS para a compreensão dos conceitos científicos e a formação da cidadania e criticidade.

Analisando a compreensão dos licenciandos por meio das atividades propostas pelo formador, os resultados indicam que a mudança de estratégia em 2016, em apresentar propostas com a abordagem CTS ao invés de pedir para eles

elaborarem um plano de aula, configurou em uma melhor compreensão de como essa abordagem pode ser utilizada no ensino de Ciências.

Após as aulas sobre a abordagem CTS, os licenciandos iniciaram o estudo sobre a História e Filosofia da Ciência.

Na atividade 5, eles fizeram a leitura prévia do texto *Como Becquerel não descobriu a radioatividade*. A partir da leitura, eles deveriam realizar a Atividade 5 (ANEXO E), que consistia em pintar ou sublinhar de azul todos os conceitos científicos; de vermelho todos os aspectos da natureza da ciência; e de verde o que poderiam ser outros objetivos para o ensino de ciências. Na 7ª aula, o formador, a pesquisadora e os licenciandos discutiram as principais ideias do texto.

O formador perguntou aos licenciandos o que eles tinham achado do texto. Eles relataram que acharam muito difícil por causa da linguagem utilizada pelo autor. O licenciando L1 pontuou que teve dificuldades por causa do conteúdo de radioatividade, já que ele é aluno de Biologia.

O formador começou a aula explicando as diferentes fontes históricas que podem auxiliar na elaboração de propostas HFC. Ele explicou que há fontes primárias e secundárias. O artigo que eles leram é considerado fonte secundária, porque é uma leitura de um historiador da ciência acerca do processo de elucidação do fenômeno da radioatividade.

Em seguida, o formador questionou qual foi o objetivo principal do autor nesse artigo. Um licenciando apontou a domesticação do papel do cientista na “descoberta” científica. O formador aproveitou para explicar alguns aspectos da Natureza da Ciência, como a reprodutibilidade dos experimentos e a visão de Ciência que se tinha na época de Becquerel.

Formador: Vocês identificaram o objetivo principal? O que o autor queria com esse texto? Tem vários objetivos, mas o principal?

L8: Parece que o Becquerel nem sabia direito o que ele descobriu...

[...]

L11: Então, eu acho que a intenção do texto é desmistificar o cientista, como, ah foi uma descoberta em casa, mas não foi bem assim, né?

L9: Ele é um gênio que viu e já sabia o que era.

L1: E a resposta surgiu...

L8: É que, na ciência, tem sempre o pai de alguma.

Formador: Vocês viram a quantidade de pessoas envolvidas?

L8: É!

Formador: Uma coisa que esse historiador fala, que é importante no experimento, é você conseguir repetir aquele experimento. Ele só é válido se é possível repetir, com as mesmas condições, e chegar no mesmo resultado. E vocês viram como essa questão é confusa. Muitos tentavam e nem chegavam a resultado nenhum. E, às vezes, aquele resultado não era possível! Como ele coloca que ele observou aquilo, se hoje a gente sabe que não pode, né? Não acontece aquilo. Então, por que será que eles tinham tanto esse apego ao experimental? Por que eles tinham que publicar algo que era testado experimentalmente, para a ideia deles ser aceita?

L8: Para que você possa reproduzir de novo, né? Eu acho que, que isso foi uma coisa muito... né?

No trecho apresentado, a seguir, o formador pede aos licenciandos que apresentem o que eles sublinharam de azul (conceitos científicos), vermelho (aspectos da Natureza da Ciência) e verde (outros objetivos para o ensino de Ciências.).

Alguns licenciandos relataram ter tido dificuldade em diferenciar conceito de observação, conceito de aspecto da Natureza da Ciência. Então, o formador foi acompanhando cada trecho do artigo e perguntando aos licenciandos como eles haviam classificado.

Durante a discussão, o formador explicou essas diferenças e alguns conceitos relacionados à Natureza da Ciência, como a questão do uso da palavra “descoberta”, os processos de construção do conhecimento científico, a desmistificação de visões distorcidas de ciência, o papel do cientista e as diferentes visões sobre as atividades experimentais no ensino de Ciências, discutindo as diferenças entre a observação e o levantamento de hipóteses nessas atividades. Ele enfatizou que a abordagem da HFC pode proporcionar a aprendizagem de conceitos e aspectos da Natureza da Ciência relacionados à construção da ciência.

Formador: Qual foi mais fácil?

L8: Conceitos.

L1: É, conceitos.

Formador: E a questão da Natureza da Ciência? Quem teve dúvida?

L8: Eu fiquei em dúvida.

Formador: O que seria conceito e o que seria Natureza da Ciência? Aspectos da Natureza da Ciência.

L11: O que gerou o conceito, o aspecto. O aspecto é o que gerou o conceito.

L1: Eu fiquei em uma dúvida, o que pode ser considerado ser conceito ou só observação? Só observação do fenômeno e o conceito.

Formador: Porque tem o fenômeno e o conceito.

L1: Porque tem horas que eu grifei o conceito, mas eu fiquei na dúvida.

L11: Aqui tem conceito!

L1: Aqui tem conceito, mas o geral é conceito ou observação?

Formador: Até tem procedimento, né? Procedimento experimental é conceito?

L1: Então? Tem conceito, mas e o total é conceito?

Formador: Em relação à Natureza da Ciência. Por exemplo, vamos ver aqui na introdução.

L8: Eu só pus conceitos aqui.

Formador: Conceitos. O que vocês identificaram?

L7: Radioatividade.

L8: Transformações.

Formador: Núcleos atômicos, é conceito. Que mais?

Licenciandos conversam entre si.

Pesquisadora: Raios X?

Formador: Raios X.

L8: É, né?!

Formador: E em relação à Natureza da Ciência? O que a gente pode sublinhar?

L8: Ah, o trabalho do cientista?

Formador: Então, vamos relembra o que é Natureza da Ciência. A Natureza da Ciência está relacionada a aspectos da ciência. Então, quem geralmente estuda esses aspectos são os filósofos da ciência. Então, tem aquelas perguntas: o que é ciência? Como a ciência é construída? Como ela se desenvolve? Como as teorias são trocadas umas pelas outras? Todos esses aspectos estão relacionados à Natureza da Ciência. [...] Porque o que geralmente se constrói é uma visão distorcida. Então, que o cientista é um gênio. Que ele acordou e teve uma brilhante ideia.

L11: Da “eureka”.

Formador: A “eureka”. Que ele só trabalha com certezas, né? Para ele, é só descobrir algo, a natureza já está ali, o conhecimento, ele só descobre. Não que é uma construção humana. Vocês viram aqui. O conhecimento de radioatividade surgiu quando? Eles já estavam trabalhando com isso. O conceito demorou para ser formalizado do jeito que a gente conhece. Então, essas distorções, muitas vezes a forma com que a gente ensina, pode fazer o aluno construir essa imagem deformada. [...] Que a história, a grande “potencializadora” dela, é a aprendizagem de conceitos, claro, mas a construção de uma imagem da ciência mais coerente. A História tem esse potencial. Tanto conceito como a Natureza da Ciência também. Vamos lá, e Natureza da Ciência, só na introdução.

L8: Para mim, o que pegou foi discutir a descoberta da radioatividade. Só isso daí já, a “descoberta”.

Pesquisadora: A descoberta da radioatividade.

Formador: A descoberta é uma palavra que a gente discute muito, né? Descobrir é aquela ideia de que estava coberto e o homem só retirou o “paninho”, né? É descoberta isso? Está lá o conhecimento pronto na natureza? Então, esse tipo de questionamento, o filósofo sempre se faz.

[...]

Formador: Então, geralmente, o que a gente conhece do fenômeno é esse trabalho que o Becquerel descobriu acidentalmente, um material radioativo que ele deixou em uma gaveta com uma chapa. [...] Então, foi um longo caminho até chegar na gaveta. Até parece que ele na hora...

Pesquisadora: Quando ele chegou na gaveta, ele não entendeu nada!

Formador: Ele continuou achando que era a fosforescência, né? Mesmo assim, ajudou, ele começou a isolar, o experimento ajudou a Marie lá na frente. Mas o que se conhece pelos livros didáticos, ele foi um gênio, ele descobriu e acidentalmente.

L8: É acidentalmente.

L11: Por acaso.

Formador: É, por acaso!

Por meio da transcrição do áudio dessa aula, pode-se verificar que o formador promoveu a discussão e a interação dos licenciandos, analisou e utilizou as ideias deles durante a discussão e inovou, com uma atividade de identificação de conceitos científicos e aspectos de NdC.

Na Atividade 6, os licenciandos fizeram a leitura de outro artigo sobre HFC, que apresenta uma proposta de inserção dessa abordagem no Ensino Médio.

O licenciando L1 afirmou que gostou da maneira como as atividades foram elaboradas, porque proporcionaram um envolvimento dos alunos, pois tiveram um papel ativo nas aulas. Ele compreendeu que essas atividades puderam proporcionar aos alunos a compreensão dos conteúdos científicos, os processos de construção da ciência e seu caráter dinâmico e coletivo, que são aspectos da NdC. Ele relacionou a AC com o papel ativo do aluno nesse tipo de abordagem, a compreensão dos conceitos e o desenvolvimento da criticidade.

Essa abordagem histórica pode ter favorecido a alfabetização científica dos alunos? De que forma?

L1: “Sim pois desta maneira os alunos se tornaram mais ativos na construção de seus conhecimentos e mais críticos. Além da questão da criticidade acredito que o maior interesse pelo assunto ajudou na compreensão dos conteúdos estudados.”

Na Atividade 5, o licenciando L1 havia afirmado que o artigo sobre a descoberta da radioatividade não era adequado para os alunos do Ensino Médio. Já na Atividade 6, após a leitura de uma proposta de HFC, ele pontuou que algumas atividades propostas no artigo *Teorias da luz e natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no Ensino Médio* poderiam ser utilizadas para trabalhar o artigo de Becquerel.

Algumas dessas atividades poderiam ser utilizadas para o conteúdo do texto *Como Becquerel não descobriu a radioatividade*?

L1: “Sim, várias delas poderiam ser utilizadas como por exemplo, o debate sobre as reais contribuições de Becquerel para a construção do conceito de radioatividade”.

De acordo com o licenciando L2, a leitura do texto proporcionou uma nova perspectiva da abordagem HFC. Ele compreendeu que as atividades propostas no artigo possibilitaram trabalhar os conteúdos científicos, a argumentação e alguns aspectos da NdC. Ele pontuou, também, que essas atividades podem promover uma visão de ciências não distorcida e a Alfabetização Científica dos alunos.

L2: “Achei muito interessante! Nunca pensei que a inserção da HC no Ensino Médio conseguisse mobilizar e motivar tantos alunos, levando-os a diferentes argumentos, e promovendo no debate ricas discussões sobre a natureza da luz e do fazer científico. [...] Essa abordagem trabalha, além do conteúdo de óptica, uma série de questões sobre como se deu aquele conhecimento como foi construído. Mostra a ciência como objeto incompleto e não linear, e que muitas vezes é influenciada por fatores externos. Acredito que dessa maneira, o mini-curso [sic] favoreceu a Alfabetização Científica dos alunos.”

Ele também havia respondido, na Atividade 5, que o artigo sobre Becquerel não era adequado para o Ensino Médio. Mas, com a leitura do texto sobre as teorias da luz, ele já compreendeu como esse artigo pode ser utilizado pelo professor.

**Algumas dessas atividades poderiam ser utilizadas para o conteúdo do texto
*Como Becquerel não descobriu a radioatividade?***

L2: “Sim. No texto do Becquerel pode-se fazer pequenos recortes a fim de promover uma discussão, além de poder complementá-lo com outros recursos como vídeos e atividades práticas.”

O licenciando L3 não compareceu à aula da Atividade 5. Na Atividade 6, ele pontuou que as atividades apresentadas na proposta para o Ensino Médio proporcionaram aos alunos uma postura ativa nas aulas e a compreensão de aspectos da NdC.

L3: “Senti que a partir do momento que os estudantes começaram a entender sobre HC, eles passaram a se impor mais nas respostas, principalmente nas questões orais. O fato de entender como a Ciência foi construída [...] compreender o mundo hoje, faz com que eles reflitam sobre a tecnologia, sobre os eventos que aconteceram para que surgisse determinada teoria.”

Ele relacionou a AC com o entendimento dos processos de construção da ciência, a argumentação. A visão racionalista excessiva, apresentada anteriormente, continua a emergir em suas concepções.

L3: “A Alfabetização Científica ocorreu para que o aluno pudesse compreender melhor como as teorias surgiram, como hoje nós entendemos por luz, por onda e por partícula. Esses conceitos e como eles foram aplicados – no caso, na forma de debate) podem muito bem, fazer com que eles tenham senso crítico para analisar questões mais complexas como as reações nucleares, questões astronômicas como os raios UVA e UVB do Sol, e inclusive questões biológicas, como o câncer de pele, câmaras de bronzeamento artificial, e entre outros assuntos. A forma como foi colocada também abre portas para que os alunos possam argumentar e receber contra-argumento, entender o ponto de vista do outro, e como algumas discussões são feitas na sociedade.”

Ele apontou que o texto de Becquerel pode ser utilizado no Ensino Médio por meio de debates e experimentos.

O licenciando L4, na Atividade 5, afirmou que o texto de Becquerel não é adequado para os alunos do Ensino Médio.

L4: “[...] trata-se de um texto muito longo, cansativo, muito denso e pouco interessante ao olhar juvenil.”

Ele praticamente não participou da discussão do texto em aula e não entregou a Atividade 6.

Com esses resultados, infere-se que o licenciando L1 apresentou suas respostas com o foco na aprendizagem dos alunos. Já o licenciando L2 enfatizou as características relacionadas ao ensino. É possível verificar que, inicialmente, os licenciandos L1 e L2 percebiam que o texto sobre Becquerel não era adequado para os alunos do Ensino Médio, mas, após a leitura do segundo artigo, que apresenta uma proposta didática com abordagem HFC, eles puderam compreender como, a partir de um texto histórico, de fonte secundária, é possível realizar atividades com essa abordagem com o objetivo de promover a compreensão dos conceitos científicos e aspectos de NdC.

A Atividade 7 foi desenvolvida com o objetivo de mostrar alguns parâmetros para a elaboração de um plano de aula HFC. Os parâmetros foram elencados pelo formador e pela pesquisadora a partir das ideias de Forato e colaboradores (2009)⁵⁸, foram os seguintes:

1. Estabelecer os propósitos pedagógicos para o uso da HC no ensino;

⁵⁸ FORATO, T.; MARTINS, R.; PIETROCOLA, M. A natureza da ciência na escola básica: enfrentando obstáculos na construção de narrativas históricas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, p. 3241-3245, 2009. Número extra. Trabalho apresentado no VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 188-196, 2009.

2. Definir o enfoque para o episódio histórico, para garantir que a abordagem histórica adotada seja coerente com os objetivos definidos e com a visão de NDC pretendida;
3. Refletir sobre a construção de textos para os estudantes do Ensino Médio, de maneira a contemplar meus objetivos;
4. Escolher estratégias e recursos didáticos adequados para os objetivos propostos.

Os parâmetros atribuídos pelos licenciandos na Atividade 7 serviram de guia para a elaboração de um plano de aula com abordagem HFC. Os planos serão analisados na fase 3 – Reflexão.

Para as aulas sobre Experimentação Investigativa, os licenciandos fizeram a leitura de um artigo e responderam a um questionário.

O licenciando L1, que havia relacionado EI com a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de habilidades, acrescentou a essas ideias a postura ativa do aluno e o desenvolvimento da criticidade.

L1: “O papel da experimentação é tornar o aluno mais ativo na construção de seu aprendizado. Também tem papel importante no desenvolvimento de habilidades argumentativas e de coleta, interpretação e análise de dados. [...] as atividades experimentais investigativas auxiliam na formação de um aluno crítico ao passo que tornam o aluno mais ativo no seu processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim em vez de aceitar e decorar um conceito científico este aluno deverá construir o seu conhecimento a partir de questionamentos, análise [sic] de dados, discussão, elaboração de hipótese, etc. O exercício destas habilidades auxiliarão [sic] na construção do pensamento crítico a respeito da ciência e seus métodos.”

O licenciando L2 permaneceu com a ideia de que a experimentação tem um papel motivacional para facilitar a aprendizagem de conceitos. Além disso, ele pontuou que a experimentação pode proporcionar um papel ativo do aluno e desenvolver habilidades cognitivas e a capacidade de argumentação fundamentada em conceitos científicos.

L2: “Para mim, a experimentação no ensino é uma estratégia que, além de motivar os alunos, proporciona uma maior compreensão de uma série de fenômenos, facilitando assim a aprendizagem de conceitos científicos. [...] Atividades experimentais no ensino que permitem que os alunos sejam agentes ativos na resolução de problema proposto, aproveitando seus aspectos favoráveis e respeitando seus limites conceituais contribuem, além de um melhor entendimento dos conceitos científicos, para o desenvolvimento de habilidades cognitivas necessárias para a formação de sujeitos que saibam justificar e argumentar suas ideias baseadas em conhecimentos científicos, compreensíveis e plausíveis.”

O licenciando L3 afirmou que a experimentação pode contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos e, também, para motivar os alunos. Entretanto suas ideias configuram visões científicas (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) do tipo realista ingênuo, em que compreende que “o conhecimento é reflexo do que as coisas realmente são”; empirista, pois considera que o experimento e a observação do fenômeno produzem o conhecimento científico; e a visão distorcida empírico-indutivista (GIL-PÉREZ et al., 2001): ele apontou que a atividade experimental possibilita a visualização, tratando a ciência como um ente que está presente em tudo.

L3: “A experimentação tem um papel muito importante para o ensino de Química, pois devido às diversas transformações que ocorrem nas reações, o estudante pode compreender melhor como isso acontece nos átomos, nas transformações químicas e físicas. A experimentação também faz com que os alunos possam ter mais interesse nas aulas, já que eles passam a ter um maior contato, possuem aulas diferenciadas e os “tiram [sic] da caixinha”, os fazendo [sic] pensar mais sobre os assuntos abordados. [...] As atividades podem ajudar para que o aluno compreenda que ele mesmo pode enxergar a ciência em tudo.”

Parece que ele não compreendeu o conceito de atividade experimental investigativa, porque ele afirmou que, nesse tipo de atividade, o aluno reproduz a experiência. Faltam indícios para compreender se ele está se referindo à reprodução do experimento realizado pelo cientista ou à reprodução de um experimento qualquer.

L3: “As atividades experimentais investigativas são aquelas que o próprio aluno reproduz a experiência e consegue, a partir de questionamentos e “dicas” do professor, consegue inclusive construir o conceito do assunto abordado. Com isso, ele ainda consegue transcender o que aconteceu no [sic] experimento com a “vida real”, com o cotidiano. Boa parte desses experimentos também já são cotidianizados [sic], para que os alunos possam enxergar melhor as transformações e sobre o assunto que o professor deseja abordar”.

Para o licenciando L4, a experimentação no ensino de Química facilita a compreensão de conteúdos e conceitos, motiva os alunos e possibilita o desenvolvimento de habilidades, criticidade e argumentação. Parece que ele compreende que a capacidade de analisar, refletir e argumentar sobre um experimento pode ser extrapolada para se fazer do mesmo modo em situações do cotidiano.

L4: “Com essas atividades são desenvolvidas habilidades que são fundamentais para o senso crítico, como a argumentação. O fato das atividades investigativas provocarem no aluno um conflito cognitivo que têm [sic] de ser superado após reflexão e análises, desenvolve-se no aluno a habilidade de refletir acerca das situações e argumentações, criando assim seu criticismo em relação as [sic] coisas”.

Ele apresentou uma visão científicista do tipo realista ingênua, em que compreende que o experimento possibilita a visualização da realidade.

L4: “Para facilitar a compreensão do aluno em relação ao conteúdo e conceitos, servindo de plataforma para a visualização real do funcionamento das reações químicas, além de motivar os alunos para aprender ciências. Também ajuda no desenvolvimento das habilidades de aprendizagem do aluno, como organizar os pensamentos e explicá-los em relatórios, etc.”

Em linhas gerais, as concepções dos licenciandos acerca da Experimentação Investigativa transpareceram ideias que são próximas ao modelo dos 5Es (BYBEE, 1993), pois atribuíram a EI o papel de motivar os alunos, que pode ser interpretada pelo modelo de Bybee como o envolvimento nas atividades, a exploração em que realizam o experimento, elaboram hipóteses acerca de um problema. Depois são capazes de formular explicações fundamentadas em conceitos científicos. Entretanto, não foi possível identificar as últimas fases do modelo, “ir além” e “avaliação”.

Assim, na fase 2 – Compreensão, o licenciando L1 considerou que o ensino, na perspectiva da AC, pode promover a aprendizagem de conceitos científicos, o estabelecimento de relações entre ciência e outras dimensões, a Natureza da Ciência, a criticidade e a formação da cidadania, aproximando-se do nível multidimensional de AC (BYBEE et al., 2004). Ele compreendeu que a abordagem CTS, por apresentar os conteúdos científicos inseridos em um tema, possibilita o entendimento da NdC e estabelece relações com a História da Ciência, minimizando a formação de visões deformadas de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001) e amplia a visão e criticidade dos alunos acerca do tema abordado. Ele compreendeu, apesar de, inicialmente, ter tido dificuldades, que a abordagem HFC no ensino de ciências promove a compreensão dos conceitos científicos, aspectos da NdC e o desenvolvimento da criticidade. E compreendeu que a EI pode propiciar a aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento de habilidades e o desenvolvimento da criticidade por meio da postura ativa do aluno nessa abordagem.

O licenciando L2 definiu AC em termos da compreensão da construção da ciência e relacionou ciência com outras dimensões, como a social, aproximando-se do nível multidimensional de AC. Ele relacionou a abordagem CTS com a aprendizagem de conceitos, a tomada de decisão, a criticidade e a formação da cidadania; compreendeu que a abordagem HFC possibilita a aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento da argumentação e a compreensão de alguns aspectos da NdC, além de poder promover uma visão de ciências não distorcida e a Alfabetização Científica dos alunos. Ele atribuiu à EI um papel motivacional para facilitar a aprendizagem de conceitos, e que pode proporcionar um papel ativo do aluno e desenvolver habilidades cognitivas e a capacidade de argumentação.

O licenciando L3 compreendeu que os alunos conseguem estabelecer relações entre ciência e seu cotidiano, aproximando-se de um nível funcional de AC (BYBEE et al., 2004). Compreendeu, também, que a abordagem CTS está relacionada com a AC e possibilita a compreensão dos conceitos aplicados em um contexto e que a HFC proporciona a compreensão de aspectos da NdC. Parece não ter compreendido a EI, porque relacionou esse tipo de abordagem com uma prática experimental, em que o aluno reproduz o experimento. Ele apresentou ideias que configuram uma visão cientificista (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) e distorcida de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001).

O licenciando L4 parece ter compreendido que o ensino de Ciências, na perspectiva da AC, considera a contextualização dos conceitos. Porém, em suas ideias, parece que ele compreende a contextualização como algo do cotidiano, que está “ao redor do aluno”, aproximando-se do nível funcional de AC (BYBEE et al., 2004). Valorizou a abordagem HFC e compreendeu que a EI pode proporcionar a compreensão de conceitos, motivar os alunos e possibilitar o desenvolvimento de habilidades, criticidade e argumentação. Assim como o licenciando L3, apresentou ideias que configuram uma visão cientificista (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) e distorcida de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001).

As concepções de cada licenciando sobre a AC foi categorizada de acordo com os níveis de Bybee (2004). Também foram classificados os níveis de compreensão dos fundamentos de AC. Os níveis de cada licenciando são apresentados na tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos dos licenciandos na fase 2 – Compreensão

Temas	Níveis de compreensão (variação de 0 a 4, sendo 4 o nível máximo).			
	L1	L2	L3	L4
AC	4	4	2	3
CTS	3	2	3	2
HFC	4	4	3	2
EI	3	3	2	2

Fonte: Elaboração nossa.

Analizando as atividades propostas na UC e as ações do formador na fase 2 – Compreensão, verifica-se que foram criadas condições para a ocorrência da aprendizagem por compreensão (MASINI, 2011). Os temas começavam a ser tratados a partir da discussão dos textos lidos previamente, considerando as ideias dos licenciandos, partindo de conceitos mais amplos para, depois, na fase seguinte, partir para os mais específicos. Houve grande interação entre o formador e os licenciandos, propiciando a compreensão dos conceitos.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, o processo de aprendizagem significativa se dá quando novas ideias se relacionam com o que o aprendiz já sabe, surgindo um novo significado, ou seja, “o material de instrução relaciona-se quer a algum aspecto ou conteúdo existente especificamente relevante da estrutura cognitiva do aprendiz” (AUSUBEL, 2000, p. 71).

Pelos resultados, observa-se que, em geral, os licenciandos conseguiram compreender as principais ideias sobre a AC e seus fundamentos, estabeleceram relações e ampliaram suas ideias sobre cada abordagem, entretanto os licenciandos L3 e L4 apresentaram cientificista (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) e distorcida de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001), apesar de expressarem ideias consonantes com a AC, CTS, HFC e EI. De acordo com Ausubel (2000):

Os alunos podem desenvolver um mecanismo de aprendizagem por memorização [...] em vez de admitirem e remediarem, gradualmente, deficiências existentes na compreensão genuína. [...] mais importante criar uma falsa impressão de compreensão fácil, através da memorização de alguns termos ou frases chave, do que fazer-se um esforço genuíno em compreender o que estes significam. Os professores subestimam frequentemente o facto de os alunos se tornarem muito hábeis na utilização de termos abstractos com uma adequação aparente, quando são obrigados, embora a compreensão dos conceitos ou proposições subjacentes seja, virtualmente, nula. (AUSUBEL, 2000, p. 72, grifo nosso).

Aparentemente, os licenciandos L3 e L4 reproduziram os termos relacionados à AC e aos seus fundamentos apenas para realizarem as atividades propostas pelo formador. Espera-se que essas ideias destoantes derivem do fato de que suas concepções, nessa fase, ainda estavam em formação, por isso, eles recorreram a suas ideias iniciais. Essa avaliação poderá ser feita mais satisfatoriamente na fase 3 - Reflexão, em que os licenciandos elaboraram um plano de aula na perspectiva da Alfabetização Científica, podendo, assim, reorganizar suas estruturas de conhecimento (CARMO, 2015).

6.1.3 Fase 3: Reflexão

Na fase 3 – Reflexão, as atividades de aplicação possibilitaram aos licenciandos colocar os conceitos em ação com o objetivo de reestruturarem e reorganizarem suas estruturas de conhecimento (CARMO, 2015). A cada aula final do tema, o formador sistematizou os conceitos e propôs uma nova atividade para a reflexão dos licenciandos, ou seja, proporcionou que os licenciandos relacionassem os conceitos e as informações acerca da AC e de seus fundamentos.

As atividades e ações do formador estão descritas no quadro 12, a seguir.

Quadro 12 – Atividades e ações do formador que propiciaram a reflexão dos licenciandos

Aulas	Tema	Atividades propostas	Ações do formador
1ª a 3ª	AC	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexões de ideias em processo contínuo com a turma. • Atividade sobre habilidades. <i>Post-its</i>. • Diário de bordo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona a reflexão sobre a AC. • Inova, com atividade diferenciada em grupo que promove a discussão entre os licenciandos (tirinhas e <i>post-it</i>). • Promove a reflexão sobre alguns aspectos da NdC.
4ª a 6ª	CTS	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de uma SD para verificar como a abordagem CTS foi encaminhada. • Diário de bordo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona a reflexão sobre níveis de contextualização e a abordagem CTS. • Sistematiza os principais conceitos sobre a abordagem CTS.
7ª a 9ª	HFC	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 7: Reflexão sobre a elaboração de um plano de aula HFC com base na Atividade 5. • Atividade 8: Elaboração de um plano de aula HFC. • Diário de bordo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona a reflexão sobre HFC no ensino de ciências. • Sistematiza os principais pontos sobre HFC no fechamento da aula.
10ª a 12ª	EI	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre a oficina “Energia e sustentabilidade”. • Diário de bordo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona a reflexão sobre EI. • Inova com uma atividade de vivência de oficina EI. • Sistematiza os principais pontos sobre EI no fechamento da aula.

No tema de AC, na 3ª aula, os licenciandos realizaram uma atividade em grupo, em que deveriam escolher cinco habilidades que definissem uma pessoa alfabetizada cientificamente. Essas habilidades foram retiradas do artigo de Sasseron e Carvalho (2011) e foram distribuídas em forma de tirinhas.

O grupo de licenciandos do qual L1 e L2 fizeram parte estabeleceu cinco principais habilidades para definir a AC, descritas no quadro 13 a seguir.

Quadro 13 – Cinco principais habilidades consideradas pelos licenciandos do grupo de L1 e L2 para AC

Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.
Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.
Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.

Observa-se que o primeiro grupo de licenciandos considerou as habilidades relacionadas à compreensão de conceitos científicos e sua aplicabilidade; as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; os aspectos da NdC acerca da construção do conhecimento científico; os valores e a tomada de decisão. As escolhas relacionadas à visão de ciências parecem mostrar uma visão externalista (MARTINS, 2000); ainda, pode-se conjecturar que o grupo entendeu o papel do ensino de ciências na formação da cidadania, já que valorizou a tomada de decisões fundamentada em conhecimentos científicos.

O licenciando L3 não compareceu a essa aula.

O grupo do licenciando L4 estabeleceu as cinco principais habilidades para definir a AC, descritas no quadro 14 a seguir.

Quadro 14 - Cinco principais habilidades consideradas pelos licenciandos do grupo de L4 para a AC

Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
--

Possui suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.
Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.
Extrai da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.
Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.

Observa-se que o segundo grupo de licenciandos considerou as habilidades relacionadas à compreensão de conceitos científicos; a apreciação pela ciência; os aspectos da NdC acerca da construção do conhecimento científico; a visão de mundo; as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Parece que o grupo valorizou a aquisição de conhecimentos científicos no ensino, uma vez que a essa formação permite ampliar uma visão de mundo e compreender melhor a ciência e tecnologia.

Após a apresentação de cada grupo e discussão, a pesquisadora sistematizou, com os licenciandos, as principais habilidades que a turma toda considerou importantes para definir o conceito de Alfabetização Científica.

As principais ideias e habilidades consideradas mais importantes pela turma toda estão descritas no quadro 15 a seguir.

Quadro 15 - As principais ideias/habilidades escolhidas pelos licenciandos para definir a AC

Visão crítica.
Aprender conceitos.
Saber argumentar.
Desenvolver raciocínio lógico.
Competência leitora/escritora.
Compreender fenômenos do cotidiano.

Vale ressaltar que, nesse momento da atividade, os licenciandos tiveram liberdade de elencar outras habilidades diferentes daquelas das tirinhas.

Nessas ideias estão contempladas a compreensão de conceitos científicos e de fenômenos do cotidiano, o raciocínio lógico e a capacidade de argumentação e o pensamento crítico. Eles não consideraram aspectos da Natureza da Ciência e dos processos de investigação científica, as relações entre ciência, tecnologia, sociedade

e ambiente, considerando apenas o contexto do cotidiano dos alunos. Porém consideraram a competência leitora/escritora que, até então, não tinha sido pontuada. Assim, parece que apresentam certa dificuldade de ampliar suas visões sobre o papel do ensino de ciências, enfatizando aspectos importantes, mas que não apontam para uma alfabetização científica do tipo multidimensional, como sugere Bybee (2004). Pode-se considerar uma tendência a uma visão de alfabetização científica cultural (SHEN; 1975).

Logo após essas discussões, os licenciandos realizaram uma atividade em que foram divididos em dois grupos, sendo que o primeiro deveria refletir sobre quais habilidades um aluno deveria desenvolver na Educação Básica para ser considerado alfabetizado cientificamente, e o segundo grupo deveria refletir sobre que ações do professor poderiam contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica dos alunos.

Figura 6 - Transcrição do esquema elaborado pelos licenciandos na atividade com *post-its* sobre AC

Fonte: Elaboração dos licenciandos PPEQ II – 2016.

Cada grupo escreveu as habilidades em *post-its*, de modo a formar um esquema (figura 6) na parede da sala. Os dois grupos apresentaram suas ideias separadamente. Em seguida, se reuniram para estabelecer relações entre as ações do professor, elencadas, e as habilidades dos alunos. Essa atividade teve o objetivo

de levar os licenciandos à reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem na perspectiva da Alfabetização Científica.

Analisando-se as relações que os licenciandos estabeleceram entre as ações do professor e as habilidades dos alunos, observa-se que um dos fundamentos de AC, o que diz respeito a CTS, não está claramente apresentado, nem como habilidade dos estudantes, nem do ensino. Poder-se-ia associar aspectos de CTS às habilidades de promover discussões e participar de debates, embora não tenha sido esclarecida a natureza dessas discussões. O fundamento EI está presente apenas nas escolhas feitas em relação ao ensino. Talvez os licenciandos não atribuam valor ao desenvolvimento de habilidades relativas a processos de investigação (inquiring), como apresentar hipóteses, elaborar conclusões, etc. O fundamento mais explicitado foi o referente à HFC, tanto no ensino como na aprendizagem, talvez por ter sido de alguma maneira mais enfatizado nessas aulas, já que o formador é especialista nesse campo.

A abordagem EI foi relacionada com as habilidades de argumentação e criticidade. A abordagem HFC foi relacionada com aspectos da Natureza da Ciência, com a visão de ciência e a compreensão dos processos de sua construção. As habilidades “valorizar as diferenças” e “incentivar a leitura” também foram elencadas.

Como tarefa, os licenciandos registraram suas ideias no diário de bordo. Novamente, foi perguntada a definição de AC para eles.

De acordo com a sua leitura dos textos, as discussões em aula e suas próprias concepções, como você define Alfabetização Científica?

L1: “Alfabetizar cientificamente engloba ensinar os conceitos das ciências (ex. compreensão básica de termos científicos, entendimento de processos, teorias e etc.), compreensão dos diferentes tipos de linguagem das ciências (ex. textos, gráficos, equações e etc.). Simultaneamente deve abarcar a discussão sobre aspectos históricos-sociais e da Natureza da Ciência.”

L2: “Creio que alfabetização científica seja ensinar, além dos conceitos e conteúdos das ciências, sobre a Natureza da Ciência, sobre como a ciência impacta na sociedade, etc. A alfabetização científica deve fazer o aluno refletir sobre a construção do conhecimento e pensar civicamente sobre as ciências.”

L3: “Alfabetização Científica seria o aluno conseguir compreender a ciência não só na escola, mas na vida. Compreender e conseguir aplicá-la para entender o mundo, para entender a si próprio, para entender a sociedade. Vai muito além de só ensinar as linguagens, mas perceber o quanto ela é importante para a vida.”

L4: “Alfabetização científica é compreender a base do que é ciências, áreas que ela estuda e principalmente, compreender como ela é feita, isto é, por pessoas normais que cometem erros a fim de entender a natureza.”

Observa-se uma grande ampliação nas concepções dos licenciandos. O licenciando L1, que, inicialmente, definiu AC como o entendimento de um código, agora considerou, além dos conceitos científicos e da linguagem da ciência, os processos de investigação científica, e estabeleceu relações entre ciência, história e sociedade e a Natureza da Ciência, aproximando-se no nível conceitual de AC (BYBEE et al., 2004).

O licenciando L2 manteve suas concepções, considerando AC como a compreensão de conceitos e da Natureza da Ciência, as relações entre ciência e sociedade, e ainda acrescentou a cidadania. Entretanto não considerou a tecnologia. Então, pode-se considerar um nível multidimensional de AC (BYBEE et al., 2004), porque considerou os impactos da ciência em uma esfera mais ampla, a social.

Já o licenciando L3 considerou a compreensão de conceitos e estabeleceu relações entre ciência e sociedade. Não considerou a tecnologia e a Natureza da Ciência, aproximando-se do nível conceitual de AC (BYBEE et al., 2004), pois considerou relações entre ciência e sociedade.

E o licenciando L4 considerou a compreensão de conceitos e a Natureza da Ciência, pontuando os processos de construção da ciência, aproximando-se do nível conceitual de AC (BYBEE et al., 2004).

Em relação à abordagem CTS, nessa etapa, os licenciandos fizeram a análise de um plano de aula com essa abordagem. Os planos de aula analisados foram elaborados pelos licenciandos da PPEQ II em 2015. A análise foi feita em duplas, e os licenciandos deveriam identificar os conteúdos relacionados à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, analisando como os temas foram apresentados e se havia uma problematização.

Os licenciandos L1 e L2 analisaram um plano de aula sobre doenças tropicais como a Dengue, Zika e Chikungunha. Eles elencaram os conteúdos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, descritos no quadro 16 a seguir.

Quadro 16 – Conteúdos C, T, S e A no plano de aula analisado por L1 e L2.

Dimensão	Conteúdos
Ciência	O que é doença? Dengue, Zika e Chikungunha.
Tecnologia	Mosquitos geneticamente modificados.
Sociedade	Medidas de prevenção.
Ambiente	Distribuição geográfica da doença.

Fonte: Elaboração dos licenciandos L1 e L2.

Os licenciandos L1 e L2 pontuaram que a sequência apresentou uma problematização sobre as doenças Dengue, Zika e Chikungunya por meio de notícias que apresentavam informações discrepantes. Eles consideraram que a proposta foi boa porque conseguiu contemplar todas as dimensões da abordagem CTS e os conceitos científicos e a desmistificação das informações sobre essas doenças. Essa visão de contextualização aproxima-se do nível da “compreensão da realidade social”, em que “O conhecimento químico é utilizado como ferramenta para o enfrentamento de situações problemáticas, o conhecimento científico está em função do contexto sociotécnico.” (SILVA; MARCONDES, 2010, p. 107).

O licenciando L3 e seu par realizaram a análise de forma diferente, pontuando suas observações a cada bloco de aulas, descritos no quadro 17 a seguir. Eles não classificaram os conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Quadro 17 – Análise da sequência didática CTS realizada pelo licenciando L3 e sua dupla.

Aulas	Análise
1 e 2	Engloba muito a abordagem CTSA, envolve três disciplinas, e discute a história da agricultura (evolução) e é lançada uma pergunta investigativa aos alunos. Avaliação através de uma resenha e presença.
3 e 4	Erro nas disciplinas abordadas, pois não é Física e sim Geografia. Aulas estão abordagem CTS [sic].
5 a 11	Abordagem CTS é usada.
<p>Todo o desenvolvimento do plano é falho, pois são lançadas várias perguntas sem uma sequência do que o professor irá fazer durante a aula, sem orientação de como será o comportamento dos alunos.</p> <p>As avaliações também podem ser revistas, pois no caso das aulas 11-16, vários temas são abordados, porém não é aplicada nenhuma avaliação.</p>	

Fonte: Elaboração dos licenciandos L3.

Apesar de eles não terem levantado os conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a pesquisadora pontuou esses conceitos, descritos no quadro 18 a seguir.

Quadro 18 - Conteúdos C, T, S e A no plano de aula analisado por L3 classificados pela pesquisadora

Dimensão	Conteúdos
-----------------	------------------

Ciência	Tipos de agricultura. Modificação do solo e agricultura extensiva. Agrotóxicos. Poluição.
Tecnologia	Tecnologia do período colonial e da revolução industrial no Brasil.
Sociedade	Uso e ocupação do solo. História de Diadema. Direitos e deveres do cidadão. Preconceito com Diadema.
Ambiente	Sustentabilidade.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

O licenciando L3 e seu par apontaram que o tema proposto foi “Artigo 225 (Constituição Federal) e Preconceito em Diadema”. Esse município, da região metropolitana de São Paulo, possui um histórico de disputa de terras com os municípios vizinhos, e a ocupação desorganizada afetou a preservação ambiental da região.

Os licenciandos apontaram que o plano “engloba muito a abordagem CTSA, [pois] envolveu três disciplinas”. Parece que eles entenderam que a abordagem CTS pressupõe um contexto interdisciplinar. Mas essa compreensão parece limitada por que, de acordo com Aikenhead (1994), a abordagem CTS pressupõe que o ensino deve partir de situações-problemas sobre questões sociais que tenham relação com a ciência e a tecnologia. Em seguida, devem ser abordados os conceitos científicos relacionados ao problema e, por fim, retoma-se o contexto social inicial (AIKENHEAD, 1994). Ou seja, um plano de aula CTS vai além do que um tema comum abordado por disciplinas diferentes.

Os licenciandos apontaram, ainda, que o plano apresentou uma problematização e um contexto, porém o contexto não foi considerado nas avaliações propostas. A partir desse dado, verifica-se que os licenciandos identificaram uma das dificuldades enfrentadas na elaboração de propostas CTS que é a integração do conteúdo com os conceitos científicos (ARAGÃO et al., 2016).

O licenciando L4 analisou um plano de aula cujo tema foi “Câncer. Ele realizou a atividade em grupo, com mais três licenciandos. Eles levantaram os seguintes conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, descritos no quadro 19 a seguir.

Quadro 19 - Conteúdos C, T, S e A no plano de aula analisado por L4.

Dimensão	Conteúdos
Ciência	Conceitos biológicos , moléculas, radioatividade, química orgânica (cis e trans), tipos de radiação.

Tecnologia	Medicamentos, quimioterapia, radioterapia, pesquisas, cura do câncer.
Sociedade	Doença (câncer), morte, prevenção, tratamento, história da ciência (morte da Marie Curie).
Ambiente	Rejeitos radioativos, acidentes radioativos, descartes corretos.

Fonte: Elaboração do licenciando L4 e seu grupo.

O grupo explicou que o plano apresentou a controvérsia ética e moral a respeito do composto fosfoetanolamina e contemplou os seguintes questionamentos: “Vale a pena o país ter mesmo [usina nuclear] podendo acontecer um acidente como o de Fukushima? A pílula do câncer é realmente eficaz? Cura mesmo? É mais eficiente que outros métodos como a quimioterapia? O que diferencia a droga do medicamento é a quantidade?”. Eles apontaram que o plano apresentou o predomínio de conteúdos sociais, tecnológicos e ambientais, porém os conceitos científicos foram pouco explorados e quando abordados, praticamente não foram relacionados com a contextualização inserida no plano de aula.

Ao final das apresentações e discussões, os licenciandos relataram que puderam compreender como a abordagem CTS relaciona as dimensões de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Eles pontuaram as seguintes possíveis dificuldades na utilização dessa abordagem:

- ser imparcial diante de uma controvérsia;
- manter o planejamento durante as aulas, já que há a possibilidade de os alunos quererem inserir temas que não fazem parte do planejamento do professor;
- conseguir contemplar as quatro dimensões da abordagem: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e relacioná-las de maneira equilibrada.

Em conversa com o formador após a 6ª aula, ele relatou ter percebido que, em 2016, os licenciandos tiveram mais tempo para refletir sobre a abordagem CTS, e que parecem ter uma visão mais clara sobre essa abordagem. Em 2015, os licenciandos tiveram de elaborar um plano de aula CTS e apresentaram algumas dificuldades, como o predomínio dos conceitos científicos e um tema desconexo, ou então, priorizaram o tema e reduziram os conteúdos de ciência. Em 2016, como eles, inicialmente, analisaram sequências já prontas, puderam identificar esse desequilíbrio,

concluindo que um dos desafios da CTS é abordar todos os conteúdos de forma equilibrada.

Após a 6ª aula, os licenciandos responderam a algumas questões no diário de bordo.

O licenciando L1 relatou, no diário de bordo, que as aulas sobre a abordagem CTS foram importantes para sua formação, pois podem auxiliá-lo na elaboração de práticas educacionais. Pontuou, ainda, que as discussões sobre essa abordagem foram essenciais para a compreensão dos conceitos relacionados à CTS. Ele relacionou a abordagem CTS com a Alfabetização Científica e acredita que essa abordagem pode desenvolver a compreensão de conceitos, a formação do pensamento crítico e o interesse pela ciência.

L1: “Para os alunos da educação básica o uso da abordagem CTS favorece a construção do senso crítico a respeito da ciência, ou seja, ele torna-se [sic] mais ativo na construção do seu conhecimento. Também favorecem [sic] o interesse pelas Ciências, uma vez que agrega significação prática (cotidiana) a ela. Todos estes aspectos privilegiam a Alfabetização Científica.”

O licenciando L2 pôde refletir acerca da mudança de suas concepções sobre a abordagem CTS e de como ela proporciona a compreensão dos conceitos.

L2: “Eu acho que antes, eu não entendia de fato o que era esse CTS. Muitas vezes pensei que as “exemplificações” e as relações com as notícias já eram abordagem CTS, e agora vejo que é muito mais complexo que isso, porém mais eficaz para se atingir a Alfabetização Científica. [...] Usar uma abordagem CTS demandaria, antes de tudo, de [sic] planejamento e de [sic] reestruturação (ou elaboração) de [sic] um plano de ensino, visto que não é algo simples.

Devo, em minhas aulas, apresentar situações que os alunos vivenciam e propiciar nessa problematização controvérsias e a necessidade do [sic] aluno precisar [sic] novos conhecimentos para resolver o conflito na qual [sic] foi exposto.”

Ele afirmou que a abordagem CTS propicia a compreensão de conceitos e estabelece relações entre ciência, tecnologia e sociedade, promovendo a Alfabetização Científica dos alunos.

L2: “Acredito que a abordagem CTS seja fundamental ao se trabalhar como o conhecimento científico se estabelece e como está relacionando com o contexto científico e tecnológico e social. Pois assim os alunos conseguem relacionar o conteúdo ao cotidiano, de forma significativa, atingindo o objetivo principal do ensino de Biologia/Química/Física. [...] Acredito que contribuam com a Alfabetização Científica no sentido de, em uma abordagem CTS, se promovem discussões sobre a

ciência e suas interações, propiciam contextualizações que abrangem as relações entre o social, o tecnológico e o científico, etc...”

O licenciando L3, que já atuava como professor de Química, relatou que as aulas sobre a abordagem CTS lhe proporcionaram uma reflexão acerca de sua prática de ensino, pois possibilitaram-lhe analisar se estava abordando, nas aulas do Ensino Médio, conceitos de ciência, tecnologia e sociedade de maneira desequilibrada.

Colocando-se no papel de professor, e pensando em sua prática de ensino, você acha que foi levado a refletir sobre como ensinar conteúdos a partir da abordagem CTS?

L3: “Sim, pois a forma de abordagem temática me fez refletir quanto a minha forma de ensino, além de perceber se eu estava abordando todas as perspectivas do CTSA nas aulas ou se eu estava dando enfoque em mais áreas do que outras”.

Ele pontuou ter dificuldade em utilizar a abordagem CTS, pois a escola em que trabalha utiliza um material apostilado.

L3: “Como trabalho em uma escola com a utilização de apostilas e nós, professores, não podemos fugir muito de como está lá. Porém, é possível utilizar a perspectiva CTS se conseguir aliar a apostila com a abordagem temática.”

Ele relacionou a abordagem CTS com a AC, relacionando as dimensões da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. As visões científicas e distorcidas de ciências permanecem a transparecer em suas ideias. Ele parece entender que a ciência e a tecnologia estão a serviço da sociedade.

L3: “As abordagens temáticas realizadas na perspectiva CTS podem auxiliar na compreensão da sociedade e como isso influencia na ciência e nos conceitos científicos que os alunos precisam saber para compreender o mundo e como a tecnologia “evolui” a partir das mudanças sociais e ambientais.”

O licenciando L4 também parece compreender que a abordagem CTS possibilita apresentar a aplicabilidade da ciência na sociedade, ou seja, parece que ele entendeu a abordagem em seu nível mais superficial, apenas como uma aplicação do conceito em um contexto, para facilitar a aprendizagem e motivar os alunos.

L4: “As aulas sobre CTS que tive durante todo o curso, me fizeram compreender e perceber que deve-se [sic] pensar e “utilizar” a ciência para tópicos importantes da sociedade, a fim de discuti-

los e sermos críticos, tanto no assunto quanto no uso da ciência, no qual [sic] aprendemos Ciências de forma consciente para assim ensinarmos nossos alunos desta maneira. [...] Pode ajudar a dar significado para a ciência, em que os alunos possam se motivar com a matéria e aprender significativamente.”

Durante a UC, após ter lido o diário de bordo de L4, a pesquisadora escreveu uma nova pergunta, para tentar compreender as concepções desse licenciando.

Como a abordagem CTS pode promover a aprendizagem significativa dos alunos? Como ela desenvolve a AC dos alunos?

L4: “Já que a abordagem CTS engloba o conteúdo/conhecimento científico como a sociedade e tudo que a cerca, temos que o CTS favorece demais para a Alfabetização Científica dos alunos, pois eles relacionam o que aprendem com o seu cotidiano e realidade, em que nesse processo desenvolve-se o senso crítico, político e consciente para com a sociedade, formando-se cidadãos ativos. No caso de habilidades cognitivas, o CTS auxilia na percepção e assimilação do conteúdo, pois o aluno passa a compreender a ciência nos fenômenos da natureza, dando significado para o aluno e possivelmente, para o decorrer da vida dele.

Priorizando as ações e objetivos descritos, acredito que pode-se [sic] desenvolver a AC dos alunos.”

Apesar de ele concordar que a abordagem CTS pode promover a formação do senso crítico e da cidadania, parece entender que, nessa abordagem, os conceitos de ciência devem ser apresentados por meio da aplicação do conhecimento na sociedade/cotidiano dos alunos, acarretando, assim, na aprendizagem significativa dos conceitos. Esses dados apontam que, para ele, cotidiano e sociedade se referem aos mesmos contextos e que a aprendizagem significativa depende da forma como o professor apresenta os conceitos e suas aplicabilidades.

Dessa forma, nas respostas às questões do diário de bordo referentes à CTS, nota-se que os licenciandos L1 e L2 puderam perceber, compreender e refletir sobre como a abordagem CTS estabelece relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e que ela pode promover a Alfabetização Científica dos alunos.

O licenciando L3 relacionou a abordagem CTS com a AC, relacionando as dimensões da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Porém as aulas e atividades sobre CTS não foram suficientes para que L3 superasse suas visões científicas (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) e distorcidas de ciências (GIL-PÉREZ et al., 2001).

E o licenciando L4 apresentou a compreensão da abordagem CTS no nível da descrição científica e processos, em que “os conhecimentos químicos estão postos de modo a fornecer explicações para fatos do cotidiano e de tecnologias,

estabelecendo ou não relação com questões sociais.” (SILVA; MARCONDES, 2010, p. 107). No diário de bordo, nesse momento da UC, nenhum licenciando relacionou a abordagem CTS com a Natureza da Ciência.

Na fase 3 – Reflexão, nas aulas sobre a abordagem HFC, os licenciandos elaboraram um plano de aula utilizando os conteúdos do artigo de Martins (1990). Apesar de, na 7ª aula, durante a discussão do artigo, os licenciandos terem relatado que esse texto não era adequado para os alunos do Ensino Médio, após a leitura do artigo de Forato e colaboradores (2008) sobre uma proposta HFC para esse segmento, eles passaram a ter uma visão diferente sobre essa abordagem (conforme análise da fase 2 – Compreensão). Nesse momento final do tema, então, eles desenvolveram um proposta HFC, utilizando o texto de Becquerel (MARTINS, 1990). O plano de aula foi elaborado em duplas.

Os licenciandos L1 e L2 trabalharam juntos novamente. O tema escolhido foi “Matéria e radiação: construção do conceito científico de radioatividade”. Esse plano se consistiu em 6 aulas, descritas no quadro 20 a seguir.

Quadro 20 – Quadro sintético do plano de aula HFC dos licenciandos L1 e L2

Aula	Atividades	Tempo
1 - O que é “descoberta” científica?	Realização da dinâmica “O que há na caixa?”	50 min
	Discussão sobre como foi o processo de descoberta do objeto da caixa	
	Discussão sobre o processo de “descoberta científica” (levantamento de conhecimentos prévios)	

Continua

Conclusão

2 e 3 – Becquerel é o pai	Retomada da discussão sobre o processo de “descoberta científica”	100 min
	Leitura individual do texto 1: <i>Quem foi o pai da radioatividade?</i> ⁵⁹	

⁵⁹ QUEM foi o pai da radioatividade? **Bonde**, Londrina, 10 jun. 2011. Disponível em: <<https://www.bonde.com.br/educacao/passado-a-limpo/quem-foi-o-pai-da-radioatividade--183129.html>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

da radioatividade?	Pesquisa em grupo na internet (Acessa-SP) ⁶⁰ sobre a descoberta da radioatividade	
4 – As histórias de Becquerel e suas relações com os raios catódicos e a luminescência.	Levantamento de histórias sobre a descoberta da radioatividade encontradas pelos grupos e das fontes de pesquisas utilizadas.	50 min
	Discussão sobre os conceitos científicos de raio catódicos e luminescência.	
	Realização do experimento com filme fotográfico e materiais fluorescentes.	
5 – A história de Becquerel proposta por MARTINS (1990)	Leitura coletiva do texto 2 ⁶¹ em conjunto com os vídeos demonstrativos dos experimentos realizados.	50 min
	Observação das fotos reveladas do filme fotográfico	
	Discussão sobre a importância e as limitações das experimentações para a construção de conhecimento científico	
6 - Debate	Debate sobre as reais contribuições de Becquerel para a construção do conceito de radioatividade.	50 min
Total		300 min

Fonte: Elaboração dos licenciandos L1 e L2.

O plano de aula dos licenciandos L1 e L2 apresentou uma descrição detalhada da proposta e das atividades. Para cada aula foram apresentados: tema, objetivos pedagógicos, recursos metodológicos, recursos materiais, desenvolvimento da aula, avaliação e as referências. Em todas as aulas, eles consideraram os conteúdos científicos sobre radioatividade e os aspectos da Natureza da Ciência no contexto da “descoberta” da radioatividade. Além disso, identifica-se coerência nas concepções dos licenciandos, porque, em praticamente todas as aulas do plano, verificou-se a valorização do desenvolvimento do senso crítico e o entendimento da construção do conhecimento científico, contudo eles não relacionaram a abordagem HFC com a Alfabetização Científica.

No planejamento, há um experimento, porém não há indícios de caráter investigativo nessa atividade. Eles relataram, na apresentação, que tiveram

⁶⁰ O Acessa São Paulo é o programa de inclusão digital do Governo do Estado de São Paulo. Criado em julho de 2000 para oferecer acesso grátis à internet, foi reformulado pelo Decreto Nº 62.306/2016, em dezembro de 2016, para oferecer também conteúdos digitais que contribuam para o desenvolvimento pessoal, profissional e comunitário por meio da inclusão digital. Disponível em: <<http://www.acessasp.sp.gov.br/sobre-o-acessasp/>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

⁶¹ Texto adaptado pelos licenciandos L1 e L2. MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 7 (Número Especial), p. 27-45, jun. 1990. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

dificuldade de inserir o experimento devido à falta de estrutura nas escolas. Pensaram, então, em uma possibilidade viável e encontraram uma maneira de executar o experimento dentro de um saco preto de plástico. Mas há necessidade de comprar o filme e depois pagar a revelação.

O licenciando L3 e seu par elaboraram uma proposta de 7 aulas, descritas no quadro 21 a seguir.

Quadro 21 - Quadro sintético do plano de aula HFC da dupla do licenciando L3

Aula	Resumo dos conteúdos	Atividades a serem realizadas
Aula 1: 50 minutos	Revisão sobre os conceitos de atomística.	Utilização de vídeos para ilustrar as características das partículas e, simplificada, da natureza do elétron.
Aula 2: 50 minutos	Vida e obra de Henri Becquerel. Contexto histórico da “descoberta” da radioatividade por Becquerel.	Texto sobre a vida de Becquerel; leitura do início do texto sobre as primeiras pesquisas e discussão.
Aula 3: 100 minutos	Conceitos de luminescência, quimioluminescência, leitura do trecho do texto relacionado; explicação da atividade final que será continuação da Sequência Didática.	Explicação sobre o que é luminescência, quimioluminescência e bioluminescência. Leitura do trecho do texto que fala sobre luminescência e radioatividade. Apresentação de vídeos com diferentes tipos de ‘luminescências’, as principais diferenças e uma atividade em dupla de identificação das ‘luminescências’ através de imagens.
Aula 4: 50 minutos	Conceitos de radioatividade e a diferença entre os conceitos de Curie e Becquerel.	Conceito de radioatividade por Marie Curie (trecho do texto) e por Becquerel. Discussão: Becquerel descobriu a radioatividade?
Aula 5: 50 minutos	Contexto histórico do final do século XIX e início do século XX: Por que tanto interesse na radioatividade?	Aula interdisciplinar com o professor de História, mostrando o contexto da época para se ter tanto interesse na radiação.

Continua

Conclusão

Aula 6: 50 minutos	Estequiometria – Balanceamento de equações. Reagentes limitante e em excesso.	Análise de todas as substâncias do fragmento em que consiste a nota, a descoberta da radioatividade por Becquerel, e formar reações para balanceamento e atribuir valores para reagentes limitantes e em excesso.
--------------------	---	---

Aula 7: 100 minutos	Linha cronológica dos cientistas que contribuíram para o pensamento final de Becquerel (“as sete semanas”) e trabalho final.	Leitura do texto no trecho sobre as sete semanas. Divisão em grupos e entrega de um trecho do texto para cada um fazer a linha do tempo com aquele trecho, explicando cada pedaço. Juntar todos os trechos no final em ordem cronológica.
---------------------------	--	--

Fonte: Elaboração da dupla do licenciando L3.

O plano de aula HFC da dupla do licenciando L3 foi bem sucinto e as informações estavam claras. Nele, apresentaram o contexto educacional; os temas trabalhados, em termos de conteúdos de ciências (radioatividade, estequiometria e conceitos básicos de atomística – há, também, o conceito de luminescência, porém não foi indicado no plano); o conteúdo programático; objetivos pedagógicos; recursos metodológicos; recursos materiais; avaliação; descrição das aulas e referências.

O contexto histórico da “descoberta” da radioatividade foi utilizado como fio condutor para todo o plano de ensino. Assim, os licenciandos conseguiram abordar tanto os conteúdos de Ciências como os aspectos de NdC. Dessa forma, o contexto histórico foi utilizado para proporcionar a aprendizagem dos conceitos científicos.

No plano, os licenciandos tiveram a preocupação de considerar o conhecimento prévio dos alunos, por meio de uma problematização inicial, para eles participarem ativamente das aulas. Eles explicaram que essa postura contribui para o desenvolvimento da Alfabetização Científica dos alunos.

“As aulas se iniciarão sempre com um questionamento sobre o assunto a ser tratado. Haverá uma pergunta norteadora que será respondida, pelos próprios alunos, no final de cada aula. A partir dela, os fragmentos do texto *Como Becquerel não descobriu a radioatividade* serão utilizados para aprofundar o tema. A intenção é fazer com que os alunos possam ter participação ativa nas aulas e desenvolvam a Alfabetização científica, desmitificando o senso comum sobre fazer ciência.”

Há alguns indícios da visão científicista (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992), já manifestada pelo L3 anteriormente, indicados nos trechos a seguir.

“[...] [Para] Algumas explicações, como no caso dos conceitos de luminescência e de partículas e sub-partículas [sic] atômicas, serão utilizados vídeos para facilitar a visualização dos alunos, já que possuem pouco nível de abstração.”

“Análise de todas as substâncias do fragmento em que consiste a nota, a descoberta da radioatividade por Becquerel e formar reações para balanceamento e atribuir valores para reagentes limitantes e em excesso.”

Quando o licenciando menciona que os alunos, ao estudarem as partículas e sub-partículas atômicas, poderão visualizá-las, é possível identificar indícios da visão cientificista realista ingênua que acredita que “o conhecimento é reflexo do que as coisas realmente são”. E também no trecho em que afirma que os alunos, ao analisarem as substâncias, poderão compreender o conceito de transformação química e balanceamento de reações, pode indicar a visão cientificista racionalista excessiva, que considera que “a ciência nos leva gradualmente à verdade” (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992). Porém pode ser que o texto não tenha sido escrito com cuidado, produzindo uma ambiguidade, possibilitando essa interpretação, já que essas visões cientificista já transparecem algumas vezes anteriormente.

O licenciando L4 e seu par elaboraram uma proposta de 7 aulas, intitulada “A mãe da radioatividade”. As aulas estão descritas no quadro 22 a seguir.

Quadro 22 - Quadro sintético do plano de aula HFC da dupla do licenciando L4

Aula	Resumo dos Conteúdos	Atividades Realizadas
1 (50 min)	Introdução da Matéria e do Átomo, Isótopos.	Sala de aula, explicação oral e lousa. Apresentação e explanação acerca dos trabalhos a serem feitos ao fim da sequência de aulas de Radioatividade.
3 (50 min)	Discussão da História da Ciência através de um vídeo.	Vídeo do <i>YouTube</i> com erros históricos, discussão do estereótipo do cientista e as descobertas.

Continua

Conclusão

4 (50 min)	Marie Curie relacionando ao CTS.	Debate sobre a mulher, descobertas, sua morte, causada pelo câncer, por falta de informações, preconceitos.
5 (50 min)	Efeitos Biológicos das Radiações e Lixo Atômico, como descartar.	Discussão sobre as pesquisas e notícias trazidas pelos alunos a respeito do tema.

	Avaliação.	Debate acerca dos acidentes ocorridos devido à radiação, efeitos da radioatividade no corpo humano e no ambiente.
6 (50 min)	Avaliação.	Seminário sobre a importância da radiação, em um determinado ramo, escolhido pelo grupo.
7 (50 min)	Avaliação.	Questões discursivas sobre uma situação-hipótese acerca da Radioatividade e Sociedade.

Fonte: Elaboração da dupla do licenciando L4.

O plano de aula HFC da dupla do licenciando L4 foi bastante sucinto. Eles não utilizaram o artigo de Martins (1990), conforme as orientações do formador. Escolheram outro artigo, que apresenta várias descobertas científicas, atribuindo a cada descoberta um único cientista. Essa concepção vai de encontro às ideias apresentadas pelo formador sobre a proposta da abordagem HFC no ensino de Ciências.

Foram apresentados contexto educacional; conteúdo programático; objetivos pedagógicos; recursos metodológicos; recursos materiais; avaliação; descrição das aulas e referências.

Na 1ª aula do plano, já são introduzidos os conceitos científicos sobre matéria, átomos e isótopos na forma de “explicação oral e lousa”. Não há indícios sobre a participação dos alunos durante essa explicação.

Os conteúdos relativos à HFC são tratados nas 2ª e 3ª aulas, mas não há evidências de como seriam estabelecidas relações entre a 1ª aula e a 2ª e 3ª.

Na 4ª aula, trabalhariam a questão do papel da mulher na ciência, usando Marie Curie como exemplo. Os licenciandos atribuíram a essa aula a abordagem CTS, o que indica que eles podem não ter compreendido essa abordagem, já que, nas aulas sobre CTS, o formador enfatizou que a abordagem CTS não é realizável em apenas uma aula.

Outra evidência que parece corroborar a falta de compreensão sobre a abordagem CTS é o objetivo “inserir o cotidiano nos fenômenos e exemplos apresentados”. A abordagem CTS pressupõe a escolha de um tema social, tecnológico, ambiental que possibilite a compreensão de conceitos científicos. Por meio desse objetivo, infere-se que os licenciandos entenderam o contrário: a partir dos fenômenos estudados à luz da ciência, seleciona-se uma aplicação no cotidiano como contexto.

Ao analisar o plano, percebe-se que a HFC é utilizada apenas como um contexto, e os conceitos científicos parecem não estar relacionados efetivamente com os conteúdos de HFC. No plano, os aspectos de NdC explícitos nos objetivos são “desmistificar a visão estereotipada da ciência e do cientista como exatos e imutáveis; Mostrar as reais dificuldades existentes para elaboração de teorias”.

Há indícios de visão cientificista - “realismo ingênuo que considera que o conhecimento é reflexo do que as coisas realmente são.” (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) - na descrição do objetivo “instigar a curiosidade do aluno ao conhecimento do que é real”.

Ao final da 9ª aula, os licenciandos foram convidados a refletirem sobre suas ideias acerca da abordagem HFC no diário de bordo.

O licenciando L1 relacionou a abordagem HFC com o desenvolvimento do pensamento crítico, afirmando que a compreensão dos processos de construção da ciência favorece uma aproximação entre o aluno e a ciência, promovendo, assim, a Alfabetização Científica.

L1: “Quando comparado ao ensino tradicional, quando bem realizada, a abordagem HFC pode favorecer o pensamento crítico. Quando o aluno reconhece que a ciência é uma construção humana e que por este motivo as teorias são passíveis de erros ele consegue olhar a ciência de forma mais crítica [...] assim conhecer as dificuldades e os erros na elaboração das teorias científicas aproxima o estudante da ciência e oferece uma dimensão social e econômica para sua elaboração.

Embora esta abordagem possa ser efetiva para a Alfabetização Científica ela possui diversas dificuldades.”

Ele também apontou algumas dificuldades para a implementação da HFC no ensino de Ciências na Educação Básica, como a falta de formação dos professores e de materiais didáticos nessa área e a leitura em sala de aula. Outra dificuldade apontada pelo licenciando é realizar a transposição didática dos conteúdos para a educação básica, como já apontado por Forato e colaboradores, ou seja, a necessidade de “formulação discursiva adequada ao nível de escolaridade visado” (FORATO et al., 2009, p. 3244). Essas dificuldades têm sido recorrentemente apontadas por professores ao discutirem sobre a implementação de aspectos de HFC em seus planejamentos (MARTORANO, 2012; HÖTTECKE; SILVA, 2011). De uma maneira geral, o tratamento de HFC em cursos de licenciatura em Química se restringem a uma ou duas disciplinas, o que não possibilita a construção de uma base de conhecimentos que possam se reverter em planejamento didático.

L1: “Embora esta abordagem possa ser efetiva para a Alfabetização Científica ela possui diversas dificuldades. A primeira delas é a transposição didática dos conteúdos acadêmicos de HFC. Geralmente não existe na faculdade uma unidade curricular que discuta HFC, sendo assim a maioria dos docentes não tem formação inicial que dê conta de fazer uma transposição didática destes conteúdos de maneira efetiva. [...] Por mais que se reduza os textos usar uma abordagem HFC essencialmente é trabalhar leitura de textos.”

Ele afirmou que a elaboração do plano de aula contribuiu na discussão acerca dessas dificuldades.

L1: “A elaboração de uma sequência didática também favoreceu a discussão sobre as dificuldades encontradas na busca e elaboração de material didático com enfoque HFC.”

Esse resultado vai ao encontro dos resultados do trabalho anterior da pesquisadora, que analisou cinco cursos de licenciatura em Química e verificou que praticamente nenhum possibilitava

oportunidades que os estudantes de licenciatura têm de aplicar os conceitos sobre prática de ensino, especialmente em relação à história da ciências, faltam atividades que promovam a reflexão e a elaboração de sequências didáticas com essa abordagem. (ARAGÃO, 2014, p. 161).

Em conversa com o formador, ele relatou que tem consciência da dificuldade dos licenciandos em elaborar uma proposta HFC, “apenas três aulas não são suficientes, tem pessoas que elaboram uma sequência didática HFC como trabalho de mestrado”. Apesar das dificuldades enfrentadas, o licenciando L1 juntamente com seu colega, L2, conseguiram elaborar um plano coeso e equilibrado entre conceitos científicos e aspectos da NdC.

O licenciando L2 relatou, no diário de bordo, que as aulas sobre HFC foram muito importantes para sua formação e que são raras as oportunidades para se tratar dessa abordagem.

L2: “Sim, foi muito importante. Muito se fala sobre o uso de HC no ensino, mas na graduação são poucos os momentos que falam sobre o assunto.”

Ele relacionou a HFC com a Alfabetização Científica, e concluiu que essa abordagem propicia a compreensão dos conceitos científicos e dos processos de construção da ciência, impossibilitando a formação de visões distorcidas de ciência.

L2: “Acredito que o uso da HFC difere de ensino tradicional pois é possível mostrar através dessa abordagem o processo gradativo e lento da construção do conhecimento e de conceitos científicos, superando uma visão ingênua da ciência, coisa que não é possível no ensino tradicional. [...] Ela poderá auxiliar num melhor entendimento sobre o método científico e sobre a natureza da ciência.”

Chama a atenção ao uso da expressão “método científico”, que não foi enfatizada nas aulas, uma vez que tal expressão poderia reforçar a ideia da existência de um método de se fazer ciência, muitas vezes enfatizado em livros ou no ensino, relacionado a uma visão empirista da ciência (BYBEE, 2006; DOURADO; SIQUEIRA, 2002; HODSON, 1982). Apesar de o licenciando L2 valorizar a HFC, ele pontuou que percebe que alguns colegas de curso não pensam da mesma forma. Talvez ele próprio esteja querendo se convencer da importância da HFC no ensino.

L2: “Eu acho que a abordagem facilita um maior entendimento sobre o uso adequado de um episódio histórico, visto que infelizmente, muitos alunos de licenciatura (até os daqui do curso) acreditam que usar uma abordagem em HC é apenas uma alegoria, sendo dispensável.”

O licenciando L3 relatou, no diário de bordo, que as aulas de HFC proporcionaram uma nova visão sobre como os livros didáticos apresentam o contexto histórico e observou que as discussões contribuíram para que se tenha critérios para analisar os livros sob essa perspectiva. De forma semelhante, ele acredita que essa abordagem também pode proporcionar o desenvolvimento da criticidade dos alunos acerca dos processos de construção da ciência.

L3: “A HFC me tornou mais crítica quanto aos textos de história que são inseridos nos livros didáticos, além de fazer com que os meus alunos possam analisar melhor as situações e compreenderem que a Ciência não é feita apenas por descobertas realizadas ao acaso e por apenas uma pessoa genial. [...] o aluno percebe que os cientistas ou homens da Ciência não são ‘deuses’”.

O único aspecto que o licenciando relacionou com a HFC foi o desenvolvimento da criticidade e de uma visão sobre o cientista. Ele não associou essa abordagem à compreensão dos conceitos científicos e nem à Alfabetização Científica.

L3: “A abordagem da HFC poderá fazer com que os alunos possam compreender melhor como a Ciência foi e é de fato construída, mostrando que eles poderão também formar pensamentos científicos tão bons quanto os antigos cientistas. Além disso, os farão mais críticos na seleção de notícias por exemplo, quando nos telejornais ou na internet falarem sobre descobertas atribuídas a uma pessoa apenas [...]”

Novamente, há indícios da visão científicista realista ingênua, que pressupõe que “o conhecimento é reflexo do que as coisas realmente são” e racionalista excessivo, que compreende que “a ciência nos leva gradualmente à verdade” (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992, p. 561) quando o licenciando afirma que é possível “compreender melhor como a Ciência foi e é de fato construída”, acreditando que podemos compreender as evidências da construção da ciência a partir de um episódio histórico.

Mas como o próprio formador explicou em aula, na maioria das vezes, não temos acesso às fontes primárias, só encontramos fontes secundárias, que já trazem um recorte e uma análise do historiador da ciência sobre o episódio. Assim como é ingênuo pensar que há uma maneira “neutra” de se realizar um experimento, como na visão distorcida empírico-indutivista (GIL-PÉREZ et al., 2001), de maneira análoga, também é ingênuo acreditar que há uma neutralidade no desenvolvimento da ciência.

De forma semelhante ao licenciando L3, L4 relatou no diário de bordo que as aulas de HFC proporcionaram critérios para avaliar a maneira como os livros didáticos apresentam o contexto histórico e como isso prejudica os alunos.

L4: “[...] eu percebi que o uso da pseudo-história é recorrente no ensino por livros didáticos e em outros materiais, em que acaba por reforçar os estereótipos e os mitos acerca do cientista e da ciência, sendo tais atitudes prejudiciais ao ensino-aprendizagem dos alunos e também na valorização da ciência.”

Ele relacionou a HFC a uma compreensão que vai além dos conceitos científicos, pois considera outras dimensões.

L4: “Acredito que diferentemente do usual utilizado pela didática tradicional no ensino de ciências, o HFC busca ter uma faceta humanista, pois leva-se em consideração os aspectos culturais, sociais e políticos vividos pelos cientistas estudados, indo além do curso de fórmulas e memorização destas.”

Ele pontuou que a abordagem HFC pode contribuir para a AC dos alunos porque propicia a compreensão de aspectos da Natureza da Ciência, como a

compreensão de que a ciência é construída coletivamente, de maneira dinâmica e que sofre influências de outras dimensões.

L4: “Para compreender que a ciência não é linear, dogmática ou “mágica”. Auxilia também na percepção da importância dos fatores históricos e sociais de cada época para as “descobertas”.

Apesar de relatar estas ideias, no plano de aula, esses conceitos não foram abordados. O único conceito explícito no plano, que vai ao encontro das ideias apresentadas no diário, é desmistificar a visão dos alunos sobre o cientista: “Vídeo do YouTube com erros históricos, discussão do estereótipo do cientista e as descobertas.” Faltam indícios, no plano, que possam promover a compreensão de que a ciência é construída por meio de um processo não linear. Além disso, não foi considerado o texto de Martins (1990), e sim outro artigo, que traz a “descoberta” de um ponto de vista antagônico, inclusive, ao abordado em aula pelo formador.

Assim, a abordagem HFC possibilitou ao L1 relacionar a abordagem HFC com o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão dos processos de construção da ciência, que favorecem uma aproximação entre o aluno e a ciência, promovendo, assim, a Alfabetização Científica. O licenciando L2 também relacionou a abordagem HFC com a Alfabetização Científica, e entendeu que essa abordagem propicia a compreensão dos conceitos científicos e dos processos de construção da ciência, impossibilitando a formação de visões distorcidas de ciência. O licenciando L3 relacionou a HFC com o desenvolvimento da criticidade. E o licenciando L4 compreendeu que a HFC pode promover a compreensão dos conceitos científicos e de aspectos da Natureza da Ciência, mas seu plano de aula apresentou descobertas de forma isolada (pseudo-história).

Em relação à abordagem EI, os alunos relataram suas percepções da oficina sobre “Energia e Sustentabilidade” no GEPEQ – USP. Eles gostaram muito de participar da oficina e afirmaram que todas as aulas da UC Prática Pedagógica deveriam ser nesse formato. Os licenciandos L1 e L2 não compareceram à aula após a oficina. O formador compareceu apenas na segunda metade da aula.

No quadro 23, a seguir, apresenta-se um trecho da transcrição da gravação de áudio desse relato.

Quadro 23 - Transcrição de trecho do áudio do relato dos licenciandos sobre a oficina “Energia e Sustentabilidade” no GEPEQ – USP

Pesquisadora: O que vocês acharam da oficina no GEPEQ?

L4: Eu gostei, eu acho que todas as aulas deveriam ser desse jeito, práticas, é aquilo, né? De verdade, porque eu fico pensando, prática é prática! É laboratório, é mexer nas coisas, assim. Deu errado? Discutir o que deu errado. Mesmo para a gente discutir como professor, porque, se der errado? Como que a gente contorna a situação? Como você vai falar para o aluno? Então, é muito importante, sabe? Assim, eu sinto muita falta. Porque, para mim, prática devia ser isso. Discutir por que deu errado, e a gente fica aqui discutindo texto aqui. Eu não acho que me acrescenta muito.

L12: Eu acho que, no curso inteiro, foi a primeira vez a gente teve a perspectiva de professor, e não de aluno. Eu acho que foi diferente.

L4: Isso foi muito importante.

Pesquisadora: Então, lá foi possível pensar como professor? Como ensinar?

L4: E é mais prático, porque a gente tem a vivência, tem a... né?

L8: Eu gosto das práticas, eu gosto da gente discutir. Mas, assim, legal também, foi bem diferente. Foi uma perspectiva diferente.

[...]

Pesquisadora: É assim. Eu entendo o que vocês estão falando. Lá, foi experimentar a prática do experimento, da experimentação. Aqui, em sala de aula, é pensar na prática, mas pensar em outras estratégias de ensino, né?

L4: Mas se a gente não aplica isso, não tem fundamento. Eu não sei dar uma aula de CTSA. Entendeu? A gente teve toda a parte teórica, discussão, mas eu não sei muito sobre isso. Aí, se a gente tivesse um laboratório que fosse nesse formato, a gente teria uma visão diferente, entendeu?

Pesquisadora: É que o CTS, não necessariamente, precisa de um experimento.

L4: Sim, sim. É.

Pesquisadora: E vocês, estão fazendo estágio? Vocês têm possibilidade de ministrar aulas no estágio?

L4: Sim.

Pesquisadora: Aí, assim. O que você está vendo aqui, na teoria, você aplica lá, na prática, entendeu?

L8: A gente tenta, faz essa ligação.

L4: Até fez, assim, a ligação.

Parece que a vivência da oficina de Experimentação Investigativa foi muito marcante naquele momento de formação dos licenciandos. Eles relataram que gostariam que as aulas da UC considerassem mais atividades que proporcionassem a perspectiva de professor de Ciências. Entretanto o licenciando L8 apontou que as discussões dos textos da prática são interessantes. Vale ressaltar que L8 fez parte do grupo do Pibid de Química da universidade investigada em 2016.

Percebe-se, ainda, que os licenciandos L1 e L2 relataram, nos diários, a importância das discussões durante a UC. Possivelmente, eles compartilham da

mesma opinião de L8, já que participaram do Pibid na área de Biologia e, como dito, relataram no diário a importância das discussões em aula.

Em conversa com o formador, ele pontuou que a UC Prática Pedagógica deveria estar relacionada diretamente com a UC Estágio, assim, seria possível abordar teoria e prática em conjunto. A avaliação da compreensão dos licenciandos acerca dos conceitos de cada abordagem seria mais eficaz e proporcionaria uma maior reflexão para os licenciandos.

Dando continuidade à discussão sobre a oficina, a pesquisadora perguntou aos licenciandos se a oficina foi investigativa ou não. Os licenciandos responderam que sim, mas faltaram argumentos para explicar porque a oficina foi considerada investigativa. Então, a pesquisadora discutiu com os licenciandos alguns critérios para que o experimento seja considerado investigativo. Um trecho da transcrição do áudio sobre essa discussão é apresentado no quadro 24 a seguir.

Quadro 24 - Trecho da transcrição do áudio sobre a discussão sobre EI

Pesquisadora: Tinha um problema inicial? Porque a gente leu no artigo que para ser considerado investigativo, precisa ter um problema. Vocês lembram que tinha um problema?

L8: Era considerada a energia?

L4: Não...

Pesquisadora: O problema era: É possível produzir energia de maneira sustentável? Esse era o problema.

L8: Ah...

Pesquisadora: Não sei se ficou muito claro.

L12: Qual é o tema?

Pesquisadora: É possível produzir energia de maneira sustentável?

L12: Ah.

[...]

L12: Eu achei que não foi investigativo, porque todo mundo seguiu um protocolo, passo a passo. Eu não me sinto como estivesse investigando alguma coisa, de verdade. Eu considero investigativo muito mais, por exemplo, quando você tem aquela base teórica e técnica inicial antes de ir ao laboratório. Daí você vai para o laboratório, descubra o que você tem aqui e se vira. Use tudo que você aprendeu nesse semestre.

[...]

Pesquisadora: Então, essa questão de ser ou não investigativo. Existem níveis de investigação. Então, você dar o roteiro pronto ou não, é um nível diferente de investigação. Então, o seu nível [L12] é o máximo.

[...]

Pesquisadora: Então, por que a gente utiliza um experimento em sala de aula? O que a gente está querendo? Qual é o nosso objetivo pedagógico?

L4: Eu acho que é visualização e fixação, né?

L8: Ver na prática os conceitos que você está dando ou você vai dar, né?

Pesquisadora: Então será que...

L4: Ver na prática e que ela existe...

L12: Só com aulas teóricas o aluno não... O que acontece, mas ele não sabe muito bem o que acontece, mas e como você faz isso acontecer? Na aula prática, é a hora que ele consegue realmente enxergar. Ah, então é assim que a gente faz as coisas funcionarem.

Pesquisadora: Hum... Então, vamos para o texto de hoje.

Verifica-se que alguns licenciandos não perceberam que a Experimentação Investigativa pode proporcionar a compreensão de conceitos científicos, já que L12 afirmou que a base teórica deve ser ensinada antes do experimento, e L4 e L8 atribuíram a visualização dos conteúdos à prática. De acordo com a literatura sobre EI, essa visão sobre a experimentação é bastante recorrente, porém não possibilita aos alunos relacionarem teorias e conceitos científicos com a observação de fenômenos e evidências científicas (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Parece, portanto, persistir uma visão tradicional do papel do experimento no ensino, muito comum entre professores e, possivelmente entre os futuros professores (CARVALHO, 2014).

Ao final da 12ª aula, os licenciandos relataram suas ideias sobre a Experimentação Investigativa nos diários.

O licenciando L1 relatou que a oficina foi muito importante em sua formação e que momentos como esse deveriam ser mais frequentes.

L1: "A participação nas atividades de experimentação no GEPEQ-USP foi importante porque discutimos incansavelmente a importância da experimentação investigativa no ensino de Ciências, no entanto nunca são ofertadas oportunidades de visualizar a experimentação investigativa na prática."

Assim como L12, o licenciando L1 também achava que uma atividade experimental com roteiro não pode ser considerada investigativa.

L1: "Também foi importante para que pudéssemos ver que atividades investigativas podem ser realizadas utilizando um roteiro pré-estabelecido [sic], o que quebra com [sic] a ideia que um experimento para ser investigativo não pode utilizar um roteiro pré-estabelecido [sic]."

Os dados indicam que o licenciando L1 compreendeu que o papel da EI é propiciar a compreensão dos conceitos científicos, mas para proporcionar essas condições, o professor precisa planejar a atividade previamente. Além disso, o

licenciando relacionou essa abordagem ao desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos.

L1: “[...] uma atividade experimental precisa ser elaborada com os objetivos bem definidos pois não se pode esperar que o experimento prove teorias ou por si só ensine conteúdos. [...] Pode ser uma atividade para despertar o interesse dos alunos, pode ser importante para visualização de um fenômeno, para que o aluno exercite seu pensamento lógico dentre outros.”

O licenciando L1 compreendeu que a EI pode proporcionar a compreensão dos conceitos científicos e que a oficina proporcionou a reflexão possibilitando a reestruturação e reorganização de suas ideias sobre essa abordagem (CARMO, 2015).

L2: “Acredito que a experimentação é fundamental para o ensino de química, já que é através dela que o aluno pode utilizar os conceitos químicos para resolver uma situação problema e interligar os conteúdos procedimentais com os conceituais. [...] Na elaboração de uma atividade experimental, acredito ser importante deixar claro a questão problema e os objetivos da atividade. [...] Eu gostei muito. Eu consegui ver diversas atividades experimentais, investigativas e refletir sobre sua aplicabilidade mesmo diferentes contextos escolares. [...] ao realizar as atividades no GEPEQ eu quebrei aquele estigma que tinha sobre a atividade experimental ser difícil aplicação.”

O licenciando L3 relacionou a EI com a compreensão dos conceitos científicos, porém as ideias que podem indicar visões científicas permaneceram.

L3: “Creio que fazer com que o aluno consiga relacionar o experimento com os conceitos abordados em sala seja um aspecto muito importante. Mas além disso, se esse experimento conseguir demonstrar algo que acontece no cotidiano do aluno, isso fará com que os estudantes se situem mais nas aulas e consequentemente, o desempenho será melhor. [...] A experimentação auxilia para que o aluno consiga visualizar melhor os conceitos que abordamos na sala de aula. É muito importante e o aluno também se interessa mais pela aula, porque ele consegue visualizar aquilo que é explicado.”

Ele também relatou que as aulas propiciaram uma reflexão sobre sua prática, o que contribui para o desenvolvimento profissional do professor (NÓVOA, 1992; PEME-ARANEGA et al., 2009; VIEIRA; MARTINS, 2005).

L3: “Fez com que eu pensasse em como conseguir aliar os experimentos às aulas, e como isso é importante para o aluno em aliar conhecimentos à prática e para nós, professores, para que as nossas aulas possam ser o mais dinâmico sem perder a qualidade de ensino e exigências.”

O licenciando L4 relatou que a oficina foi muito importante para sua formação para compreender a EI.

L4: “[...] a pratica evidenciou para mim as possíveis estratégias para se aplicar uma atividade de caráter investigativo. [...] no GEPEQ pudemos reconhecer como uma experimentação investigativa pode ser realizada.”

Entretanto pareceu ter uma compreensão equivocada sobre a EI, em que o aluno se torna um “minicientista” (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004).

L4: “É essencial, pois serve para a visualização dos alunos. Também diversifica o ambiente da sala de aula, mostrando o aluno; a experimentação favorece outras habilidades, em que dá oportunidade ao aluno para “fazer ciência”. [...] Se a prática induz o conflito cognitivo no aluno, ou seja, se desafia os alunos e os motiva a pensar, porém sendo uma atividade não muito complexa e seja de fácil compreensão. Também devemos considerar a segurança do aluno, evitando acidentes que podem vir a ocorrer, entre outros.”

Parece que ele utilizou alguns termos ou palavras-chave, porém as relações que estabeleceu são confusas (AUSUBEL, 2000). Isso indica que suas concepções ainda estão em fase de formulação e que demanda mais tempo, do que apenas três aulas, para refletir acerca dos conceitos de EI.

Assim, ao final da 12ª aula, os licenciandos L1 a L4 compreenderam que a abordagem EI pode propiciar a compreensão dos conceitos científicos e que a oficina proporcionou a reflexão, possibilitando a reestruturação e reorganização de suas ideias sobre essa abordagem (CARMO, 2015). Muitos deles, como o licenciando L1, entendiam que, para ser considerado investigativo, o experimento não poderia ter um roteiro, e a oficina proporcionou uma nova compreensão acerca do caráter investigativo do experimento. Entretanto nenhum licenciando relacionou a EI com a Alfabetização Científica.

Portanto, a partir desses resultados, entende-se que a leitura dos textos, as discussões, as atividades práticas e o ensino dos conceitos relacionados à AC e seus fundamentos proporcionaram percepção, compreensão e reflexão e algumas reformulações nas concepções dos licenciandos, levando-os a se aproximarem das ideias de AC no nível multidimensional (BYBEE et al., 2004). Apenas L4 apresentou ideias que se aproximam do nível conceitual de AC. Os licenciandos L1 e L2 puderam compreender e refletir que a abordagem CTS propicia a compreensão de conceitos e

das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e de aspectos da NdC, promovendo a Alfabetização Científica dos alunos. Já o licenciando L3 pôde refletir sobre sua própria prática, mas as visões científicistas e distorcidas de ciências permaneceram em suas concepções. E o licenciando L4 parece compreender a abordagem CTS, porém em um nível mais baixo.

O estudo da abordagem HFC possibilitou ao licenciando L1 relacionar essa abordagem com o desenvolvimento do pensamento crítico, a compreensão dos processos de construção da ciência e a Alfabetização Científica. O licenciando L2 também relacionou a abordagem HFC com a Alfabetização Científica e concluiu que essa abordagem propicia a compreensão dos conceitos científicos e dos processos de construção da ciência, impossibilitando a formação de visões distorcidas de ciência. O licenciando L3 relacionou a HFC com o desenvolvimento da criticidade. E o licenciando L4 compreendeu que a HFC pode promover a compreensão dos conceitos científicos e de aspectos da Natureza da Ciência, entretanto apresentou concepções discrepantes no plano de aula.

Em relação à abordagem EI, os licenciandos L1 e L2 compreenderam que essa abordagem pode promover a compreensão dos conceitos científicos e puderam refletir sobre suas concepções acerca dessa abordagem. L3 relacionou a EI com a compreensão dos conceitos científicos e também a considerou importante para motivar, ilustrar e exemplificar. Porém as ideias que podem indicar visões científicistas (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) permaneceram. E o licenciando L4 apresentou concepções ainda em formulação. Nenhum licenciando relacionou essa abordagem com a Natureza da Ciência e nem com a Alfabetização Científica explicitamente. Os níveis de cada licenciando são apresentados na tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos dos licenciandos na fase 3 – Reflexão

Temas	Níveis de compreensão			
	L1	L2	L3	L4
AC	3	4	3	3
CTS	4	4	3	2
HFC	4	4	3	2
EI	3	3	2	2

Fonte: Elaboração nossa.

Verifica-se que as atividades propostas pelo formador puderam ser classificadas em fases: 1 - Percepção, 2 - Compreensão e 3 - Reflexão.

Na fase 1 - Percepção, os formador propôs a leitura de textos seguida de discussões em pequenos grupos para que os licenciandos a partir de suas ideias começassem a pensar sobre os conteúdos da aula. Essa estratégia é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa (MASINI, 2011).

Na fase 2 - Compreensão, as ações do formador e as atividades propostas foram as seguintes: discussão de texto com a turma toda; respostas a questionários, análise de ideias apresentadas, interações entre os licenciandos, e entre licenciandos e formador, avaliação das concepções dos licenciandos, promoção e aplicação das ideias dos licenciandos em atividades de análise e inovação com a atividade a vivência em oficina. Dessa forma, as aulas partiram dos conceitos mais amplos para os mais específicos. A linguagem utilizada propiciou a comunicação e interação entre os licenciandos e entre o formador e licenciandos, nas discussões dos textos (mesmo na 7ª aula em que os licenciandos tiveram dificuldades na leitura do texto de Martins (1990) sobre HFC, os licenciandos participaram da discussão do texto). Foram utilizados recursos facilitadores para a assimilação dos conceitos, como a inserção da análise de um plano CTS ao invés da elaboração de um plano. A ida até o GEPEQ-USP para a vivência em oficina de EI, por exemplo. Essas condições tiveram o potencial de propiciar a aprendizagem significativa dos licenciandos (MASINI, 2011).

E na fase 3 – Reflexão em que foram propostas discussões com reflexões, a sistematização de ideias, a elaboração de planos de aula e o diário de bordo uma organização de ideias, a interação entre professor-aprendiz. Nessas condições os licenciandos puderam reformular suas concepções, estabelecer novas relações e produzir novos significados (PEME-ARANEGA et al., 2009; VIEIRA; MARTINS, 2005). De acordo com Masini, para que haja a reflexão do aprendiz é necessário que ele domine os conceitos e os analise (2012).

Portanto, as atividades propostas e as ações do formador na Unidade Curricular Prática Pedagógica de Química II – 2016 estabeleceram condições que tiveram o potencial para a ocorrência da aprendizagem significativa (MASINI, 2011).

Assim, na tabela 4 a seguir, apresentam-se as ações do formador e as concepções dos licenciandos em cada fase da UC.

Tabela 4 - Níveis de AC e de compreensão dos licenciandos ao longo da UC PPEQ II – 2016

Licenciando	Percepção				Compreensão				Reflexão						
	Nível de AC	Nível do fundamento de AC			Ação do formador	Nível de AC	Nível do fundamento de AC			Ação do formador	Nível de AC	Nível do fundamento de AC			Ação do formador
		CTS	HFC	EI			CTS	HFC	EI	Discussão do texto com a turma toda. Questionários, análise de ideias apresentadas, interações entre os licenciandos, e entre licenciandos e formador. Avalia as concepções dos licenciandos Promove a aplicação das ideias dos licenciandos em atividades de análise. Inova com atividade a vivência em oficina.		CTS	HFC	EI	
L1	2	2	2	3	Leitura de textos. Discussão dos textos em pequenos grupos.	4	3	4	3	Discussões com reflexões. Sistematização de ideias. Elaboração de planos de aula. Diário de bordo	3	4	4	3	
L2	4	2	2	1		4	2	4	3		4	4	4	3	
L3	3	3	2	1		2	3	3	2		3	2	3	2	
L4	3	4	2	1		3	2	2	2		3	2	3	2	

Fonte: Elaboração nossa.

Analisando a proposta da UC e as concepções dos licenciandos verifica-se que as estratégias utilizadas pelo formador para o ensino da AC e de seus fundamentos foram potencialmente significativas. Os licenciandos puderam elaborar seus entendimentos baseados naquilo que já sabiam (MOREIRA, MASINI, 1982) e reformular suas concepções sobre a Alfabetização Científica e as abordagens CTS, HFC e EI.

O licenciando L1 que apresentou inicialmente um nível de compreensão baixo em AC, 2 – Conceitual, CTS e HFC na fase 1 – percepção. Porém após as aulas e as atividades, chegou na fase 3 – Reflexão com níveis de compreensão mais altos, indicando que a UC proporcionou estabelecer novas concepções sobre esses conteúdos. O licenciando L2 foi o que atingiu o nível 4 em AC, CTS e HFC. Somente em EI atingiu o nível 3. Os licenciandos 3 e 4 permaneceram no nível 3 de AC – conceitual e procedimental parecem ter avançado em suas concepções sobre HFC e EI. Entretanto o nível de compreensão sobre a abordagem CTS retrocedeu, de 3 para 2.

A seguir serão analisados os dados obtidos no último relato do diário de bordo que foi uma atividade de auto-avaliação para verificar quais foram as ideias que mais marcaram as concepções dos licenciandos e quais foram as impressões deles acerca da UC e como eles avaliam sua aprendizagem sobre a Alfabetização Científica e seus fundamentos. Logo após, serão analisados as visões do formador e dos licenciandos por meio do questionário COCs (APÊNDICE F) e em seguida o plano de aula elaborado como trabalho final.

6.1.4 Auto-avaliação

Para finalizar as atividades de reflexão no diário de bordo, os licenciandos foram convidados a responder a algumas questões (APÊNDICE E). Esse último relato teve o objetivo de proporcionar uma auto-avaliação e propiciar uma reflexão acerca de suas próprias concepções ao longo da UC para que aprofundem e reformulem suas próprias ideias em um processo de reflexão (PEME-ARANEGA et al., 2009; VIEIRA; MARTINS, 2005). Em seguida, o plano de aula final será analisado e comparado com as concepções expressas pelos licenciandos. Dessa forma, pretende-se verificar se as atividades do plano de aula levaram em consideração a Alfabetização Científica e seus fundamentos e se suas concepções transparecem nesse plano.

O licenciando L1 considerou a UC importante em sua formação pois pode ampliar suas concepções acerca de diferentes abordagens no ensino de ciências.

L1: “Gostei da UC como foi organizada porque forneceu aporte prático e teórico de forma balanceada. Sendo assim foi importante para ampliar minha visão sobre as abordagens do ensino de Ciências.”

Ele relatou que suas expectativas foram superadas, porque esperava estudar sobre a abordagem CTS, mas, além disso, estudou as abordagens HFC e EI. E que a UC proporcionou refletir sobre a abordagem HFC e compreender a importância da EI.

L1: “A minha principal expectativa era aprender mais sobre a abordagem CTS e ela foi atingida. Para além das expectativas iniciais tive a oportunidade de exercitar a produção de uma aula com abordagem histórica e perceber as dificuldades e potencial desta abordagem. Além disto ter contato com a experimentação investigativa (teoria e prática) desconstruiu a minha visão que este tipo de experimentação deve ser desprovida de roteiro e orientação, clarificando assim os princípios desta abordagem.”

Em relação à Alfabetização Científica, ele relatou que a UC proporcionou uma ampliação de suas concepções que inicialmente eram restritas à aprendizagem de conceitos científicos, de maneira contextualizada. Ao final da UC, ele relatou que suas concepções se ampliaram, e considera o desenvolvimento do senso crítico e autonomia.

L1: “Antes da UC minha visão de AC estava restrita a ensinar conteúdos das Ciências de forma contextualizada de modo a fazer os estudantes se interessarem pelo assunto. Depois da UC percebi que além destes aspectos eles devem construir um senso crítico sobre os conteúdos aprendidos e autonomia para construir novos conhecimentos.”

Ele relatou que a leitura dos textos e as atividades propostas na UC propiciaram o desenvolvimento do pensamento crítico e a reflexão sobre os conteúdos estudados.

L1: “[...] Durante as aulas foi exigido que pensasse sobre diversos aspectos da ciência e do ensino de Ciências e me posicionasse a respeito destes aspectos. Também fui impulsionada a realizar leituras para ampliar minha visão e realizar as atividades propostas. Todas estas atividades desenvolveram meu senso crítico sobre os temas estudados.”

Ele considerou que a UC proporcionou momentos de reflexão sobre sua prática pedagógica, dificuldades e possibilidades, mas tem consciência de que apenas a formação inicial não é suficiente para prepará-lo para ser professor.

L1: “A discussão dos planos de aula e sequências didáticas auxiliaram a perceber dificuldades da prática pedagógica que provavelmente não perceberia sozinha (ex. metodologia de leitura de textos). Sendo assim estas discussões me aproximaram mais do contexto sala de aula. [...] Por mais que o professor realize uma formação continuada é difícil por meio de leituras (sem discussão com demais professores) ter dimensão dos vários aspectos envolvidos nestas abordagens.”

Verifica-se que as ações e as atividades propostas pelo formador UC contribuíram para o licenciando L1 refletir, ampliar e reformular suas ideias acerca do ensino e aprendizagem de Ciências e da Alfabetização Científica e seus fundamentos. Ele compreendeu que a AC e seus fundamentos podem propiciar a compreensão dos conceitos científicos e que a ciência está inserida em um contexto e, portanto, sofre e exerce influência nas dimensões sociais, ambientais e tecnológicas, o entendimento dos processos de investigação científica e de aspectos da Natureza da Ciência. Espera-se que essas mudanças se reflitam no plano de aula final.

O licenciando L2 relatou em seu diário que a UC contribuiu para a compreensão das abordagens estudadas e proporcionou uma melhor compreensão sobre a EI.

L2: “Eu gostei bastante da UC. Ela tem uma estrutura que difere das práticas de Biologia, assim, eu conheci outras abordagens (CTS), [...] e mudei de concepção com a atividade investigativa.

Eu tinha como expectativa conhecer diferentes abordagens no ensino de Química, e foi o que aconteceu. Todas as atividades realizadas contribuíram para um maior entendimento sobre as abordagens.”

Ele relatou que suas concepções sobre a AC também foram reformuladas

L2: “Antes eu via a AC como relacionar os conteúdos e conceitos das ciências no cotidiano, porém agora vejo que a AC vai muito além. É necessário que se estabeleça meios para o aluno compreender, além dos fenômenos no cotidiano, como o conceito foi construído e como a ciência interage com outros aspectos da sociedade.

Ao sistematizar essas informações, o aluno estará sendo alfabetizado cientificamente.”

Ele também apontou como a UC contribui para a sua formação docente.

L2: “[...] nas aulas discutimos e realizamos atividades que propiciaram uma maior compreensão da natureza da ciência, do método científico e de suas relações com o ensino. [A UC] me deu subsídios para me preparar e planejar minhas aulas, alinhando os objetivos com a abordagem mais adequada.”

Em suas considerações finais, ele relatou sua percepção da UC em relação ao curso de Licenciatura em Ciências.

L2: “Acredito que, infelizmente, somos pouco alfabetizados cientificamente, mesmo no contexto universitário. As discussões realizadas na UC são raras, e para mim, minha formação foi privilegiada, visto que me levou a compreender a necessidade de ter a AC como objetivo principal de minha prática pedagógica.”

Verifica-se que o licenciando L2 ampliou suas ideias sobre AC. Ele pode refletir que inicialmente sua visão era restrita e que após as aulas da UC ele considerou o conhecimento sobre a construção da ciência e relacionou a ciência com outras dimensões, como a social aproximando-se do nível mais alto de AC, multidimensional. Percebeu a importância da abordagem CTS e afirmou que suas ideias prévias estavam equivocadas e que as aulas o ajudaram a ter uma melhor compreensão acerca dessa abordagem. Valorizou a abordagem da HFC no ensino de Ciências apesar da dificuldade da leitura do texto introdutório. Considera que a abordagem EI tem um papel motivacional nas aulas de experimentação.

O licenciando L3 relatou que a UC proporcionou uma reflexão sobre suas ideias e que ele percebeu que houve uma mudança em suas concepções.

L3: “A UC foi muito importante para mim [...]. Me fez refletir muito inclusive sobre a área de pesquisa, que é a HFC. Pude compreender melhor como as aulas são desenvolvidas e como posso aliar esses conhecimentos com a atualidade. Foi muito proveitoso. A cada aula e a cada reflexão feita, tanto em sala quanto nas atividades e no diário de bordo, pude perceber que as minhas visões mudavam à medida que aprofundava sobre o assunto, seja de AC, CTSA ou HFC. Meu senso crítico foi sendo lapidado ainda mais. [...] Comecei a analisar a utilização da abordagem investigativa nas aulas e como o CTSA pode influenciar nas concepções de ciência do aluno. Antes não levava muito em consideração, principalmente a parte tecnológica, mas hoje vejo o quanto é importante que todas as abordagens estejam unidas para que o aluno possa aumentar e melhorar sua criticidade.”

Ele pode perceber também que seu entendimento sobre a AC foi ampliando.

L3: “Antes eu achava que alfabetização científica era apenas que o aluno saísse formado na área científica e conseguisse responder bem as questões dos vestibulares. Hoje, depois da UC, pude perceber que vai muito além disso. É conseguir relacionar o cotidiano com a ciência, saber argumentar e se posicionar quanto aos assuntos científicos da atualidade. É saber discernir o que é certo e errado quanto a ética e a bioética, à sustentabilidade e diversos aspectos.”

Ele parece ter compreendido o papel do professor no processo de ensino-aprendizagem em uma perspectiva construtivista.

L3: “Sim. Me ajudou em refletir (sic) como aliar os conceitos científicos com o cotidiano, fazendo com que os alunos possam desenvolver o próprio conhecimento com o intermédio do professor. Me mostrou que o aluno precisa de autonomia para compreender e debater, argumentar sobre os assuntos e questionamentos do professor e do próprio aluno.”

Ele pontuou que as abordagens estudadas na UC podem contribuir para melhorar a educação, no caso, o ensino de Ciências. Ele parece compreender que a tecnologia está a serviço da sociedade.

L3: “Foi muito importante essa UC para mim como professora. Quero poder fazer ciência e fazer com que meus alunos também façam e saibam ciência. É importante que as abordagens continuem sendo difundidas nos cursos de licenciatura, porque só assim poderemos mudar a educação que temos no país. A cada dia que passa tenho mais certeza de que eu desejo para minha vida profissional e creio que assim terei uma contribuição maior para a sociedade, para os meus alunos. Fazer crescer a sociedade, muito mais que tecnologicamente, mas socialmente, será o melhor para que as pessoas possam pensar mais no todo que individualmente.”

Assim, por meio do último relato no diário, o licenciando L3 concluiu que AC no ensino de ciências ocorre quando o professor relaciona os conceitos com o cotidiano

do aluno e promove a argumentação e a criticidade. Valorizou as abordagens CTS e EI no ensino de ciências. Não mencionou nenhum aspecto da NdC.

O licenciando L4, apesar de valorizar a EI, mostrou-se insatisfeito com a UC porque esperava ter mais oportunidade de desenvolver propostas didáticas e ministrá-las em aula. Mas parece que ele gostaria de uma “receita” para seguir e tratar dos conceitos mais abstratos de Química.

L4: “Minhas expectativas foram conhecer possíveis metodologias e abordagens para se utilizar em sala de aula. Acredito que em sua maioria sim, levando em conta do que escrevi no início do diário. Conheci novas abordagens. Para mim, continua sendo a falta de desenvolvimento de práticas experimentais, pois afinal seremos professores de química.

Apesar de ser organizada de forma que contemplemos a maioria das abordagens de ensino, tenho para mim que as UCs de prática em geral se restringem a esses tópicos, somente, tornando-se repetitivo e até redundante. Creio que deveria ter mais práticas nesta UC, tanto em laboratório ou em sala, pois assim aprenderíamos como aplicar tais práticas para os alunos, ou até mesmo, como desenvolver novas práticas e/ou adaptá-las de acordo com a realidade do aluno e da escola. Para a minha formação, foi importante reconhecer como uma atividade investigativa pode ser desenvolvida.

[...] sei as definições das abordagens e têm significado para mim, porém não compreendi quais seriam suas dificuldades, uma vez que não vivenciei realmente as aulas que evidenciassem tais abordagens.

A UC poderia abordar também as possíveis metodologias para ensinar os conteúdos complexos de química para alunos com dificuldade, como por exemplo: uma atividade lúdica sobre os orbitais eletrônicos, entre outros. Apesar de não contemplar esses tópicos, as abordagens tratadas são bem explicadas nesta UC, pois foram evidenciadas suas diferenças. Acredito que poderia ter exemplos visuais dessas abordagens, para que possamos utilizá-las corretamente no futuro.”

Ele relatou que não conhecia o conceito de Alfabetização Científica somente as abordagens estudadas. Mais uma vez, ele valorizou a EI.

L4: “Eu não conhecia a concepção de AC antes, apenas conhecia as abordagens CTS, HFC e NDC. Então depois dessa UC conheci o significado de AC e expandi meu conhecimento sobre experimentação investigativa.

[A UC] ajudou a pensar como professor (sem a necessidade da especificidade de ser química) em alguns aspectos, pois pensei em como contemplar o aluno com as abordagens. Porém, pensando na química, tenho que a experimentação investigativa abrange mais.”

Em seu relato praticamente não há indícios de apropriação dos conceitos abordados na UC. Parece que a hipótese de que ele utilizou alguns termos ou palavras-chave nas atividades apenas para realizá-las (AUSUBEL, 2000) é pertinente, já que em seu relato não há indícios de que suas concepções foram reformuladas a ponto de estabelecer novas conexões e produzir novos sentidos às abordagens.

6.2 Análise sobre as visões de Ciência – Questionário COCs

O questionário “*Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS)*”⁶² (APÊNDICE F), elaborado por Acevedo-Díaz e Romero (2002) foi traduzido para o português pela pesquisadora, para essa investigação. O objetivo de utilizá-lo foi de aprofundar a análise das concepções dos licenciandos sobre a Natureza da Ciência.

O questionário é constituído por 20 afirmações e o respondente deve assinalar a sua concordância ou discordância, de 1 até 6, utilizando escala apresentada a seguir.

TOTALMENTE de acordo	BASTANTE de acordo	ALGO de acordo	ALGO em desacordo	BASTANTE em desacordo	TOTALMENTE em desacordo
1	2	3	4	5	6

Os autores do questionário COCS elaboraram seis categorias para agrupar as afirmações. Essas categorias foram discutidas e a classificação de cada afirmação nas categorias apresentadas pelos autores foram refeitas e validadas pelos integrantes do grupo GEPEQ-USP. Após a validação, as afirmações foram divididas em seis categorias, apresentadas na tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Categorização das afirmações do questionário COCS

Categoria		Afirmações
A	A ciência como meio principal para a resolução de problemas sociais.	1; 2; 16
B	Controle sócio-político da investigação científica e tecnológica.	3; 10; 13; 15
C	Crenças epistemológicas sobre a natureza do conhecimento científico.	4; 5; 17; 20
D	Estereótipos sexistas na ciência e tecnologia.	6; 8; 12
E	A objetividade como qualidade essencial dos cientistas.	7; 11; 18; 19
F	Neutralidade ideológica da ciência e da tecnologia.	9; 14

Fonte: ACEVEDO-DÍAZ; ROMERO, 2002, adaptação nossa.

Serão analisadas as respostas das categorias A, C e F dos licenciandos L1, L3 e L4. O licenciando L2 não respondeu ao questionário. Essas três categorias foram selecionadas porque são as que apresentam afirmações cujos conteúdos foram abordados na UC, e que estão relacionados à NdC.

As respostas dos licenciandos L1, L3 e L4, na categoria A, são apresentadas na tabela 6 a seguir.

⁶² ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo18.htm#1a>>. Acesso em: 31 março 2016.

Tabela 6 – Respostas dos licenciandos na categoria A

Categoria A - A ciência como meio principal para a resolução de problemas sociais.		Acordo /Desacordo		
Afirmações		L1	L3	L4
1	Todas as pessoas deveriam adquirir uma sólida formação em ciências, porque os maiores problemas desse século e do futuro requerem ou requererão decisões pessoais ou públicas que tem origem no conhecimento científico.	2	2	2
2	Os cientistas têm a obrigação de informar ao público sobre os seus resultados usando uma linguagem apropriada para os cidadãos entendê-los.	1	2	3
16	Embora muitos dos problemas que a humanidade enfrenta estão relacionados com a ciência e a tecnologia, porém suas soluções não são possíveis principalmente com base em critérios cientistas e tecnológicos.	1	5	1

Fonte: Elaboração nossa.

Os dados indicam que os licenciando L1, L3 e L4 têm uma visão adequada sobre o papel da ciência na resolução de problemas (questões 1, 2 e 16), pois entendem que (1) as pessoas devem ter conhecimento sobre ciência para poder influenciar na sociedade, (2) concordam que os cientistas deveriam comunicar seus resultados à sociedade e que (16) as soluções dos problemas não dependem exclusivamente dos conhecimentos dos cientistas.

Somente o licenciando L3, na afirmação 16 apresentou discordância. Nas observações ele escreveu o seguinte.

L3: “Quem na verdade precisa adequar a linguagem? Será que os cidadãos não precisam de uma melhor educação?”
--

Parece que L3 valoriza o conhecimento sobre a linguagem da ciência.

As respostas dos licenciandos L1, L3 e L4, na categoria C, são apresentadas na tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Respostas dos licenciandos na categoria C

Categoria C - Crenças epistemológicas sobre a natureza do conhecimento científico.		Acordo /Desacordo		
Afirmações		L1	L3	L4
4	Os modelos teóricos elaborados pelos cientistas, como por exemplo, os modelos atômicos e o do DNA, pretendem descrevê-los o mais próximo da realidade.	2	3	4
5	Os melhores cientistas são os que seguem as etapas do método científico em suas investigações o mais estritamente possível.	5	6	6
17	As relações sociais de cientistas não afetam seu trabalho profissional e o conteúdo do conhecimento científico de seus resultados.	5	5	6
20	Quando as investigações científicas são corretas, o conhecimento construído por meio delas praticamente não é alterado no futuro.	5	6	2

Fonte: Elaboração nossa.

Têm uma visão adequada sobre a neutralidade e natureza do conhecimento científico, pois, os três percebem que a ciência não trata de descobrir a realidade, que é provisória, que não existe um único método de fazer ciência e que há influências sociais no desenvolvimento da ciência.

A única exceção nesse última categoria é a ideia do licenciando L4, que acredita que alguns conhecimentos podem ser imutáveis.

As respostas dos licenciandos L1, L3 e L4, na categoria F, são apresentadas na tabela 8 a seguir.

Tabela 8 – Respostas dos licenciandos na categoria F

Categoria F - Neutralidade ideológica da ciência e da tecnologia.		Acordo /Desacordo		
Afirmações		L1	L3	L4
9	A maior parte dos cientistas se preocupam atualmente com os efeitos úteis e/ou nocivos provenientes de suas descobertas.	4	2	1
14	Os cientistas não podem ser responsáveis por quaisquer danos que possam resultar de suas descobertas, desde então, a ciência dificilmente poderia progredir. Os usuários são responsáveis por quaisquer danos resultantes de mau uso da ciência.	4	4	6

Fonte: Elaboração nossa.

Na categoria F, as opiniões divergiram quanto aos cientistas se preocuparem com os efeitos de suas descobertas (L1 em desacordo, alunos e L4 de acordo). Talvez os licenciandos L3 e L4 julgaram essa afirmação pela maneira que deveria ser enquanto L1 julgou pela maneira que acontece na prática. Ele apresentaram uma

visão adequada quanto à responsabilidade social do cientista (14), pois estão em desarco com a afirmação que os cientistas não podem ser responsabilizados por possíveis danos.

Assim, tendo em vista as respostas a essas três categorias, observa-se os três licenciandos mostram uma certa compreensão sobre a Natureza da Ciência, e aspectos sociais relativos a atividade científica.

6.3 Fase 4 - Plano de aula

O trabalho final da UC Prática de Ensino de Química II – 2016 foi elaborar um plano de aula na perspectiva da Alfabetização Científica e com uma das abordagens estudadas.

Cada licenciando escolheu uma abordagem, que seria obrigatória em seu plano, mas ele poderia incluir outras também.

A escolha das abordagens foi a seguinte.

- L1: abordagem CTS;
- L2: abordagem HFC;
- L3: abordagem HFC;
- L4: abordagem CTS.

Apresenta-se, a seguir, a análise dos planos de aula elaborados pelos licenciandos L1, L2, L3 e L4. As concepções que emergiram a partir desses planos serão categorizadas a partir dos níveis de AC (BYBEE, 2004) e dos níveis de compreensão (elaboração nossa).

Em seguida, serão comparados os níveis categorizados em cada fase, fase 1 – Percepção, fase 2 - Compreensão e fase 3 – Reflexão, com os manifestados nos planos de aula de modo a verificar se os licenciandos se apropriaram da AC e de seus fundamentos quando refletem sobre sua futura prática pedagógica. Esses dados poderão indicar se há uma aproximação ou um distanciamento nas concepções dos licenciandos sobre a AC e seus fundamentos ao longo da UC e na elaboração do plano. E também se houve avanços ou retrocessos na compreensão dos licenciandos (CARMO, 2015).

6.3.1 Análise do plano de aula do licenciando L1

O licenciando L1 escolheu a abordagem CTS e apresentou um plano com 12 aulas, de 50 minutos cada, intitulado “A alimentação e sua relação com a promoção da saúde”. Esse tema foi escolhido pelo L1 porque foi o tema de seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), em que desenvolveu o aplicativo “Os macronutrientes e o sódio”. Em 2017, o licenciando L1 deu continuidade ao tema em seu projeto de mestrado.

No plano elaborado para a UC, foram apresentados o contexto educacional, o público alvo, a proposta pedagógica, os objetivos e uma breve descrição das aulas, em um quadro sintético, apresentado a seguir.

Quadro 25 – Quadro sintético do plano de aula de L1

Aulas	Atividades	Tempo
1 – Alimentação tem relação com saúde?	Discussão da notícia “Qual é o segredo dos Hunza, o povo que não envelhece e vive uma média de 120 anos?” ⁶³	50 min
	Análise conhecimento prévio sobre a constituição dos alimentos de origem vegetal e animal.	
2 e 3 – Do que são feitos os alimentos?	Aula prática: experimento para identificação de carboidratos, lipídios e proteínas presente nos alimentos.	100 min
	Discussão sobre a aula prática	
4 – Química orgânica na alimentação.	Funções orgânicas (usando como exemplos os macronutrientes).	50 min
5 e 6 – O que eu estou comendo e porque estou comendo?	Investigação dos próprios padrões alimentares com uso do aplicativo “Os macronutrientes e o sódio”.	100 min
	Elaboração de métodos de pesquisa para coleta de dados sobre os padrões alimentares e saúde dos educandos e de seus familiares.	
7 – Existe relação entre a composição química dos alimentos e sua função no organismo?	Composição x função	50 min
	Influência dos aspectos econômicos, culturais e ambientais no estabelecimento dos padrões alimentares.	
8 – Polímeros e a alimentação.	Aula teórica: Polímeros	50 min

Continua

⁶³ QUAL é o segredo dos Hunza, o povo que não envelhece e vive uma média de 120 anos? **The history CHANNEL**. Disponível em: <<https://seuhistory.com/noticias/qual-e-o-segredo-dos-hunza-o-povo-que-nao-envelhece-e-vive-uma-media-de-120-anos>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

Conclusão

9 – Técnicas de conservação de alimentos: Benefícios e malefícios.	Antioxidantes e o seu papel na conservação dos alimentos.	50 min
	Discussão dos benefícios e malefícios dos alimentos industrializados.	
10 e 11 – Alimentação como promotora de saúde.	Organização dos dados da pesquisa sobre alimentação e saúde familiar.	100 min
	Elaboração de gráficos de consumo de macronutrientes e doenças associadas a má alimentação.	
	Início da Elaboração de cartazes sobre os principais alimentos consumidos pela comunidade escolar (pais e educandos), seus constituintes e sua relação com a promoção da saúde.	
12 – Panorama da nossa alimentação.	Apresentação dos cartazes em aula e fixação dos cartazes pela escola.	50 min
Total		600 min

Fonte: Elaboração do licenciando L1.

Na descrição do plano, para cada aula, foram apresentados o tempo estimado, o tema, o conteúdo da aula, justificativa, objetivos, metodologia, recursos didáticos, desenvolvimento da aula, avaliação e referências.

Os conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente foram identificados pela pesquisadora e apresentados no quadro 26 a seguir.

Quadro 26 – Conteúdos C, T, S e A no plano de aula de L1.

Dimensão	Conteúdos
Ciência	Funções orgânicas, componentes nutricionais dos alimentos, polímeros, macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas).
Tecnologia	Conservação de alimentos, alimentos industrializados.
Sociedade	Fatores culturais, sociais e econômicos na composição dos padrões alimentares., alimentação e saúde familiar.
Ambiente	Nenhum conteúdo explícito.

Fonte: Elaboração nossa.

Verifica-se no plano que, na 1ª aula, há uma preocupação em considerar o conhecimento prévio dos alunos. Assim, o tema da alimentação foi introduzido a partir da leitura de uma reportagem, seguida de uma discussão guiada pelo professor.

Desenvolvimento da aula: Professor inicia a aula discutindo a história compartilhada no Facebook sobre os Hunzas. [...] O professor deve guiar a discussão de maneira que consiga perceber o conhecimento prévio dos educandos sobre os tipos de alimentos (origem vegetal ou animal), constituintes dos alimentos. [...] Ao final da aula os educandos deverão escrever quais fatores que, segundo o texto, estão relacionados a [sic] longevidade do povo Hunza.

Parece que o licenciando L1 percebeu que a estratégia de iniciar uma sequência de aulas a partir da leitura contribui para os alunos terem repertório para a discussão. Durante a UC, ele elogiou essa estratégia utilizada pelo formador, então, incluiu em seu plano.

Após a discussão, ele propôs uma atividade de análise e interpretação do texto, para identificação dos fatores que estão relacionados à longevidade do povo Hunza.

Nas 2ª e 3ª aulas, o licenciando L1 procurou estabelecer uma relação entre os hábitos alimentares dos alunos e os macronutrientes que constituem os alimentos. Para isso, ele propôs uma atividade experimental cujo o objetivo foi verificar a presença de macronutrientes em diferentes alimentos. Ele elaborou um roteiro com materiais e procedimentos, mas não havia uma questão-problema.

Dessa maneira, pode-se inferir que o objetivo do experimento foi apenas identificar e comprovar a constituição dos alimentos. No caso, o experimento permitiu identificar proteínas e carboidratos. Esses dados podem indicar que o licenciando L1 compreendeu a abordagem EI de maneira equivocada. Ele relatou, no diário de bordo, que entendia que, para o experimento ser considerado investigativo, não poderia haver um roteiro, mas que, após a oficina no GEPEQ- USP, ele percebeu que não. O fato de ter ou não roteiro, não é suficiente para caracterizar um experimento investigativo. De acordo com Masini (2011) “Lacunas, no domínio de conceitos e ideias relevantes, requerem que se destrinche os significados de cada conceito envolvido para depois compreender a proposição como um todo.” Talvez se houvesse mais tempo para a discussão acerca da EI, seria possível evitar essa lacuna propiciando uma melhor compreensão de L1 sobre essa abordagem.

Na 4ª aula, o licenciando L1 elencou os seguintes conteúdos de Química Orgânica: “classificação de carbonos; cadeias presentes nos diferentes grupos de alimentos”. Ele definiu a metodologia da aula como “aula teórica”, e os recursos didáticos foram “lousa, giz e se disponível, projetor de imagens.” E os objetivos estabelecidos foram: “recordar as propriedades gerais do carbono; compreender o

objeto de estudo da química orgânica; distinguir e diferenciar funções orgânicas; reconhecer as funções orgânicas presentes nos diferentes grupos de alimentos.”

Verifica-se que o licenciando L1 não estabeleceu uma relação direta entre o contexto e os conceitos de Química. Talvez ele tenha tido dificuldade de fazer essa relação porque é da área de Biologia. As 5ª e 6ª aulas, ele elencou os seguintes conteúdos: “constituição química dos alimentos; padrões de consumo de macronutrientes; metodologias de diagnóstico de consumo de macronutrientes.”

Pela apresentação dos conteúdos, parece que o licenciando L1 estabelecerá uma relação entre conteúdos de Química e o comportamento do consumo de nutrientes. Entretanto ao descrever o desenvolvimento da aula, não há indícios dessa relação. Além disso, ele insere o “sódio”, que não havia sido abordado anteriormente.

Desenvolvimento da aula: *Inicia-se a aula com o uso do aplicativo “Os macronutrientes e o sódio” (Anexo 3) ⁶⁴ onde serão discutidos os padrões alimentares e sua relação com a disponibilidade regional e a cultura local. Transversalmente a discussão sobre a composição dos diferentes alimentos (origem vegetal e animal) acontecerá. Finda esta parte inicial de levantamento dos próprios padrões alimentares o professor deverá levar os educandos ao questionamento de como pesquisas científicas sobre padrões alimentares são realizadas em um país com dimensão do Brasil. [...]*

Parece que o licenciando L1 voltou ao contexto do plano, mas sem estabelecer relações com os conteúdos de Química abordados na aula anterior. Esse tipo de equívoco foi identificado durante a UC, na aula em que os licenciandos analisaram os planos de aula CTS. Na análise dos planos, os licenciandos apontaram essa dificuldade: “conseguir contemplar as quatro dimensões da abordagem: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e relacioná-las de maneira equilibrada.” De acordo com o modelo CTS de Aikenhead (1994) o ensino deve partir de situações-problemas sobre questões sociais que tenham relação com a ciência e a tecnologia. Em seguida, são abordados os conceitos científicos relacionados ao problema e, por fim, retoma-se o contexto social inicial.

Ainda nas 5ª e 6ª aulas, L1 propôs que os alunos conduzissem uma investigação sobre os padrões alimentares e de saúde da família deles. Para isso, os alunos deveriam elaborar “uma maneira (método)” para essa investigação. O

⁶⁴ O Anexo 3 apresenta imagens do software “Os macronutrientes e o sódio” desenvolvido pelo licenciando L1.

licenciando não aponta mais detalhes sobre essa atividade, mas parece que ele está promovendo uma atividade investigativa.

Na 7ª aula (“Existe relação entre a composição química dos alimentos e sua função no organismo?”), o licenciando L1 tentou fazer a relação entre o contexto e os conceitos de Química.

Os conteúdos elencados foram: “constituição química dos alimentos; função dos macronutrientes no organismo; aspectos sociais da alimentação.” A descrição do desenvolvimento da aula foi a seguinte.

Desenvolvimento da aula: O professor deverá iniciar a aula questionando aos educandos a necessidade da alimentação, espera-se que eles conheçam a função energética e estrutural (discutidas no mesmo bimestre em Biologia). A partir desta discussão pretende-se discutir quais propriedades químicas dos macronutrientes são responsáveis por estas funções. Neste momento a discussão sobre a alimentação dos Hunzas pode ser retomada. Transversalmente durante toda a aula faz-se a discussão da disponibilidade de alimentos e a função social da alimentação.

Há indícios de uma tentativa de se estabelecer uma relação entre a constituição química dos macronutrientes (“função energética e estrutural”) e o contexto “hábitos alimentares dos Hunzas”, mas faltam dados para compreender como essa relação será estabelecida.

Na 8ª aula, de forma semelhante à 4ª aula, ele abordou os conceitos químicos sobre polímeros. Os conteúdos elencados foram: “conceito de polímeros; conceito de monômeros; principais características dos polímeros; polímeros na alimentação.” A metodologia escolhida foi: “aula expositiva” e os recursos didáticos foram “projektor de imagens ou lousa e giz”.

Desenvolvimento da aula: O professor deve iniciar a aula fazendo o levantamento das concepções prévias sobre polímeros que os estudantes possuem. Em seguida deverá utilizar exemplos de alimentos já estudados pelos educandos (Ex. Amido) para construir a conceptualização de polímeros. Em seguida poderá discutir o conceito de monômeros utilizando estes mesmos exemplos. Para finalizar a aula poderá utilizar a estrutura química de diversos alimentos e pedir para que os estudantes identifiquem quais são polímeros e de que monômeros são formados.

Na descrição do desenvolvimento da 8ª aula, não há nenhum indício de uma relação direta entre os conceitos químicos e o contexto do plano.

Na 9ª aula cujo tema é “conservação de alimentos”, na descrição do desenvolvimento da aula, parece haver uma integração explícita entre os conceitos de Química e o contexto na aula, porém não com o plano todo.

Desenvolvimento da aula: O professor inicia fazendo o levantamento das concepções que os educandos tem [sic] sobre conservantes. Em seguida inicia uma prática de identificação dos conservantes mais utilizados nas embalagens de alimentos. Com estes dados em mãos o professor poderá discutir a importância dos conservantes (em especial os antioxidantes), sua composição química relacionando a suas funções. Paralelamente pode discutir o histórico do uso de conservantes alimentares e sua relação com a revolução industrial e globalização.

Essa aula possibilita que o professor estabeleça uma relação entre os conceitos químicos, sociais e tecnológicos, explorando, por exemplo, os ácidos orgânicos que são comumente usados como conservantes (ácido cítrico, acético, láctico e outros) relacionando a mudança de hábitos alimentares, o desenvolvimento tecnológico da indústria alimentícia e as transformações ocorridas socialmente, na zona urbana, em que as pessoas não têm mais tempo de preparar e fazer suas refeições em casa. Esse tema possibilita tratar conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade. Parece que ele encontrou um caminho para estabelecer relações e equilibrar os conteúdos de cada dimensão.

Nas 10ª e 11ª aulas, os alunos deveriam organizar e apresentar os dados da pesquisa sobre hábitos alimentares e de saúde de sua família. A descrição dos objetivos dessas aulas indica que o propósito delas é promover uma investigação científica conduzida pelos alunos e abordar alguns aspectos da Natureza da Ciência.

Os objetivos propostos por L1 foram os seguintes:

“Aprender a organizar dados de pesquisa; investigar criticamente dados e seus significados; compilar informações; desenvolver habilidades matemáticas; compreender como dados de pesquisas científicas são analisados; reconhecer padrões alimentares [dos] familiares”.

Essas aulas aconteceriam em laboratório de computação para a organização dos dados e a construção de gráficos. Essas aulas indicam que o licenciando L1 considerou aspectos da NdC em seu plano.

Na última aula (12 – “Panorama da nossa alimentação”), os alunos deveriam apresentar os resultados de sua pesquisa. Os objetivos estabelecidos para essa aula foram os seguintes: “reconhecer os padrões locais de alimentação e saúde; compreender a relação entre alimentação e promoção de saúde; desenvolver habilidade de comunicação oral”. O desenvolvimento da aula não considerou os conceitos de Química e não houve uma relação com o problema inicial proposto por L1, foram considerados, apenas, os dados da pesquisa.

Desenvolvimento da aula: Os educandos irão apresentar para os seus colegas os dados obtidos nas suas pesquisas e por fim os cartazes serão espalhados pela escola para divulgar os resultados da pesquisa elaborada.

Em linhas gerais, a análise do plano apontou que o desenvolvimento das aulas transitou em dois extremos, algumas privilegiaram o contexto e outras os conteúdos científicos. Apenas na 9ª aula, parece que o licenciando L1 conseguiu estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade de maneira mais evidente.

De acordo com Silva e Marcondes (2010), para realizar um ensino contextualizado, é necessário promover discussões entre professores, a fim de problematizar e sistematizar os conhecimentos teóricos acerca do ensino contextualizado. Se houvesse mais tempo para discussão e reflexão sobre a proposta elaborada pelo L1, acredita-se que ele poderia repensar as estratégias utilizadas, e o formador teria a oportunidade de verificar as lacunas sobre a compreensão da abordagem EI que ficaram evidentes.

Há indícios de que L1 compreendeu que a abordagem CTS pode proporcionar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e também para o entendimento de aspectos da Natureza da Ciência (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016). Mas faltam indícios para afirmar que ele compreendeu que a contextualização pode contribuir para a compreensão dos conceitos científicos.

Assim, o licenciando apresentou ideias que se aproximam do nível 3 de AC - Conceitual e procedimental (BYBEE, 2004). A compreensão da abordagem CTS se aproximou do nível 3 - Percebe e compreende a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências. Porém prioriza uma das dimensões (ciência, tecnologia, sociedade ou ambiente), valorizando o ensino de conceitos científicos ou apenas o tema. Pode apresentar problematização, que nem sempre possibilita aos alunos compreenderem conceitos e refletirem sobre o tema. Há alguma compreensão de aspectos da NdC. Sobre a abordagem EI, pode-se classificar sua compreensão no nível 2 - Percebe a importância da abordagem EI no ensino de Ciências, no entanto apenas para motivar, ilustrar, exemplificar ou confirmar uma teoria já estudada. Não há problematização. Há pouca ou equivocada compreensão de aspectos da NdC. Ele não considerou a abordagem HFC em seu plano, então não é possível avaliar suas concepções sobre essa abordagem nessa fase.

Portanto, pela análise dos resultados, os níveis de AC e os níveis de

compreensão dos fundamentos do licenciando L1, ao longo da UC, são apresentados na figura 7 a seguir.

Figura 7 - Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos do licenciando L1 ao longo da UC

Fonte: Elaboração nossa.

Os dados apontam que a UC possibilitou que o licenciando L1 se apropriasse do conceito de AC e dos fundamentos CTS e EI na elaboração de um plano de aula. Na fase 4 – Plano de aula, os dados indicam que ele avançou em suas concepções sobre a AC e CTS, porém parece ainda haver lacunas em seu entendimento sobre EI. Apesar de não ter considerado a abordagem HFC no plano final, ele teve um grande avanço em sua compreensão, que ficou evidente na elaboração do plano de aula utilizando o artigo de Becquerel (Atividade 8).

6.3.2 Análise do plano de aula do licenciando L2

O licenciando L2 escolheu a abordagem HFC e apresentou um plano com 9 aulas, de 50 minutos cada, intitulado “Uma abordagem Histórica da Eletroquímica: a Pilha de Volta”.

No plano elaborado para a UC, foram apresentados contexto educacional, público-alvo, problema, proposta pedagógica, tema, objetivos pedagógicos, objetivos específicos, recursos metodológicos, recursos materiais e uma breve descrição das aulas, em um quadro sintético, apresentado a seguir

Quadro 27 – Quadro sintético do plano de aula de L2

Aulas	Atividades	Tempo
1 – O que é que a pilha tem?	Exibição do vídeo [Pilha de limão com moedas] ⁶⁵	50 min
	Discussão: Como as pilhas funcionam? O que fez o limão funcionar no lugar dela?	
	Atividade: Charge “O inventor da pilha”	
2 e 3 – Quem foi Alessandro Volta: E o Jornal de Ontem.	Retomada da discussão sobre o inventor da pilha	100 min
	Leitura do texto 1	
	Início da atividade “O jornal de ontem”	
4 e 5 – Ideias Galvani x Volta sobre a eletricidade a teoria do contato	Leitura dos trechos 2 e 3	100 min
	Apresentação da teoria do contato de Volta	
	Debate sobre os conceitos científicos envolvidos na época sobre a eletricidade animal x metálica	
6 e 7 – A construção da Pilha	Leitura texto 4 e 7	100 min
	Realização dos experimentos “A pilha de Volta” e “A pilha de Daniell”	
	Discussão sobre as explicações na época e revisão de conhecimentos atuais sobre oxidação e redução, reações de oxirredução e reatividade dos elementos químicos	
8 e 9 – Discussão e apresentação dos jornais. Exibição da linha do tempo.	Leitura do trecho 8. Apresentação e discussão dos jornais produzidos. Construção de uma linha do tempo do episódio histórico discutido.	100 min
Total		450 min

Fonte: Elaboração do licenciando L2.

Na descrição do plano, para cada aula, foram apresentados tempo estimado, tema, conteúdo da aula, justificativa, objetivos pedagógicos, metodologia, recursos didáticos, desenvolvimento da aula e avaliação. As referências foram apresentadas no final do plano, mas os textos anexos não apresentaram referências.

Para a 1ª aula (“O que é que a pilha tem?”), ele estabeleceu os seguintes objetivos pedagógicos: “Favorecer o aprendizado de conteúdos da eletroquímica;

⁶⁵ PILHA de limão com moeda! Mundo da elétrica. [s. l.], 2015. 1 vídeo (7 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=l4Q6XshUfDo>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

entender o que é uma pilha”. A descrição do desenvolvimento da aula é apresentada a seguir.

Desenvolvimento da aula: A aula inicia-se com a exibição de um vídeo do YouTube “Pilha de limão com moedas!”, disponível em: <https://youtu.be/l4Q6XshUfDo>. Em seguida, o professor poderá realizar uma discussão que servirá como sondagem, indagando os alunos sobre as seguintes questões: Como a calculadora funcionou? Quais as diferenças entre a pilha de limão e a pilha comum? O que tem na pilha comum que faz uma infinidade de objetos funcionarem? As respostas devem ser sistematizadas na lousa. Em seguida realizar [sic] uma atividade envolvendo as respostas elencadas, onde [sic] os alunos deverão construir uma charge, desenho ou tirinha sobre o funcionamento da pilha e sobre seu surgimento.

Na 1ª aula, para introduzir o tema, o licenciando L2 usou o recurso de um vídeo que mostra como fazer uma pilha, para uma calculadora, utilizando limão, dois parafusos de zinco e uma moeda de cobre. O vídeo utiliza uma linguagem técnica e explica o funcionamento da pilha de limão abordando os seguintes conceitos: ligação em série, polo positivo e negativo, célula de energia, solução ácida, voltagem, fonte de tensão, diferença de potencial, corrente elétrica, oxirredução, cátodo e ânodo. Após a visualização do vídeo, ele propõe que o professor discuta com os alunos algumas questões para sondagem.

Observa-se que a 1ª aula já inicia com conceitos científicos que os alunos, supostamente, estão estudando pela primeira vez. Apenas o vídeo pode não ser suficiente para os alunos se envolverem em uma discussão a respeito do funcionamento da pilha de limão e provavelmente não conseguirão comparar o funcionamento dela com o de uma pilha comercial e nem realizar a atividade proposta. Não há nenhum indício da abordagem HFC nessa aula.

Para as 2ª e 3ª aulas (“ Quem foi Alessandro Volta: E o Jornal de Ontem”), foram estabelecidos os seguintes objetivos pedagógicos: “estimular a criatividade, criticidade, curiosidade científica; incentivar o trabalho coletivo entre os alunos; compreender as motivações de Volta pelas pesquisas de eletricidade”. Verifica-se que os objetivos elencados não contemplam nenhum conceito de eletroquímica.

A descrição do desenvolvimento da aula é apresentada a seguir.

Desenvolvimento da aula: Na primeira parte da aula será retomada a discussão sobre o surgimento da pilha e professor [sic] irá propor aos educandos que tentem analisar as motivações de Volta para o assunto. Assim utiliza [sic] o texto 1 “Volta: uma síntese” (Anexo 1) para iniciar uma discussão. O professor então instiga os alunos a questionarem o que estava acontecendo no mundo naquele período e quais seriam as possíveis motivações para seus estudos. Num segundo momento, será iniciado uma atividade chamada “O Jornal de ontem”, que só será concluída no final da sequência e se possível, será realizado em parceria com o docente da disciplina de História. Então

solicita-se aos alunos, que, em grupos, pesquisem sobre o período (Século XVIII e início do século XIX) diversos fatos importantes, afim [sic] de entender o cenário onde Volta estava inserido. Esta pesquisa servirá para construir um jornal, onde pelo menos um fato relacionado sobre o desenvolvimento da pilha será a manchete.

Pode-se observar, na figura 7 a seguir, o texto elaborado pelo licenciando L2, *Volta: uma síntese*, que apresenta uma descrição sucinta de acontecimentos e contribuições de Volta no campo da eletricidade.

Figura 8 – Texto 1 do plano de aula sobre a vida de Alessandro Volta.

TEXTO 1 : Volta: uma síntese.

O Conde *Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Voltan* nasceu em Como, na Lombardia (atual Itália), numa época em que o nível de vida de sua família havia diminuído. Ao contrário do que se esperava, o jovem Alessandro não seguiu a carreira eclesiástica.

Em 1774, foi apontado como professor de Física na High School de Como e, no ano seguinte, inventou a "eletrophorous", uma máquina que acumula a cargas. Alessandro Volta passou, então, a ser conhecido por sua invenção e pelo resultado. Em 1778, Alessandro foi o primeiro a separar o metano.

Em 1779, recebeu um cargo de professor na Universidade de Pavia, onde continuou com suas pesquisas e seu trabalho em eletricidade. Inventou outros dispositivos que envolvem eletricidade estática e recebeu a medalha de Copley da Sociedade Real, onde foi nomeado membro em 1791.

Seu feito principal não foi na eletricidade estática e sim na eletricidade dinâmica, mais precisamente em relação à corrente elétrica. Depois das experiências de Galvani, Volta formulou a questão sobre o resultado que teria ao colocar dois metais diferentes em contato com um mesmo músculo.

Em 1794, decidiu montar um dispositivo onde encontrava-se dois metais diferentes, sem o contato de qualquer tipo de tecido. Como resultado de seu trabalho, obteve a informação de que havia uma corrente elétrica circulando entre os dois metais.

Aprofundando-se nas pesquisas, em 1800 Alessandro Volta construiu um dispositivo que produzisse um fluxo contínuo de eletricidade. Esse dispositivo recebeu o nome de bateria elétrica. Esta invenção levou Alessandro ao reconhecimento no mundo científico. Foi chamado à França por Napoleão Bonaparte em 1801 para uma "performance" de suas invenções. Recebeu medalhas e condecorações, incluindo a Honra da Legião e em 1810 foi senador do reino de Lombardy.

Durante toda a vida, Alessandro conseguiu honras e condecorações, independente do tipo de governo reinante na época, em diferentes países. Após a queda de Napoleão e a Áustria dominando a Itália, Volta conseguia se manter em evidência. Em sua homenagem a unidade de força eletromotriz recebeu o nome de Volt.

Fonte: Elaboração do licenciando L2.

No texto não há indícios de aspectos da Natureza da Ciência ou uma narrativa que contemple os contextos histórico, social, cultural ou econômico da época para dar subsídios à discussão proposta em aula, caracterizando-se, assim, a pseudohistória (ALLCHIN, 2013).

Para o final da aula, L2 propõe uma pesquisa, em grupo, para a elaboração de um jornal. Ele elencou os seguintes conteúdos para cada grupo pesquisar.

Quadro 28 – Divisão de grupos e conteúdos para a pesquisa

Antecedentes das pesquisas de Volta (até 1792)	Grupo 1
Controvérsia com Galvani e explicações de sua teoria	Grupo 2
Construção da Pilha	Grupos 3 e 4
Trabalhos posteriores a Volta e a Pilha de Daniell	Grupos 5 e 6

Fonte: Elaboração do Licenciando L2.

Como não há indicação de bibliografia para a pesquisa, e não há indícios de uma orientação para realizar a pesquisa, esse tipo de atividade pode contribuir para a formação de visões cientificistas (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) e distorcidas (GIL-PÉREZ et al., 2001) de ciência, já que os alunos poderão buscar quaisquer fontes para a realização da atividade. Além disso, não há evidências de relações entre os conceitos científicos de eletroquímica a pesquisa proposta. Ou seja, o contexto histórico parece não estar contribuindo para a compreensão dos conceitos científicos.

Para as 4ª e 5ª aulas (“Ideias Galvani x Volta sobre a eletricidade a teoria do contato”), foram estabelecidos os seguintes objetivos:

Compreender a controvérsia entre Galvani e Volta por múltiplas vertentes; entender as explicações de Volta para o fenômeno elétrico e sua visão química para o processo; relacionar diferentes explicações para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva histórica da ciência.

Verifica-se, novamente, que os objetivos elencados não contemplam nenhum conceito de eletroquímica.

A descrição do desenvolvimento da aula é apresentada a seguir.

Desenvolvimento da aula: Nesta aula os conceitos envolvidos sobre a eletricidade vital vs mecânica [sic] serão elucidados através da leitura. Também será apresentado o contexto da química nesse sentido e a partir do exposto será solicitado um debate, onde [sic] a sala será dividida em dois grupos e deverão defender as duas vertentes para a “academia de Ciências” composta por 5 alunos sorteados e que também serão avaliados pelo professor.

O licenciando L2 apontou a leitura do seguinte texto, apresentado na figura 8 a seguir.

Figura 9 – Texto para a 4ª e 5ª aulas

Texto 2: Galvani versus Volta

Em 1791, Luigi Galvani (1737-1798) publicou a descrição de uma série de novos fenômenos. Primeiramente, ele observou que a perna de uma rã dissecada, tocada com um bisturi, se contraía fortemente quando uma máquina elétrica estava em funcionamento perto da rã. Através de vários testes, ele se convenceu de que o fenômeno era de natureza elétrica e que só ocorria quando um condutor era colocado em contato com os músculos da rã, ao mesmo tempo em que ocorria uma descarga elétrica no aparelho. As pesquisas de Benjamin Franklin haviam mostrado que os raios eram fenômenos elétricos. Galvani investigou, por isso, se as rãs dissecadas sofreriam contrações quando expostas à eletricidade atmosférica. Pendurou várias rãs, em ganchos de latão, em uma grade de ferro em seu jardim. Quando havia tempestades e raios, as rãs mostravam contrações, mas isso também ocorria, algumas vezes, quando o céu estava completamente livre de nuvens. Galvani não conseguia perceber o que produzia esses efeitos.

Antes dos experimentos de Galvani, já se falava sobre o fluido nervoso, que era comparado à eletricidade. Havia, no entanto, muitas dúvidas sobre se havia uma mera analogia entre eletricidade e o fluido nervoso, ou se ambos poderiam ser idênticos. Logo após a publicação do trabalho de Galvani, muitos trabalhos foram publicados, discutindo a natureza dos fenômenos descritos.

Quando Alessandro Volta (1745-1827) ouviu as primeiras notícias sobre esses trabalhos de Galvani, considerou os fenômenos descritos como inacreditáveis. No entanto, logo depois, ele repetiu com sucesso os experimentos e envolveu-se imediatamente com a nova área de pesquisas. Por algum tempo Volta acreditou, assim como Galvani, que o corpo dos animais produzia um tipo especial de eletricidade. No entanto, fazendo várias repetições e modificações nos experimentos descritos por Galvani, acabou por concentrar sua atenção na importância de utilizar dois metais diferentes no circuito que excitava as contrações.

Ao analisar o texto 2, proposto pelo licenciando, parece que ele não considerou os parâmetros apontados na Atividade 7 da UC, baseados nas ideias de Forato e colaboradores (2009), como “quais conteúdos do texto podem ser utilizados para discutir conceitos científicos? Quais conteúdos exemplificam os aspectos da NDC? Quais aspectos do episódio histórico podem despertar o interesse dos alunos?”. Esses parâmetros poderiam ter auxiliado na elaboração de um texto que tivesse um conteúdo que poderia promover a compreensão dos conceitos de eletroquímica que só foram apresentados, até agora, no vídeo na 1ª aula.

Nas 6ª e 7ª aulas (“A construção da Pilha”), o licenciando L2 propôs uma atividade experimental para que os alunos reproduzissem a pilha de Volta e de Daniell. Os objetivos pedagógicos para essas aulas foram os seguintes: “desenvolver a curiosidade a respeito da experimentação científica; compreender as reais contribuições de Volta para a construção da pilha atual e a extensão de seu trabalho a pesquisas posteriores; desenvolver o pensamento crítico”.

A descrição do desenvolvimento da aula é apresentada a seguir.

Desenvolvimento da aula: No laboratório, será realizado [sic] uma apresentação sobre a construção da pilha por Volta, seguida da leitura do texto 4 e do trecho 7 e o funcionamento de uma pilha será explanado a partir das construções de Volta e Daniell, fundamentando na História da Química. Em seguida, os experimentos “pilha de Daniell” e “pilha de Volta” serão realizados, finalizados pela discussão dos resultados dos experimentos. Nessa ocasião serão discutidas a reação redox, o potencial eletroquímico das pilhas e a espontaneidade das reações.

Verifica-se que os experimentos para a construção da pilha de Volta e de Daniell não apresentam um caráter investigativo, já que o objetivo é demonstrar a montagem e o funcionamento desses tipos de pilhas. No roteiro há a lista de materiais e o procedimento.

O texto 4 apresenta uma descrição do procedimento experimental que Volta realizou para construir a pilha, porém não traz elementos que indiquem aspectos da NDC. Já no trecho 7, há uma descrição da contribuição de outros pesquisadores da área, como Humphry Davy, Michael Faraday e John Frederick Daniell, há uma discussão, ainda que pequena, sobre as ideias equivocadas de Volta e a explicação de que elas foram aceitas devido à sua posição de prestígio na Europa. O trecho também apresenta conceitos de eletroquímica, como os apresentados na figura 9 a seguir.

Figura 10 – Trecho 7

Trecho 7: Influencias em trabalhos posteriores

Poucos anos depois, novos elementos foram isolados eletroliticamente por Humphry Davy (1778-1829): potássio e sódio em 1807, cálcio e bário em 1808. Em 1812, Davy conseguiu produzir, pela primeira vez, um arco voltaico, usando eletrodos de carvão ligados a uma bateria de muitos elementos. Efetivamente, a invenção da pilha elétrica despertou grande interesse, tanto do público leigo como dos cientistas, tanto que, em 1810, Davy escreveu: A pilha de Volta retinha como uma campainha de alarme para os experimentadores de toda a Europa. Estava assegurada a posição de destaque de Alessandro Volta no mundo da ciência e da tecnologia, apesar de sua interpretação errada de como sua invenção funcionava. Somente em 1834, com as leis da estequiometria, **Michael Faraday** apresentou evidências em favor dos que defendiam a tese de uma correspondência quantitativa entre a eletricidade e os eventos químicos. Em oposição a algumas ideias, defendidas por La Rive, de que o fenômeno da eletricidade ocorria apenas localmente, na parte do metal que estava em contato com a substância química, Faraday mostrou que havia uma “condução” da eletricidade, através de decomposições e recomposições das moléculas que constituíam a substância. Dessa forma, foi possível fazer uma analogia entre os fenômenos químicos e elétricos

O Químico e meteorologista inglês **John Frederick Daniell (1790 - 1845)** destacou-se sobretudo graças aos seus estudos no campo da eletroquímica. Neste campo desenvolveu

a pilha galvânica de cobre e zinco que levou seu nome (1836) e que, superando as construídas anteriormente por **Volta e Sturgeon**, constituiu a primeira fonte confiável de corrente elétrica de que se dispôs para aprofundar-se no estudo dos fenômenos inerentes à eletricidade. A *pilha de Daniell* (1836), foi construída com dois eletrodos um de cobre e um de zinco, mas cada eletrodo ficava em uma cela individual, o que aumentava a eficiência da pilha, pois ela possuía um tubo que ligava as duas cubas, este tipo foi chamado de *ponte salina*. Com os

dois eletrodos imersos em semi-células contendo soluções com seus respectivos íons, o Cu^{++} e o Zn^{++} , uma ponte salina ficava conectada às duas semi-células por um fio metálico. O seu funcionamento é semelhante a de Alessandro Volta (1745-1827), pois possuem os mesmos eletrodos: cobre e zinco, as diferenças são que na *pilha de Daniell* os eletrodos estão em compartimentos separados, e a utilização da ponte salina, que é responsável pelo fechamento do circuito elétrico. Nessa pilha ocorre a semi-reação de oxidação no eletrodo de zinco, havendo um fluxo de elétrons através do fio metálico até o eletrodo de cobre, local onde ocorre a semi-reação de redução. Para manter a neutralidade elétrica, íons migram através da ponte salina, que é uma solução eletrolítica que não participa diretamente das reações nos eletrodos.

Fonte: Elaboração do licenciando L2.

O trecho 7, diferentemente dos demais textos, apresenta conceitos de eletroquímica e alguns aspectos da Natureza da Ciência, como

[...] a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades; a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época; teorias científicas não podem ser provadas e não são elaboradas unicamente a partir da experiência; o conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não inteiramente, na observação, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo (FORATO et al., 2009, p. 3243).

Assim, acredita-se que, a partir de textos, como o trecho 7, os alunos podem compreender o processo de construção da ciência e de conceitos científicos, além de poder contribuir para o desenvolvimento de uma visão de ciência adequada (ABD-EL KHALICK; LEDERMAN, 2000; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; COLAGRANDE, 2016). Porém é preciso que, além da leitura, o professor proponha discussões que proporcionem aos alunos a oportunidade de estabelecerem relações com o experimento, os conceitos científicos e os aspectos da NdC abordados. Essas discussões parecem estar implícitas na descrição do desenvolvimento da aula.

Nas 8ª e 9ª aulas, o licenciando L2 propôs a elaboração de uma linha do tempo. Os objetivos pedagógicos estabelecidos foram os seguintes:

Desenvolver pensamento crítico a partir da discussão sobre os principais fatos acerca da real contribuição de Volta; entender as principais ideias do pensamento de Volta e a sua influência nas pesquisas posteriores sobre a energia química; compreender a Química como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, política e cultural.

A descrição do desenvolvimento da aula é apresentada a seguir.

Desenvolvimento da aula: O [sic] primeiro momento da aula, recordaremos algumas questões trabalhadas nas aulas anteriores. Em seguida, utilizaremos os jornais desenvolvidos pelos estudantes nas aulas com o intuito de retomar a discussão sobre as várias visões e pseudohistórias [sic] envolvidas no episódio histórico. No final será construído [sic] em conjunto com os educandos uma linha do tempo com os principais pontos trabalhados no surgimento da pilha.

O licenciando L2 parece compreender que a abordagem HFC possibilita a compreensão de aspectos da NdC e permite romper com visões distorcidas de ciências (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; ALLCHIN, 2013; CACHAPUZ et al., 2011; COLAGRANDE et al., 2017; FORATO et al., 2009; GIL PÉREZ et al., 2001; MARTORANO; MARCONDES, 2009).

Nessas últimas aulas, o licenciando L2 propôs uma retomada dos conteúdos relacionados ao episódio histórico mas não parece relacioná-los com os conteúdos de eletroquímica.

Pela análise de seu plano de aula final, suas concepções sobre a Alfabetização Científica parecem estar próximas do nível 2-Funcional (BYBEE et al., 2004) e sobre a abordagem HFC podem ser classificadas no nível de compreensão 3 - Percebe e compreende a importância da abordagem HFC no ensino de Ciências. Entende a ciência como uma construção de conhecimentos dinâmica e coletiva, no entanto isolada de outras áreas (social, cultural, política, econômica, tecnológica). Há alguma compreensão de aspectos da NdC. Em relação à abordagem EI, parece compreender no nível 2 - Percebe a importância da abordagem EI no ensino de Ciências, no entanto apenas para motivar, ilustrar, exemplificar ou confirmar uma teoria já estudada. Não há problematização. Como a abordagem CTS não foi considerada nesse plano, não é possível classificar sua compreensão sobre esse fundamento de AC, nessa fase da UC.

Portanto, pela análise dos resultados, são apresentados, na figura 11, os níveis de AC e de compreensão dos fundamentos do licenciando L2 ao longo da UC.

Figura 11 - Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos do licenciando L2 ao longo da UC

Fonte: Elaboração nossa.

A partir dos resultados verifica-se que o licenciando L2 apresentou avanços e retrocessos em suas concepções ao longo da UC (CARMO, 2015). Na fase 4 – Plano de aula, ele retrocedeu de 4 para 2 no nível de AC, pois parecia sempre concordar com o nível 4 – multidimensional, entretanto seu plano de aula não proporcionou esse nível. Em relação à HFC, o licenciando enfrentou obstáculos para a elaboração do plano, como os apontados por Forato e colaboradores (2009), “seleção dos aspectos históricos a enfatizar em cada episódio; nível de aprofundamento de alguns aspectos históricos e o nível de detalhamento do contexto não científico”. Mas quando comparadas às fases 1 e 4, ele avançou de 2 para 3 em sua compreensão sobre a HFC. Houve avanço, também, na abordagem EI, que inicialmente apresentou compreensão no nível 1 e avançou para o nível 2. A abordagem CTS teve um grande avanço, de 2 para 4. Entretanto ele não considerou essa abordagem na fase 4.

6.3.3 Análise do plano de aula do licenciando L3

O licenciando L3 escolheu a abordagem HFC e apresentou um plano com 8 aulas, de 50 minutos cada, intitulado “Teoria do Flogisto”.

No plano elaborado para a UC, foram apresentados contexto educacional, tema (“Teoria do flogisto: o quanto ela foi importante para época e o que aconteceu quando ela foi debatida pela teoria da existência do oxigênio?”), objetivos gerais (“compreender as diversas visões sobre a ciência e sobre a forma como ela foi construída ao longo dos anos; analisar questões culturais e sociais do contexto histórico para a descoberta dos fatos científicos; reconhecer o papel da história da ciência como fonte construtora e desenvolvedora de pensamento crítico”); objetivos específicos (“comparar as teorias do flogisto e do oxigênio, com a ótica de cada vertente científica; construir o conceito de conservação das massas de Lavoisier, a partir da desconstrução da teoria do flogisto; desenvolver o senso crítico quanto às ideias de pseudo-história da ciência, levando em consideração a história da teoria do flogisto; analisar as mudanças históricas que esse fato trouxe para a humanidade”), introdução, problematização inicial, Episódio da HFC – Embates da Teoria do Flogisto x Teoria do Oxigênio, conteúdos abordados recursos utilizados, avaliação, referências e um quadro intitulado “Cronograma”, que é semelhante ao quadro sintético apresentado pelos outros licenciandos, descrito no quadro 29 a seguir.

Quadro 29 – “Cronograma” apresentado no plano de aula de L3

AULA	Conceitos abordados	Resumo da atividade
1	Definição da teoria do flogisto, datas, controvérsias da teoria do flogisto.	O professor fará uma pequena encenação, como se fosse um teórico do flogisto explicando todo o processo de combustão e depois, se deparando [sic] com alguns fatos que não pode explicar. Surge um cartaz dizendo que a teoria do flogisto foi derrubada por Lavoisier, através da teoria do flogisto [sic]. No fim da aula, pedir para que [sic] os alunos busquem o máximo de informações sobre a teoria do flogisto e como argumentar contra ela.
2	Experimentos realizados por Priestley e por Lavoisier para explicar a conservação de massa na combustão.	Mostrar o experimento realizado por Joseph Priestley para a descoberta do ar vital com fotos dos desenhos dos experimentos. O professor também falará sobre as conversas entre Priestley, Lavoisier e Sheele.

Continua

Conclusão

3	Lei de Lavoisier: conservação das massas	Explicar a conservação das massas com a demonstração de [sic] reação entre água, óleo de cozinha e detergente, medindo as massas e a massa final.
4	Lei de Lavoisier: conservação das massas	Lista de exercícios sobre conservação das massas.
5	Diferenças conceituais entre a teoria do flogisto e do oxigênio	Interrogatório: os alunos farão um interrogatório com o professor. Ele será o único defensor da teoria do flogisto, enquanto que [sic] os alunos serão a favor da teoria do oxigênio. Todos os alunos farão perguntas e o professor deverá refutá-las.
6	Diferenças conceituais entre a teoria do flogisto e do oxigênio; como os cientistas defendem suas teorias.	Discussão. Depois do interrogatório, fazer com que os alunos analisem os pontos de vista de cada filósofo e redigir um texto mostrando a construção de cada teoria e como elas foram descritas em cada defesa, sobre os pontos negativos e positivos.
7	Revolução Industrial, processos de combustão, energia térmica.	Aula conjunta com o professor de história, em que serão comentadas todas as influências que a descoberta do oxigênio fez com a sociedade, como ele pode [sic] ajudar a fazer com que a revolução industrial pudesse ser concretizada, como ele influencia no pensamento atual referente aos processos de combustão e como ela [sic] está afetando no efeito estufa e no aquecimento global, em que o processo de fotossíntese está cada vez mais difícil de ser realizado. Impactos ambientais também.
8	Avaliação final	Realizar um texto dissertativo relacionando os conceitos da teoria do flogisto, da descoberta do oxigênio, a tecnologia e os impactos ambientais da combustão e reações de oxidação.

Fonte: Elaboração do licenciando L3.

O licenciando L3 ainda apresentou, no plano, os conteúdos abordados, classificando-os em científicos, sociais, morais e éticos e tecnológicos, apresentados no quadro 30 a seguir.

Quadro 30 - Conteúdos abordados no plano de aula de L3

Conteúdos do plano de aula de L3	
Científicos	Teoria do flogisto, oxidação de metais, reações de combustão, conceito de fluido, combustíveis, oxigênio, componentes necessários para ocorrer uma combustão, o que foi a Alquimia.
Sociais	Como a teoria do flogisto influenciou o século XVII e início do século XVIII, a mudança que ocorreu com a descoberta do “ar vital” e do oxigênio, como os filósofos da época lidaram com essa mudança e como ela repercutiu.
Morais e éticos	Como os cientistas que defendiam a teoria do flogisto ficaram após a descoberta do oxigênio e se isso influenciou nos trabalhos após a descoberta.
Tecnológicos	Como a descoberta do oxigênio influenciou o avanço dos processos de combustão, se ela influenciou para que a Revolução Industrial pudesse ser concretizada com mais facilidade, a canalização da energia térmica e conversão em outros tipos de energia.

Fonte: Elaboração do licenciando L3.

O licenciando L3 não apresentou uma descrição de cada aula, porém detalhou a problematização inicial descrevendo que “a principal polêmica envolvida é de que a ciência muda com certa frequência, e o que se explica hoje, pode mudar amanhã”. Essa concepção de ciência pode levar à formação de uma visão relativista extrema (FORATO et al, 2008).

Observa-se que, nas 1ª e 2ª aulas, o contexto histórico é apresentado somente pelo professor, não há indícios de outros recursos, como textos, por exemplo. Um possível obstáculo que o plano de aula pode promover é a dificuldade na compreensão da teoria do flogisto. Não há muitos detalhes na 1ª aula sobre como o professor fará a transição das ideias da teoria do flogisto para a do oxigênio.

As 3ª e 4ª aulas trataram sobre a conservação das massas nas transformações químicas, não sendo possível compreender a estratégia utilizada para a apresentação da explicação dessa lei, “a demonstração de [sic] reação entre água, óleo de cozinha e detergente, medindo as massas e a massa final”. Parece se tratar de um experimento demonstrativo, mas não há indícios de que ele seja investigativo, até porque não fica claro qual é a reação a que o licenciando se refere. Também não ficou clara a relação desse experimento com os exercícios da aula seguinte. Destaca-se ainda que o licenciando L3 apresentou uma concepção equivocada sobre reação química que pode indicar uma dificuldade em elaborar o plano de aula devido a concepções alternativas sobre conceitos químicos.

Nas 5ª e 6ª aulas, os alunos deverão saber diferenciar e argumentar sobre as ideias do flogisto e o princípio da conservação da massa para participar do interrogatório. Pela descrição da atividade “interrogatório” parece que os alunos farão perguntas ao professor. Então, talvez se antes do “interrogatório”, os alunos fizessem a leitura de um texto, contemplando mais detalhes do episódio histórico acerca do confronto de ideias do flogisto e do princípio da conservação da massa, e, ao invés de o professor ser interrogado, os alunos fossem divididos em dois grupos e cada um defendesse uma ideia, isso poderia propiciar um aprofundamento nos argumentos dos alunos, já que estariam fundamentados nas ideias de um texto e não só na apresentação do professor (ARAGÃO et al., 2012; SASSERON, 2015; SUART, 2016).

Na 7ª aula, o licenciando L3 utilizou a expressão “a descoberta do oxigênio” e apresentou algumas concepções equivocadas, mas tentou relacionar o impacto da ciência na sociedade. Na 8ª aula, ele também fez uma tentativa de relacionar os conceitos de ciência, sociedade, tecnologia e ambiente. Porém ele requisitou que os

alunos estabelecessem essas relações na avaliação, sendo que, no plano, não há indícios desse tipo de relação, ficando, assim, por conta dos alunos a incumbência de realizá-las sozinhos.

O licenciando L3 não explicitou os aspectos de NdC que objetivou abordar no plano, mas pode-se identificar que as atividades propostas podem proporcionar a compreensão de que “a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época” (FORATO, et al., 2009). Porém parece que o plano pode levar a uma visão distorcida em dois aspectos descritos por Forato e colaboradores (2009) 1 - “teorias científicas não podem ser provadas e não são elaboradas unicamente a partir da experiência” e 2 - “o conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não inteiramente, na observação, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo” (FORATO et al. 2009). Esses aspectos poderão transparecer nas ideias dos alunos porque o professor deverá mostrar o experimento de Priestley para confrontar a teoria do flogisto.

Pela análise do plano de aula final de L3, suas concepções sobre a Alfabetização Científica parecem estar próximas do nível 2-Funcional (BYBEE, et al., 2004), e sobre a abordagem HFC, o plano pode ser classificado no nível de compreensão 2 - Percebe a importância da abordagem HFC no ensino de Ciências, citando fatos, datas, acontecimentos e descoberta de forma isolada (pseudo-história). Em relação à abordagem EI, parece compreender no nível 1 - Não reconhece a importância da abordagem EI no ensino de Ciências. Na aula 7, junto com o professor de História, parece que o licenciando L3 tentou abordar conteúdos de ciência, história, tecnologia, sociedade e ambiente, porém, foi somente na última aula do plano. Assim, sua compreensão sobre a abordagem CTS parece ser de nível 2 - Percebe a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências, no entanto apenas para motivar, informar ou exemplificar os conceitos científicos. Não há problematização.

Portanto, pela análise dos resultados, são apresentados, na figura 12, os níveis de AC e de compreensão dos fundamentos do licenciando L3 ao longo da UC.

Figura 12 – Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos do licenciando L3 ao longo da UC

Fonte: Elaboração nossa.

A partir desses resultados, verifica-se que ao longo da UC, o licenciando L3 participou das aulas com discursos que parecem mostrar níveis mais altos de AC. Entretanto, em uma situação de planejamento, talvez o compromisso com os conteúdos seja mais forte, de maneira que o licenciando deixou de lado aspectos que corresponderiam a níveis mais avançados de AC. Na literatura, é possível encontrar outros trabalhos que corroboram essa hipótese (AKAHOSHI; MARCONDES, 2018; SILVA; MARCONDES, 2010). Em relação à HFC, o licenciando enfrentou obstáculos para a elaboração do plano, como os apontados por Forato e colaboradores (2009), “seleção dos aspectos históricos a enfatizar em cada episódio; nível de aprofundamento de alguns aspectos históricos e o nível de detalhamento do contexto não científico”.

6.3.4 Análise do plano de aula do licenciando L4

O licenciando L4 escolheu a abordagem CTS e apresentou um plano com 6 aulas, de 50 minutos cada; não apresentou título.

No plano elaborado para a UC, foram apresentados contexto educacional, objetivos (“identificar os componentes de armas químicas não letais; reconhecer os componentes e relacioná-los com a química orgânica; reconhecer os códigos e linguagens usado na química; advogar os prós e contras do uso dessas substâncias; inserir os conhecimentos científicos da Química no cotidiano e na realidade; instigar a curiosidade do aluno ao conhecimento do que é real; desenvolver o criticismo do aluno; formar cidadãos conscientes à *[sic]* assuntos atuais da sociedade, e suas consequências; desenvolver a argumentação do aluno.”), tema do projeto (“a utilização de armas químicas não letais de forma descomedida e seus efeitos e consequências para com a sociedade”), tempo estimado e número de aulas, problematização inicial (“Seriam os usos de armas químicas não letais inofensivas *[sic]?*”), polêmicas ou controvérsias, materiais, avaliação e referências.

Ele dividiu o plano em 4 etapas e descreveu as atividades propostas em cada etapa. Também apresentou um quadro com o título “Análise Geral das Fases e as atividades realizadas”, apresentado no quadro 31 a seguir.

Quadro 31 – Quadro sintético do plano de aula de L4

Aula	Resumo dos Conteúdos	Atividades realizadas
1 (50 min)	Apresentação do conceito de gás lacrimogêneo e arma química não letal.	Apresentação da Sequência Didática aos alunos; Exibição de <i>slides</i> com fotos de manifestações realizadas recentemente no Brasil, e reprodução do Vídeo 1 ⁶⁶ ; Questionamento e anotação dos comentários dos alunos a fim de estabelecer os conhecimentos prévios; Entrega do Texto 1 ⁶⁷ e Texto 2 ⁶⁸ impressos para a leitura; Atividade em sala: Responder à Questão 1: Você acha que a utilização do gás lacrimogêneo é necessária? Justifique. Breve apresentação e orientação acerca da atividade final (Debate 1);

Continua

⁶⁶ NO QUÊNIA, crianças protestam, e polícia ataca com gás lacrimogêneo. BBC News Brasil. [s. l], 2015. 1 vídeo (2 min). Disponível em: <<https://youtu.be/KIYZ02Pvv10>>. Acesso em 23 fev. 2019.

⁶⁷ O QUE são bombas de efeito moral? **Superinteressante**, 18 abr. 2011. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-sao-bombas-de-efeito-moral/>>. Acesso em 23 fev. 2019.

⁶⁸ RONCOLATO, M. Como funcionam as bombas de gás lacrimogêneo. **Revista Galileu Galilei**. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT339395-17770,00.html>>. Acesso em 23 fev. 2019.

2 (50 min)	Introdução aos compostos constituintes do gás lacrimogêneo e suas propriedades, correlacionando-os com a saúde/sociedade.	Explicação do conteúdo através da utilização da lousa e do giz; Resolução de dúvidas;
3 (50 min)	Propriedades dos compostos constituintes do gás lacrimogêneo e sua relação com a saúde/sociedade.	Explicação do conteúdo através da utilização da lousa e do giz; Resolução de dúvidas;
4 (50 min)	Análise [sic] de Textos e Notícias acerca do uso do gás lacrimogêneo	Leitura do Texto 3 ⁶⁹ e do Texto 4 ⁷⁰ ; Orientações dadas aos alunos para a realização do Debate 1; Resolução de dúvidas; Entrega de textos complementares aos grupos do Debate 1;
5 (50 min)	Realização do Debate 1	Debate 1 em que se divide a sala em dois grandes grupos, um a favor da utilização do gás lacrimogêneo e outro contra.
6 (50 min)	Atividade e Discussão	<i>Feedback</i> acerca do Debate 1; Atividade em que os alunos respondam novamente à Questão 1, após todas as atividades realizadas durante a Sequência Didática; Discussão sobre as possíveis mudanças na linha de pensamento dos alunos; Discussão final acerca da necessidade do uso de armas químicas não letais;

Fonte: Elaboração do licenciando L4.

A descrição das atividades foi apresentada em 4 etapas:

- 1ª etapa: Introdução ao tema e problematização inicial (Aula 1);
- 2ª etapa: Apresentação do conhecimento científico (Aulas 2 e 3);
- 3ª etapa: A construção da organização de ideias e argumentação dos alunos (Aulas 4 e 5);
- 4ª etapa: Análise do desenvolvimento crítico dos alunos [Aula 6].

A pesquisadora identificou os conteúdos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente contemplados no plano de aula de L4. Esses conteúdos são apresentados no quadro 32 a seguir.

⁶⁹ Recorte feito de dois textos: JUSTO, M. Protestos impulsionam indústria do gás lacrimogêneo. **BBC Mundo**, 20 jun. 2013. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/06/130619_gas_lacrimogeneo_mj_cc>. Acesso em 23 fev. 2019. e RODRIGUES, A. Em 3 anos, gasto com arsenal “anti-tumulto” em SP chega a R\$ 77 milhões. **Folha de São Paulo**, 25 jan. 2016. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/01/1733132-em-3-anos-gasto-com-arsenal-anti-tumulto-em-sp-chega-a-r-77-milhoes.shtml>>. Acesso em 23 fev. 2019.

⁷⁰ SORAGGI, B. PM usou gás lacrimogêneo vencido para dispersar manifestação em SP. **Folha de São Paulo**, 14 jun. 2013. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/2013/06/1295110-pm-usou-gas-lacrimogeneo-vencido-para-dispersar-manifestacao-em-sp.shtml>>. Acesso em 23 fev. 2019.

Quadro 32 – Conteúdos C, T, S e A no plano de aula de L4

Dimensão	Conteúdos
Ciência	Química orgânica, gás lacrimogêneo, acidez, basicidade, classificação de estruturas, funções orgânicas, isomeria <i>cis-trans</i> , propriedades físicas dos compostos.
Tecnologia	Armas químicas não letais (gás lacrimogêneo).
Sociedade	Usos de armas químicas não letais em manifestações e seu impacto na saúde das pessoas, formação do pensamento crítico, cidadania.
Ambiente	Consequências do uso de armas químicas não letais na atmosfera e na natureza.

Fonte: Elaboração nossa.

Na 1ª etapa (Aula 1), em que o professor aborda a problematização, L4 utiliza o recurso de fotos de manifestações em que foram utilizadas bombas de gás lacrimogêneo. O licenciando L4 propõe que, a partir dessas imagens, o professor inicie uma discussão sobre “A bomba de gás lacrimogêneo é inofensiva à saúde? E ao ambiente?”. Ele apontou, no plano, que esses questionamentos são estratégias para o professor investigar o conhecimento prévio dos alunos. Após a discussão, os alunos fariam a leitura dos textos 1 e 2, com o objetivo de responder, por escrito, à seguinte pergunta: “Você acha que a utilização do gás lacrimogêneo é necessária? Justifique”.

Verifica-se que a discussão dessa aula envolve um juízo de valor em relação ao uso do gás lacrimogêneo, e não há relação com conteúdos de ciência. E esse é, realmente, o objetivo do licenciando L4, porque ele pontuou que essa atividade serve para “o professor ter registrado as concepções dos alunos sem o auxílio de conhecimentos científicos e específicos, para utilizar tal documento futuramente na sequência didática”. No final da 1ª aula, o professor apresenta uma orientação sobre a atividade final (Debate 1).

Na 2ª etapa, Aulas 2 e 3, o professor faz a apresentação do conhecimento científico. A descrição dessa fase é apresentada a seguir.

- Introdução do conteúdo específico, em que se estuda as propriedades dos componentes do gás lacrimogêneo, para dar base teórica aos alunos em sua criticidade e argumentação;
- Explicação do conteúdo através da utilização da lousa e do giz;
- O professor relaciona o conteúdo com os efeitos dos componentes, em que afeta a saúde dos seres humanos, trazendo consequências sérias. [sic]
- Resolução de dúvidas feita pelo professor;
- Condução do professor para os alunos analisarem a evolução do conhecimento científico e a tecnologia utilizadas, e o reflexo na sociedade; [sic]

Verifica-se, nessa 2ª etapa, que o licenciando L4 teve a preocupação de abordar conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Mas parece que os conceitos científicos, abordados no início da fase, ficaram desconectados do contexto. Talvez se ele tivesse começado a tratar dos efeitos dos componentes e a partir daí, trouxesse as ideias das interações dessas substâncias no corpo humano, possibilitaria estabelecer uma relação entre a estrutura da substância e seus efeitos no corpo. Talvez assim, os alunos poderiam compreender as interações no nível molecular.

A parte final não ficou muito clara. Faltou descrever como o professor abordaria as relações da construção do conhecimento científico, a tecnologia e o reflexo na sociedade. Nesse trecho o licenciando L4 utilizou a expressão “evolução do conhecimento científico”, que pode indicar uma visão positivista-pragmática (SCHUURMAN, 2016), que acredita que a ciência leva sempre à evolução e ao aumento da tecnologia (COLAGRANDE, 2016).

Na 3ª etapa (Aulas 4 e 5), o licenciando L4 propôs a leitura dos textos 3 e 4, que são reportagens sobre o uso do gás lacrimogêneo. A descrição dessa etapa é apresentada a seguir.

- O professor promoverá a leitura do Texto 3 e do Texto 4, para dar base na [sic] argumentação dos alunos no Debate 1;
- Orientações dadas aos alunos pelo professor para a realização do Debate 1, evidenciando as normas essenciais;
- Resolução de dúvidas feita pelo professor;
- Entrega de textos complementares aos grupos do Debate 1 pelo professor [sic], para auxiliar a formulação dos argumentos;
- Realização do Debate 1 em que se divide a sala de [sic] dois grandes grupos, um a favor da utilização do gás lacrimogêneo e outro contra, sendo supervisionado pelo professor, este que [sic] julgará os argumentos dos grupos e definir [sic] qual o mais convincente.

Observa-se, que nessa fase, os conteúdos científicos não são abordados. Os textos para leitura, que podem fornecer subsídios para a argumentação no Debate 1, são reportagens que já trazem um juízo de valor acerca do uso do gás lacrimogêneo. Assim, verifica-se que os conteúdos científicos não estão sendo utilizados para fornecer explicações e fundamentar a argumentação dos alunos no debate.

Na 4ª etapa (Aula 6), o professor avaliará as concepções dos alunos no final da sequência de aulas. A descrição dessa etapa é apresentada a seguir.

- O professor dará um *Feedback* acerca da realização do Debate 1;
- O professor entregará a Atividade feita na Aula 1, para que os alunos respondam novamente à Questão 1, justificando com base nas atividades realizadas durante a Sequência Didática, a sua opinião sobre o uso de gás lacrimogêneo;
 - Discussão promovida pelo professor sobre as possíveis mudanças na linha de pensamento dos alunos.
 - Discussão final acerca da necessidade do uso de armas químicas não letais, e quais seriam as possíveis alternativas a serem determinadas; [sic]

Nessa etapa final, as discussões propostas poderão levar os alunos a refletirem sobre suas próprias concepções (MASINI, 2012). Entretanto não há uma retomada dos conceitos científicos, apenas no contexto do plano.

Analisando o plano, em linhas gerais, apesar de o licenciando L4 ter sido bem enfático sobre a proposta promover a formação da cidadania, do pensamento crítico e da argumentação, o papel do aluno, na aprendizagem de conceitos científicos, que foi contemplado em apenas uma das quatro etapas (2ª etapa), parece ser passivo. Um dos indícios que transparecem uma visão tradicional de ensino, apenas por transmissão, aparece no trecho “para dar base teórica aos alunos [...] Explicação do conteúdo através da utilização da lousa e do giz”.

Outra evidência é o próprio título da 2ª etapa: “Apresentação do conhecimento científico”. Não há evidências de que os alunos farão o levantamento de hipóteses, a elaboração de explicações e modelos, usando evidências, desenvolvendo o pensamento lógico e crítico sobre a relação entre causa e consequência (ARAGÃO, 2014; SASSERON; CARVALHO, 2011), do uso do gás lacrimogêneo, que são habilidades que podem levar à AC dos alunos. O plano apresentou um desequilíbrio, abordou os conteúdos científicos muito superficialmente, e as questões sociais, políticas e tecnológicas foram predominantes.

Pela análise do plano de aula final de L4, suas concepções sobre a Alfabetização Científica parecem estar próximas do nível 2 - Funcional (BYBEE, et al., 2004), e sobre a abordagem CTS, pode ser classificada no nível de compreensão 3 - Percebe e compreende a importância da abordagem CTS no ensino de Ciências. Porém prioriza uma das dimensões (ciência, tecnologia, sociedade ou ambiente), valorizando apenas o tema. Pode apresentar problematização, que nem sempre possibilita aos alunos compreenderem conceitos e refletirem sobre o tema. Há alguma compreensão de aspectos da NdC. Em relação às abordagens HFC e EI, não é possível classificar suas concepções, já que ele não as considerou no plano. Não houve indícios que transparecessem a valorização de aspectos da NdC.

Portanto, pela análise dos resultados, são apresentados, na figura 13, os níveis de AC e de compreensão dos fundamentos do licenciando L4 ao longo da UC.

Figura 13 – Níveis de AC e níveis de compreensão dos fundamentos do licenciando L4 ao longo da UC

Fonte: Elaboração nossa.

A partir dos resultados, verifica-se que, ao longo da UC, o licenciando L4 retrocedeu. Apresentou ideias mais avançadas de AC, que estavam mais próximas do nível 3 – outros aspectos, entretanto seu plano de aula não proporcionou esse nível. Parece que, no plano, que se trata de concretizar uma experiência de ensino, o apego ao conteúdo continua sendo forte, isto é, parece que o compromisso em transmitir informações prepondera, embora a UC tenha mostrado outros aspectos importantes para a formação de L4, ou seja, para se alcançar uma Alfabetização Científica, o curso de licenciatura, como um todo, deve enfatizar conteúdos científicos, e foi essa a experiência dele no ensino básico.

Em relação à abordagem CTS, na fase 1, ele apresentou concepções no nível 4, depois, nas fases 2 e 3, expressou ideias de nível 2, menos avançado, e, na fase 4, avançou para o nível 3.

7 Conclusão e considerações

Neste trabalho, foi apresentada uma investigação sobre a proposta da Unidade Curricular Prática Pedagógica de Ensino de Química II, em 2016, de um curso de Licenciatura em Ciências, em uma Universidade Federal brasileira, localizada na região metropolitana de São Paulo. O conteúdo da UC consistiu nos fundamentos da Alfabetização Científica, as três abordagens: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), História e Filosofia da Ciência (HFC) e Experimentação Investigativa (EI) e ainda contemplou aspectos da Natureza da Ciência (NdC).

Os objetivos da pesquisa foram investigar as concepções dos licenciandos ao longo da UC e verificar como as atividades propostas e as ações do formador contribuíram para a reflexão deles sobre a AC e seus fundamentos. Também foi analisado como os licenciandos se apropriaram da AC e de seus fundamentos na elaboração de um plano de aula.

A hipótese elaborada para essa investigação foi de que a proposta da UC poderia contribuir para a ampliação das concepções dos licenciandos acerca da Alfabetização Científica e deveria proporcionar a reflexão dos licenciandos sobre o que pensam e lhes dar subsídios para que aprofundassem e questionassem suas próprias ideias em um processo de reflexão. Para isso, um formador de professores de Ciências foi convidado a desenvolver essa proposta de Unidade Curricular (UC) voltada para a Alfabetização Científica. Ao longo da UC, o formador propôs atividades e realizou algumas ações que foram categorizadas em três fases: 1 – Percepção, 2 – Compreensão e 3 – Reflexão.

As atividades propostas e as ações do formador consideraram o conhecimento prévio dos alunos para a aprendizagem de novos conceitos, possibilitando aos licenciandos estabelecer relações com os conhecimentos que já possuíam e os novos conteúdos abordados.

De maneira geral, os temas começaram a ser tratados por meio da leitura de um texto, seguida de uma discussão em pequenos grupos. Nessa fase inicial, os licenciandos puderam começar a perceber a importância da AC e do tema abordado. Em seguida, a discussão era ampliada para a turma toda. Nesse momento, o formador pôde promover interações entre os licenciandos, analisar e utilizar as ideias deles durante a discussão e avaliar suas concepções. Com essa fase, o formador tinha a

intenção de proporcionar o desenvolvimento da compreensão dos licenciandos acerca da importância da AC e de seus fundamentos. Logo após, o formador propunha uma atividade de aplicação, com o objetivo de promover a reflexão dos licenciandos sobre suas concepções e as reformularem a partir do que já sabiam. Essas etapas de percepção, compreensão e reflexão ocorreram, então, ao longo de toda UC.

Durante a UC, formador e pesquisadora compartilhavam suas ideias, avaliavam as atividades e, quando necessário, reformulavam as aulas e refletiam em conjunto, a fim de buscar melhores estratégias para promover a compreensão dos conceitos sobre a Alfabetização Científica e seus fundamentos.

De acordo com Masini (2012), perceber é estar aberto àquilo que está ao seu redor, então, a partir da leitura dos textos, os licenciandos puderam começar a perceber as principais ideias acerca dos conteúdos abordados e a reformular suas concepções, estabelecendo relações e ampliando seus entendimentos.

Pela análise dos dados da fase 1- Percepção, verificou-se que essa fase foi potencialmente significativa e pôde dar início ao processo de reformulação de ideias acerca dos conceitos abordados. Já na fase 2 – Compreensão, os conteúdos foram abordados a partir da aplicação das ideias dos licenciandos em atividades de análise e inovação, com a atividade a vivência em oficina e discussões sobre textos com a turma toda, considerando as ideias dos licenciandos, partindo de conceitos mais amplos para, depois, na fase seguinte, partir para os mais específicos. Essa fase proporcionou muitos momentos de interação entre o formador e os licenciandos, e entre os próprios licenciandos, propiciando a compreensão dos conceitos.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (ASUBEL, 2000), o processo de aprendizagem significativa se dá quando novas ideias se relacionam com o que o aprendiz já sabe, surgindo um novo significado. Pela análise dos resultados da fase 2 - Compreensão, observou-se que, em geral, os licenciandos conseguiram compreender as principais ideias sobre a AC e seus fundamentos, estabeleceram relações e ampliaram suas ideias sobre cada abordagem, entretanto os licenciandos L3 e L4 apresentaram uma visão cientificista (NADEAU; DESAUTELS, 1984 apud RYAN; AIKENHEAD, 1992) e distorcida de ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001), apesar de expressarem ideias consonantes com a AC, CTS, HFC e EI.

E, na fase 3 – Reflexão, em que foram propostas discussões com reflexões, a sistematização de ideias, a elaboração de planos de aula e o diário de bordo proporcionaram aos licenciandos a oportunidade de organizarem suas ideias e

interagirem com o formador. Nessas condições, os licenciandos puderam reformular suas concepções, estabelecer novas relações e produzir novos significados (PEME-ARANEGA et al., 2009; VIEIRA; MARTINS, 2005). De acordo com Masini (2012), para que haja a reflexão do aprendiz é necessário que ele domine os conceitos e os analise. Assim, os níveis de compreensão dos licenciandos variaram ao longo das fases.

O licenciando L1, no início da UC, estava no nível 2 de AC, já na fase 3 – Reflexão, alcançou níveis de compreensão mais altos, indicando que a UC proporcionou a condição de estabelecer novas concepções sobre esses conteúdos. O licenciando L2 foi o que atingiu o nível mais alto: 4 em AC, CTS e HFC. Porém, em EI, atingiu o nível 3. Os licenciandos 3 e 4 permaneceram no nível 3 de AC – conceitual e procedimental; parecem ter avançado em suas concepções sobre HFC e EI. Entretanto o nível de compreensão sobre a abordagem CTS diminuiu, de 3 para 2.

Portanto, as atividades propostas e as ações do formador na UC tiveram o potencial para a ocorrência da aprendizagem significativa, pois foram criadas condições para sua ocorrência (MASINI, 2011). Essas atividades podem ser aproveitadas e aprimoradas nos cursos de formação de professores.

Na fase 4 – Plano de aula, as propostas apresentaram o predomínio de algumas dimensões (ciência, tecnologia, sociedade ou ambiente), valorizando o ensino de conceitos científicos ou apenas o tema. Os licenciandos tiveram dificuldade em relacionar a abordagem escolhida com o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Por exemplo, na articulação dos aspectos da NdC e o ensino de conceitos de Química na abordagem HFC, e tiveram dificuldades em conceber que uma atividade EI pode ir além de apenas promover a motivação; pode permitir que os alunos elaborem hipóteses em um procedimento experimental, coletem e analisem dados e formulem conclusões.

Assim, espera-se que os cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências considerem a Alfabetização Científica e seus fundamentos, que são recomendados em documentos oficiais brasileiros.

Além disso, apesar de a proposta da UC ter contribuído para a apropriação e reflexão sobre a AC e seus fundamentos, ficou evidente que apenas uma única UC não foi suficiente para que os licenciandos alcançassem níveis de compreensão mais altos acerca das abordagens estudadas. É necessário que os formadores se reúnam e desenvolvam um projeto de curso, fundamentado em uma mesma filosofia e alinhem suas teorias e métodos de ensino e aprendizagem.

Também é indubitável a necessidade de integração entre a teoria e a prática pedagógica. Esse foi um pedido recorrente dos licenciandos e os resultados da fase 4 também apontam para essa demanda, uma vez que algumas concepções dos licenciandos manifestadas nas aulas, como a concordância de algumas abordagens, se mostraram contraditórias ou ainda em formação na elaboração dos planos de aulas. Muitas vezes os licenciandos relacionaram a Alfabetização Científica com os fundamentos, entretanto, essa relação somente transpareceu quando o formador ou a pesquisadora requisitavam esse tipo de relação.

REFERÊNCIAS⁷¹

ABD-EL-KHALICK, F. Teaching with and about Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. **Journal of Science Education**, [s. l.], v. 22, n. 9, p. 2087-2107, 2013.

_____; LEDERMAN, N. G. The influence of History of Science courses on students' views of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-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**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 3-19, 2016.

_____. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 134-169, 2008.

_____; ROMERO, P. A. Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación Secundaria. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 1-28, 15 out. 2002. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/242776582>. Acesso em: 1 out. 2016.

_____; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2009.

_____. The social contract of science: implications for teaching science. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (eds.). **STS education - International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

ALLCHIN, Douglas. **Teaching Nature of Science**: perspectives and resources. Minnesota: Ships Education Press, 2013.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS). **Project 2061**. Washington, DC: AAAS, 2001. Disponível em: <<http://www.project2061.org/publications/sfaa/>>. Acesso em: 24 out. 2016.

ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. **Alfabetização científica**: concepções dos futuros professores de química. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

⁷¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR 6023.

ARAGÃO, S. B. C.; MARCONDES, M. E. R. Scientific Literacy: A Proposal for Science Teacher Education. **Literacy Information and Computer Education Journal**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 2974-2976, 2018.

_____; FORATO, T. C. M.; MARTORANO, S. A. A.; BORGES, D. B. S. Desenvolvimento de abordagens CTS por discentes de uma licenciatura em ciências. **Revista Indagatio Didactica**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 534-555, 2016.

_____; MARCONDES, M. E. R. ; Carmo, M. P. Study of the Relationship of Student-Teacher Dialogical Interactions in a Brazilian School from the Perspective of Toulmin's Argumentation Framework, Cyclic Argumentation, and Indicators of Scientific Literacy. **C n S. La Chimica nella Scuola**, v. 3, p. 29-32, 2012.

AUSTRALIAN CURRICULUM. **Assessment and Reporting Authority (ACARA)**. 2016. Disponível em: <<http://www.australiancurriculum.edu.au/science/rationale>>. Acesso em: 24 out. 2016.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Paralelo, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** – Ensino Médio, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

_____. **Base Nacional Comum Curricular** – Educação Infantil e Ensino Fundamental, 2017. Disponível em: <<http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-fundamental>>. Acesso em: 24 out. 2018.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2016.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2016.

BYBEE, Rodger W. Scientific Inquiry and Science Teaching. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science**: implications for teaching, learning, and teacher education. Dordrecht: Springer, 2006. Chapter 1, p. 1-12.

_____; TROWBRIDGE, Leslie W.; POWELL, Janet C. **Teaching Secondary School Science**: Strategies for developing Scientific Literacy. New Jersey: Pearson, 2004.

BYBEE, Rodger W. **Reforming Science Education**: social perspectives & personal reflections. New York and London: Teachers College, Columbia University, 1993.

CACHAPUZ, Antonio; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARMO, Miriam Possar do. **O desenvolvimento conceitual de estudantes sobre a estrutura da matéria e sua utilização na explicação de fenômenos**: um estudo longitudinal. 2015. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CARVALHO, Anna M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**. Condições Para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

_____. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinamentos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 57-67, 2002.

CHIARO, S.; AQUINO, K. A. S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.

COLAGRANDE, E. A.; MARTORANO, S. A. A.; ARROIO, A. Views of a group of pre-service science teachers on the use of experimental activities in science teaching. **Problems of education in the 21st Century**, [s. l.], v. 75, n. 6, p. 525-534, 2017.

_____. **A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas**: um estudo com professores de ciências em formação. 2016. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CONRADO, D. M.; NIÑO EL-HANI, C. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, II SINECT, 2., 2010, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa, PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010. p. 1-16.

DEBOER, G. E. Scientific Literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

DOURADO, L.; SEQUEIRA, M. Uma análise da relação entre os conceitos de método científico e de investigação. In: ENCUESTRAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, 22., 2002, La Laguna. **Anais**. La Laguna: Centro Superior de Educación Universidad de La Laguna, 13 de setembro de 2002. Disponível em: <<https://apice.webs.ull.es/pdf/351-076.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A. ; PIETROCOLA, M. A natureza da ciência na escola básica: enfrentando obstáculos na construção de narrativas históricas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, p. 3241-3245, 2009. Número extra. Trabalho apresentado no VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2009.

_____. Teorias da luz e Natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no Ensino Médio (completo). In: XI ENCONTRO DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0172-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e educação**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, 1999.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. Tradução: Paulo A. Porto. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, p. 53-66, 1988.

_____. Is there a scientific method? **Journal of Education in Chemistry**, [s. l.], v. 19, p. 112-116, 1982.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Journal of Science Education**, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Journal of Science Education**, [s. l.], v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

HURD, P. D. Scientific Literacy: new minds for a changing world. **Journal of Science Education**, [s. l.], v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

_____. Science Literacy: Its Meaning for American Schools. **Educational Leadership**, Washington, v. 16, n. 1, p. 13-16, 1958.

JIMÉNEZ-TENORIO, N.; OLIVA, J. M. Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 423-439, 2016.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. The status of preservice science teacher education: a global perspective. **Journal of Science and Teacher Education**, [s. l.], v. 26, p. 1-6, 2015.

_____. Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (eds.). **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah, Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 831-879.

LIMA, Viviani Alves. **Um processo de reflexão orientada vivenciado por professores de química: o ensino experimental como ferramenta de mediação**. 2013. 256 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de

Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LUTFI, Mansur. **Os ferrados e cromados – produção social e apropriação privada do conhecimento químico**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 1992.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, R. A. Que tipo de História da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Episteme**, Porto Alegre, n. 10, p. 39-56, jan./jun. 2000.

MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. A História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: uma proposta para o ensino de cinética química. In: SANTANA, E. M.; SILVA, E. L. (org.). **Tópicos em ensino de química**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2014. cap. 4, p. 89-114.

_____; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética Química no período de 1929 a 2004. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem por compreensão e reflexão. **Aprendizagem significativa em Revista**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 35-43, 2012.

_____. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem significativa em Revista**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 16-24, 2011.

MATTHEWS, Michael R. **Science teaching**: The role of History and Philosophy of Science. New York: Routledge, 1994.

MBAJIORGU, N. M.; ALI, A. Relationship between STS approach, scientific literacy, and achievement in biology. **Journal of Science Education**, [s. l.], v. 87, n. 1, p. 31-39, 2003.

MELLADO, V. The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. **Science Education**, [s. l.], v. 82, p. 197-214, 1998.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000**: Science education for the future – The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. London: King's College, School of Education, 1998. Disponível em: <<http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>>. Acesso em: 24 de out. 2016.

MIRANDA, M. S.; SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições

para a formação inicial docente. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie. A. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

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

NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Brasil no PISA 2015**: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

PELLA, M. O. The place or function of science for a literate citizenry. *Science Education*, Madison, v. 60, n. 1, p. 97-101, Jan./Mar. 1976.

PEME-ARANEGA, C.; MELLADO, V.; LONGHI, A. L.; MORENO, A.; RUIZ, C. La interacción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nivel secundario: Estudio longitudinal de desarrollo profesional basado en el proceso de reflexión orientada colaborativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, España, v. 8, n. 1, p. 283-303, 2009. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART15_Vol8_N1.pdf. Acesso em: abr. 2014.

ROBERTS, D. A. Scientific Literacy/Science Literacy. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (eds.). **Handbook of Research on Science Education**, 2007, p. 729-780.

ROSA, S. E.; AULER, D. Não neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando silenciamentos em práticas Educativas CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Santa Catarina, v. 9, n. 2, p. 203-231, 2016.

RYAN, A. G.; AIKENHEAD, G. S. Students' preconceptions about the epistemology of Science. **Journal of Science Education**, Saskatoon, v. 76, n. 6, p. 559-580, 1992.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.

_____.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul./dez. 2002.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

_____. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações

entre Ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. Especial, p. 49-67, nov. 2015.

SCHUURMAN, Egbert. **Fé, esperança e tecnologia**. Tradução de Thaís Semionato. Viçosa, MG: Ultimato, 2016. (Coleção Ciência e Fé Cristã).

SHEN, B. S. P. Views: Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American Scientist**, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 265-268, May/June 1975.

SILVA, D. P.; MARCONDES, M. E. R.; AKAHOSHI, L. H. Planejamento de Atividades Experimentais Investigativas e a Proposição de Questões por um Grupo de Professores de Química. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 8., 2011, Campinas. **Anais**. Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1336-1.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 01, p. 101-118, jan./abr. 2010.

SILVA, Aparecida de Fátima Andrade. **Processo de reflexão orientada na formação de professores dos anos iniciais**: concepções e práticas sobre o ensino de ciências. 2015. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SUART, Rita de Cássia. **Formação inicial de professores de química**: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio. 2016. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

_____; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

_____. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

VIEIRA, R. M.; MARTINS, I. P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, [s. l.], n. 6, v. 2, p. 101-121, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de autorização

Termo de autorização

Eu _____, RG _____, participante do grupo de discussões sobre o ensino de Química durante a disciplina de PRÁTICA DE ENSINO DE QUÍMICA II – VESPERTINO e NOTURNO da Universidade XXX, ministrada pelo prof. _____, auxiliado pela pesquisadora profa. Ms. Susan Bruna Carneiro Aragão, como parte de sua pesquisa de doutorado junto ao Programa Interunidades (Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação) da Universidade de São Paulo, sobre a orientação da profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes, autorizo, gratuita e espontaneamente, a utilização de minhas gravações de áudio e vídeo e todo material produzido durante as discussões, para as finalidades descritas a seguir:

- Publicação em tese de doutorado
- Publicação em revistas científicas
- Exposição em congressos científicos

A identidade dos participantes do grupo será mantida em sigilo. A utilização deste material não gera nenhum compromisso de ressarcimento, a qualquer preceito, por parte do pesquisador. Todo o trabalho realizado torna-se uma informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional.

São Paulo, ____ de _____ de 2015.

Assinatura

APÊNDICE B - Instrumentos de coleta de dados durante a UC PPEQ II - 2015

INSTRUMENTO 1 (2015)

Por favor, responda ao questionário abaixo com suas ideias.
Muito obrigada pela sua colaboração!

Nome:	
E-mail:	Data:
Modalidade do curso: () Química () Física () Biologia	
Previsão do ano de conclusão do curso:	Pretende seguir a carreira de professor de Química: () Sim () Não
Quais disciplinas ligadas à prática de Ensino de Química? Quais?	

1. Por que você **escolheu** cursar Licenciatura em Ciências?

Marque com um **X** quantas afirmações quiser.

- () Porque teve bons professores de química na escola.
 () Porque gosta de estudar química.
 () Porque quer ser professor de química.
 () Porque não tinha recursos financeiros para pagar outro curso.
 () Por causa do mercado de trabalho sempre necessitar de profissionais nessa área, e porque preciso trabalhar durante a graduação.
 () Porque é um curso fácil de entrar.
 () Queria ter feito bacharelado em química mas era mais difícil de passar no vestibular.
 () Porque queria estudar em uma universidade pública e esse foi o curso mais fácil de entrar.
 () Sem motivo específico.
 () Outro: _____

2. Quando você estava no Ensino Médio, o que você **mais gostava** nas aulas de química?

Marque com um **X** quantas afirmações quiser.

- () Das aulas no laboratório.
 () Tirava boas notas nas provas.
 () Do professor.
 () Do conteúdo.
 () Das aulas, porque o professor dava vários exemplos de coisas do cotidiano que tem química.
 () Das aulas porque o professor fazia perguntas que levavam os alunos a pensar.
 () Das aulas porque o professor explicava como a química foi se desenvolvendo e como as coisas foram descobertas.
 () outro _____
3. Quando você estava no Ensino Médio, o que você **menos gostava** nas aulas de química? Marque com um **X** quantas afirmações quiser.
- () O professor não explicava bem o conteúdo.
 () O professor não promovia um diálogo com os alunos durante a explicação.
 () O professor não levava os alunos no laboratório.
 () As provas eram difíceis.
 () Precisava estudar muito para não ficar de recuperação.
 () Tinha de decorar muita coisa.
 () Decorava mais coisas do que aprendia.
 () Eram muitos cálculos a fazer.
 () Outro: _____
4. Você já trabalhou ou trabalha como professor?
 () Sim, no passado. () Sim, atualmente. () Não.
5. Se você já trabalhou ou trabalha como professor, responda:
 a) Quanto tempo de experiência você tem como professor: _____
 b) Você lecionou/leciona para:
 () Ensino médio – séries: _____
 () Ensino Fundamental – séries: _____
 () Rede pública () Rede privada () Ambas
 Local: _____
 Cursinho. Qual? _____
6. Você trabalha ou já trabalhou na indústria química?
 () Não.
 () Não, quero trabalhar apenas como professor de química.
 () Sim, no passado.
 () Sim, atualmente. Mas quero fazer a licenciatura para dar aula como complementação de renda.

Nas questões 1 e 2 a seguir, julgue as alternativas e as classifique conforme o grau de importância, sendo a seguinte classificação:

NE	0	1	2	3	4	5
Não entendi	Sem opinião formada	Nada importante	Pouco importante	Razoavelmente importante	Importante	Muito importante

1. Ensinar Química no Ensino Médio é importante pois:
 () possibilita ao aluno compreender o mundo que vive.
 () ajuda o aluno a passar nos vestibulares.
 () os alunos precisam aprender os conceitos químicos.
 () motiva o aluno a se interessar pela química.
 () faz parte do currículo do Ensino Médio.
2. Para ensinar química no Ensino Médio é preciso que o professor:
 () saiba transmitir seu conhecimento.
 () domine os conteúdos de química.
 () transmita a informação mas com criatividade, sabendo selecionar conteúdos mais adequados, de interesse dos alunos.

- () conheça metodologias para a construção do conhecimento.
- () conheça as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) associadas a construção do conhecimento.
- () relacione a química com problemas sociais e permita que os alunos formulem soluções para resolver estes problemas.
- () siga uma programação de conteúdos.
- () conheça a história da química.
- () transmita uma visão dinâmica da ciência e não fechada.
- () relacione a química com o contexto social dos alunos, para desenvolver senso crítico e reconstruir o conceito coletivamente.
- () dê oportunidade para o aluno elaborar seu conhecimento.
- () promova debates em sala de aula em que a química não é o principal tema do debate.
- () aplique avaliações com questões de múltipla escolha para preparar os alunos para o vestibular.
- () faça relações dos conceitos químicos com outras disciplinas.

Pensando no ensino de química e como professor, para você o que é alfabetização científica?

Você acha que o ensino de química pode proporcionar a alfabetização científica dos alunos? Por que?

INSTRUMENTO 2 (2015)

Por favor, responda ao questionário abaixo com suas ideias.
Muito obrigada pela sua colaboração!

Nome:	Data:
--------------	--------------

Leia as 5 afirmações em cada retângulo a seguir. Em cada um deles, escolha uma afirmação que você julgue ser a mais importante e uma outra que seja menos importante para você.

<p>Para ensinar Química no Ensino Médio, é importante que o professor:</p> <p>Estabeleça relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) durante o ensino. Relacione a química e o conhecimento de outras áreas com problemas sociais, promovendo debates em sala de aula. Permita que os alunos formulem soluções para problemas. Faça relações dos conceitos químicos com outras disciplinas. Utilize exemplos do cotidiano durante as explicações para contextualizar o conteúdo.</p> <p>Mais importante: _____ Menos importante: _____</p>

<p>Para ensinar Química no Ensino Médio, é importante que o professor:</p> <p>Conheça metodologias de ensino que favoreçam a construção do conhecimento pelos alunos. Dê oportunidade para o aluno elaborar seu conhecimento. Ensine regras para memorizar as fórmulas químicas e fórmulas matemáticas usadas na química. Proponha muitos exercícios para fixar o conteúdo. Prepare os alunos para os exames de ingresso nas universidades.</p> <p>Mais importante: _____ Menos importante: _____</p>
--

<p>Para ensinar Química no Ensino Médio, é importante que o professor:</p> <p>Faça experimentos para comprovar as teorias ensinadas. Conduza atividades experimentais investigativas em sala. Saiba orientar os alunos em projetos de investigação científica. Siga o método científico nas aulas experimentais. Proponha atividades experimentais baseadas em um problema real.</p> <p>Mais importante: _____ Menos importante: _____</p>

<p>Para ensinar Química no Ensino Médio, é importante que o professor:</p> <p>Trabalhe os conceitos químicos por meio de uma abordagem histórica.</p>
--

Enfatize a importância da ciência na vida das pessoas como principal fonte de conhecimento e verdade.

Transmita uma visão dinâmica da ciência e não pronta e acabada.

Proponha a leitura e discussão de textos sobre a história da construção do pensamento científico.

Mostre como os conhecimentos científicos são os principais responsáveis pelo desenvolvimento da humanidade.

Mais importante: _____ **Menos importante:** _____

Para ensinar Química no Ensino Médio, é importante que o professor:

Siga uma programação de conteúdos partindo do estudo da estrutura da matéria para em seguida, abordar transformações químicas e o estudo dos materiais.

Aplique avaliações para diagnosticar a aprendizagem e melhorar as estratégias de ensino.

Avalie por meio de provas para verificar a aprendizagem do conteúdo pelos alunos.

Saiba analisar criticamente os conteúdos nos livros didáticos.

Ensine a nomenclatura da química

Mais importante: _____ **Menos importante:** _____

Pensando nas afirmações apresentadas na questão anterior sobre o que é mais ou menos importante, e em outras que julgar necessárias, elabore um diagrama que esquematize o que os professores devem "saber" e "saber fazer" para ensinar Química no Ensino Médio.

INSTRUMENTO 3 (2015)

Por favor, responda ao questionário abaixo com suas ideias.
Muito obrigada pela sua colaboração!

1. Você acha que sua sequência didática apresentou uma abordagem CTS? Por quê? Use pelo menos três principais argumentos que justificam sua sequência ter uma abordagem CTS
2. Você teve facilidade ou dificuldade para elaborar sua sequência didática com abordagem CTS? Por favor, explique exemplificando o principal fator que facilitou ou dificultou na elaboração de sua sequência didática.
3. Leia os itens a seguir e assinale com um X as dificuldades que você enfrentou para elaborar sua sequência didática com abordagem CTS
 - () não encontrei artigos sobre o tema da SEQUÊNCIA DIDÁTICA
 - () dificuldade em sistematizar as ideias (colocar as ideias "no papel")
 - () dificuldade em relacionar a abordagem CTS com os conteúdos químicos
 - () dificuldade em aplicar a teoria na prática
 - () foram poucas aulas a respeito do tempo, preciso aprender mais sobre a abordagem CTS
 - () Outro: _____
4. Você acha que algumas das dificuldades que você enfrentou para elaborar sua sequência didática com abordagem CTS se devem à sua formação no Ensino Médio? E na graduação? Justifique.

Em sua opinião, qual a importância de uma sequência didática com abordagem CTS no ensino de química?

5. Utilize a codificação a seguir julgar as afirmações a seguir:

NE	0	1	2	4
Não entendi	Sem opinião formada	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo

- A. Minha sequência didática apresentou abordagem CTS. ()
- B. Me empenhei bastante nesse trabalho, mas penso que ainda preciso estudar mais sobre a abordagem CTS. ()
- C. Não tive tempo de entender direito esse assunto, mas elaborei a sequência didática mesmo assim. ()
- D. Não é possível fazer relações entre ciência, tecnologia e sociedade em sala de aula. ()
- E. Não consegui estabelecer relações entre ciência e tecnologia em minha sequência didática. ()
- F. A abordagem CTS não auxilia na aprendizagem dos alunos. ()
- G. Valorizo mais os conteúdos e menos os aspectos de contextualização. ()
- H. O conteúdo químico não estava relacionado ao contexto em minha sequência didática. ()
- I. Minha sequência didática apresentou muito conteúdo químico mas pouco contexto. ()
- J. Poderia ter feito uma sequência didática melhor se tivesse tido a oportunidade de aprofundar meus conhecimentos a respeito. ()
- K. Não tenho interesse em aprender esse tipo de abordagem de ensino. ()
- L. Minha sequência didática apresentou muito contexto mas pouco conteúdo químico. ()
6. Pensando nos níveis de contextualização que você estudou em aula, leia os itens a seguir, e escolha APENAS um deles em que você classificaria sua sequência didática?
- A. **Exemplificação do conhecimento químico** - Contextualização como apresentação de ilustrações e exemplos de fatos do cotidiano ou aspectos tecnológicos relacionados ao conteúdo químico que está sendo tratado. ()
- B. **Descrição científica de fatos e processos** - Os conhecimentos químicos estão postos de modo a fornecer explicações para fatos do cotidiano e de tecnologias, estabelecendo ou não relação com questões sociais. A temática está em função dos conteúdos. ()
- C. **Compreensão da realidade social** - O conhecimento químico é utilizado como ferramenta para o enfrentamento de situações problemáticas, o conhecimento científico está em função do contexto sócio-técnico. ()
- D. **Transformação da realidade social** - Discussão de situações problemas de forte teor social, buscando sempre, o posicionamento e intervenção. ()
7. Pensando no item que você escolheu na questão anterior, como você o identifica em sua sequência didática? Justifique com exemplos de sua sequência que faz com que você pense assim.
8. Você acha que sua sequência didática pode proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico e a formação da cidadania dos alunos? Se achar que não, o que você sugere para atingir estes objetivos?
9. Você acha que sua sequência didática pode ser aplicada em sala de aula? Por quê? Caso discorde, o que você sugere para viabilizar sua aplicação?
10. Pensando na disciplina de Prática de Ensino de Química II, responda às questões a seguir

	Sim, frequente-mente	Sim, às vezes	Muito pouco	Não, nunca
Fui levado a refletir sobre como ensinar conceitos de química.				
Tive a chance de me colocar no papel de professor de química e pensar sobre o que devo fazer em sala de aula.				
Durante as aulas tenho liberdade em expor minhas ideias e compartilhá-las com os colegas.				
Essa disciplina não despertou meu interesse em ser professor de química.				
A disciplina é muito teórica e não consigo entender muito bem o que a professora fala.				
Não me sinto confortável em expressar minhas ideias na disciplina.				
Essa disciplina não tem muito significado para mim.				
Me dediquei aos estudos semanalmente				

Gostaria de ter me dedicado mais aos estudos, mas não tive tempo de fazê-lo.				
Não me interesse por esse disciplina.				

Nome: _____ Data: ____/____/____

INSTRUMENTO 4 (2015)

Por favor, responda ao questionário abaixo com suas ideias.
Muito obrigada pela sua colaboração!

Nome: _____	Data: _____
--------------------	--------------------

Assinale um X na coluna que expressa sua opinião sobre a História da Ciência no ensino de química:

TABELA 1	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo
Contribui para os alunos compreenderem os conhecimentos científicos.			
Deve fazer parte do ensino de química.			
É útil para a formação do professor.			
Seu uso poderia melhorar a participação dos alunos no processo ensino-aprendizagem.			
Deve fazer parte da estrutura curricular do Ensino Médio.			
Pode minimizar as distorções da visão de ciências dos alunos.			

Para você, foi importante ter contato com a abordagem da História e Filosofia da Ciência em sua formação? Quais contribuições essa abordagem proporcionou em sua formação de professor de Química?

Em sua opinião, qual a importância dessa abordagem no ensino de química para o Ensino Médio?

Em que aspectos a abordagem da História e Filosofia da Ciência difere do ensino tradicional em termos de aprendizagem dos alunos?

Assinale um X na coluna que expressa sua opinião:

TABELA 2	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo
Conheço apenas fatos isolados da História da Ciência.			
Eu tenho receio de abordar o contexto histórico durante as aulas.			
Eu não conheço o valor e o sentido que tem a História da Ciência como estratégia didática.			
Eu não tenho muito conhecimento sobre a História da Ciência, mas gostaria de estudar mais sobre isso.			
Eu não gosto da História da Ciência.			
Passei a gostar mais de alguns assuntos de ciência depois que estes me foram contextualizados historicamente.			
Passei a ter uma outra dimensão de alguns temas científicos quando estes me foram apresentados com sua relação histórica.			
Eu não sei como utilizar a História da Ciência no ensino de Química.			
Eu não me sinto preparado/a para ensinar ciência com um enfoque histórico.			
Eu gostaria de aprender mais sobre a abordagem da História da Ciência em ensino de química.			
Eu acho interessante a abordagem da História da Ciência, mas prefiro priorizar outros conteúdos, como a contextualização e a experimentação.			

Em sua opinião, é viável utilizar a abordagem da HFC em sala de aula? Justifique sua resposta utilizando as afirmações da tabela 2.

Quais serão as possíveis dificuldades que você enfrentará (exceto a falta de tempo e o número de aulas por semana) como professor de química, para utilizar essa abordagem no ensino de Química? Justifique sua resposta utilizando as afirmações da tabela 2.

Pensando na disciplina de Prática de Ensino de Química II, responda às questões a seguir:	Sim, frequentemente	Sim, às vezes	Muito pouco	Não, nunca
Fui levado a refletir sobre como ensinar conceitos de química baseado na abordagem da História da Ciência.				
Antes da disciplina eu desconhecia essa abordagem, mas agora quero aprofundar meus conhecimentos sobre História da Ciência.				
Durante as aulas tenho liberdade em expor minhas ideias sobre a História da Ciência e compartilhá-las com os colegas.				
Essa disciplina não despertou meu interesse em usar a abordagem da História da Ciência em sala de aula.				
Não tenho interesse na abordagem da História da Ciência.				
A disciplina é muito teórica e não consigo entender muito bem o que a professora fala sobre História da Ciência.				
Não me sinto confortável em expressar minhas ideias na disciplina.				
Essa disciplina não tem muito significado para mim.				
Tenho me dedicado aos estudos dessa disciplina semanalmente.				
Gostaria de ter me dedicado mais aos estudos dessa disciplina, mas não tive tempo de fazê-lo.				

Nome: _____ Data: ____/____/____

INSTRUMENTO 5 (2015)

Por favor, responda ao questionário abaixo com suas ideias.

Muito obrigada pela sua colaboração!

- Quais dificuldades você acha que vai enfrentar, quando for professor, para inserir esse tipo de atividade em suas aulas (assinale quantas afirmações quiser):
 - ☐ A escola não ter laboratório.
 - ☐ Falta de material como reagentes e vidrarias.
 - ☐ Falta de tempo para preparar e depois organizar o material para esse tipo de atividade.
 - ☐ Haver um número excessivo de alunos por sala e não ter a possibilidade de dividir a turma.
 - ☐ Você não conhecer um repertório de experimentos para cada série.
 - ☐ Os alunos não saberem se comportar no laboratório.
 - ☐ Os alunos não estarem atentos às normas de segurança.
 - ☐ Outro _____
- Mesmo enfrentando as dificuldades que assinalou na questão anterior, quando for professor (assinale somente UMA alternativa):
 - a) Sempre utilizarei atividades experimentais em minhas aulas.
 - b) Me empenharei para incluir atividades experimentais sempre que possível.
 - c) Incluirei atividades experimentais quando já tiver uma atividade pronta e que não demandar muito tempo.
 - d) Raramente incluirei esse tipo de atividade.
 - e) Nunca incluirei esse tipo de atividade.
- Você não vai incluir atividades experimentais em suas aulas, pois
 - ☐ Não se sente confortável em propor esse tipo de atividade por falta de preparo durante a formação.
 - ☐ Não se sente seguro para dar esse tipo de aula porque tem receio dos alunos se ferirem.
 - ☐ Não se sente capaz de conduzir um experimento com os alunos.
 - ☐ Outro _____
- Para você, qual é o papel da experimentação no ensino de química?
- Quais aspectos você considera mais importantes na elaboração de uma atividade experimental?
- Julgue as informações a seguir e assinale um X na coluna, de acordo com sua opinião.

Durante as atividades experimentais, é importante que o professor:

Objetivo pedagógico	Muito importante	Importante	Pouco importante
Motive e estimule o interesse dos alunos.			
Siga o método científico nas aulas experimentais.			
Proponha experimentos que o aluno possa elaborar hipóteses sobre um problema.			
Ensine como manipular instrumentos de laboratório.			
Conheça as ideias iniciais dos alunos antes deles executarem o experimento.			
Proponha experimentos com uma problematização de acordo com a abordagem CTS.			
Proponha experimentos para comprovar as teorias ensinadas na aula anterior.			
Proponha experimentos em que os alunos possam expressar sua opinião.			
Promova o entendimento da natureza da ciência (epistemologia da ciência).			
Proponha experimentos para o aluno desenvolver o pensamento crítico.			
Apresente o contexto histórico em que o experimento foi desenvolvido.			
Conduza atividades experimentais investigativas demonstrativas em sala de aula.			
Saiba orientar os alunos em projetos de investigação científica.			
Peça para os alunos repetirem o procedimento experimental até que o resultado esperado seja obtido.			
Proponha atividades experimentais que o aluno possa fazer previsões e aplicar o mesmo conceito em situações diferentes.			
Exija a elaboração de um relatório com a descrição das etapas do método científico utilizadas no experimento.			

7. Assinale um X na coluna que expressa sua opinião sobre o que as aulas experimentais podem proporcionar aos alunos:

	Não concordo	Concordo parcialmente	Concordo
Saber buscar e organizar dados, informações.			
Saber como manipular reagentes, vidrarias e equipamentos no laboratório.			
Aplicar o conhecimento teórico na prática.			
Saber elaborar hipóteses.			
Aprender a fazer previsões e generalizações.			
Compreender como a ciência é construída.			
Posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.			
Saber argumentar apresentando razões e justificativas.			
Reconhecer as relações entre conhecimento empírico e modelos teóricos explicativos.			

8. Pensando na disciplina de Prática de Ensino de Química II, responda às questões a seguir

	Sim, frequentemente	Sim, às vezes	Muito pouco	Não, nunca
Fui levado a refletir sobre as atividades experimentais no ensino de química.				

Tive a chance de me colocar no papel de professor de química e pensar sobre as atividades experimentais em sala de aula.				
Durante as aulas tenho liberdade em expor minhas ideias e compartilhá-las com os colegas.				
Essa disciplina despertou meu interesse em ser professor de química.				
A disciplina é muito teórica e tenho dificuldade em entender os conceitos.				
Me sinto confortável em expressar minhas ideias na disciplina.				
Essa disciplina tem muito significado para mim.				
Me dediquei aos estudos semanalmente.				
Gostaria de ter me dedicado mais aos estudos, mas não tive tempo de fazê-lo.				
Não me interessei por essa disciplina.				

Nome: _____ Data: ____/____/____

APÊNDICE C - Questões para entrevista com os licenciandos (2015)

Questões para entrevista com os licenciandos

- O que é ciência para você?
- Como você pode descrever o que é química e o que ela estuda?
- Se um aluno perguntasse a você porque ele deveria seguir carreira na área científica, o que você responderia?
- Na sua opinião, como futuro professor, quais são seus objetivos para o ensino de química?
- Para você, qual a definição de AC?
- Qual a importância da AC no ensino?
- Qual o papel do professor em sala de aula para promover a AC?
- Analise as cinco informações: (tiras de papel)
 - Saber conceitos
 - Relações CTS
 - Desenvolver habilidades
 - Saber como a ciência é construída
 - Experimentação
- Você acha que algum é mais importante?
- qual delas você priorizaria em seu ensino?
- Como isso pode ocorrer no EM?
- Por exemplo, no seu planejamento você levaria isso em consideração?
- Tirinhas de papel com as habilidades – colocar em ordem
 - Sobre a disciplina:
 - O que você achou da disciplina? Ela foi importante?
 - Quais eram suas expectativas?
 - Você acha que a disciplina ajudou a você pensar como professor de química?
 - As propostas que você elaborou na disciplina são viváveis para aplicar em sala de aula?
 - Como você poderia promover a AC por esses planos?
 - Você está disposto a elaborar suas aulas pensando na AC?
 - Você vai cursar a disciplina de estágio IV semestre que vem?

APÊNDICE D - Questionário com o formador para avaliar UC PPEQ II – 2015

1. De acordo com suas concepções de ensino e aprendizagem, o que você entende como alfabetização científica?

2. Quais as características que você julga importante para que uma pessoa seja considerada alfabetizada cientificamente?

Com relação a UC PPEQ II, ministrada em 2015, responda:

3. Qual a principal importância dessa UC na formação inicial do futuro professor?

4. Você pensou em desenvolver alguma(s) das característica(s), que você respondeu na questão 2, da alfabetização científica na UC? Se sim, quais e como elas foram desenvolvidas?

5. Quais foram as facilidades/dificuldades que você enfrentou para desenvolver essas características?

6. Você acha que os licenciandos conseguiram desenvolver essas características de AC? Quais você identificou que foram desenvolvidas pelos futuros professores?

Pensando na definição do conceito de Alfabetização Científica e no seu planejamento da UC, o que você pretende manter e alterar para o ano de 2016?

Tendo como foco a Alfabetização Científica, utilize o espaço a seguir para expressar suas considerações e avaliação do desenvolvimento da UC Prática Pedagógica do Ensino de Química II.

APÊNDICE E - Questões para o diário de bordo

iniciais:

1. Como o conhecimento científico é construído?
2. Como você pode descrever o que é Química/Física e o que ela estuda?
3. Por que você escolheu cursar Licenciatura em Ciências?
4. Você já trabalhou ou trabalha como professor?
5. Quais são suas expectativas para essa disciplina?

AC

6. De acordo com a sua leitura dos textos, as discussões em aula e suas próprias concepções, como você define alfabetização científica?
7. Qual é o papel do professor em sala de aula para promover a AC?
8. Você acha que está sendo alfabetizado cientificamente no curso de licenciatura? Comente.

CTS

9. O que as aulas sobre CTS contribuíram para a sua alfabetização científica?
10. Qual a importância da abordagem CTS no ensino de Química/Física/Biologia no Ensino Médio?
11. Colocando-se no papel de professor, e pensando em sua prática de ensino, você acha que foi levado a refletir sobre como ensinar conteúdos a partir da abordagem CTS?
12. Você acredita ser possível usar a abordagem CTS em suas aulas? Como isso poderia ser feito?
13. Quais as possíveis dificuldades que você enfrentará em sala de aula para aplicar essa abordagem?
14. Em sua opinião, como a abordagem CTS pode contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica dos alunos no Ensino Médio?

HFC

15. Para você, foi importante ter contato com a abordagem da História e Filosofia da Ciência em sua formação? Explique.
16. Quais contribuições essa abordagem proporcionou em sua formação de professor de ciências?
17. Em quais aspectos a abordagem da História e Filosofia da Ciência difere do ensino tradicional em termos de aprendizagem dos alunos?
18. Quais serão as possíveis dificuldades que você enfrentará (exceto a falta de tempo e o número de aulas por semana) como professor de ciências, para utilizar essa abordagem no ensino?
19. Como a abordagem da História e Filosofia da Ciência pode contribuir para alfabetizar os alunos cientificamente?

Experimentação investigativa

20. Para você, qual é o papel da experimentação no ensino de química?
21. Quais aspectos você considera mais importantes na elaboração de uma atividade experimental?
22. O que você sentiu ao realizar a atividade experimental no GEPEQ-USP?
23. A atividade realizada no GEPEQ permitiu que você refletisse sobre sua futura atuação como professor de ciências? De que maneira?
24. Quais são as possíveis dificuldades que você acha que vai enfrentar, quando for professor, para inserir atividades experimentais investigativas em suas aulas (exceto a falta de tempo e o número de aulas por semana)?

Responder após aula 31/05:

1. O que você achou da disciplina? Como ela foi importante em sua formação?
2. Relembre quais eram suas expectativas iniciais. Elas foram atingidas? Em quais aspectos? O que ficou a desejar?

3. Faça uma análise sobre suas concepções sobre AC refletindo sobre suas concepções de ensino e aprendizagem antes e depois dessa disciplina.
4. Você acha que foi alfabetizado cientificamente durante aulas de prática de ensino? Justifique.
5. Você acha que a disciplina ajudou a você pensar como professor de química?

Responder após aula 14/06:

6. Você considerou a alfabetização científica para elaborar sua sequência didática?
7. Você está disposto a elaborar suas aulas pensando na AC?
8. Analise os itens a seguir:
 - i. Saber conceitos
 - ii. Relações CTS
 - iii. Desenvolver habilidades
 - iv. Saber como a ciência é construída
 - v. Experimentação

Você acha que algum é mais importante? Qual deles você prioriza em seu ensino? Qual deles você incluirá em seu planejamento de aulas?

APÊNDICE F - Questionário COCS

O questionário *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS)*⁷² foi traduzido para o português e adaptado para esta pesquisa.

Por favor, esclareça ou refine sua resposta na coluna de observações.

Muito obrigado por sua colaboração!

Nome: _____ **Data:** ____/____/____

Os conteúdos sobre a natureza da ciência, ou seja, sobre como o conhecimento científico é construído, e os conteúdos sobre ciência, tecnologia e sociedade, e investigação científica são importantes no ensino de ciências no Ensino Médio, por terem o potencial de promover a alfabetização científica dos alunos. Pensando nisso, o questionário a seguir tem o objetivo de conhecer suas ideias sobre a natureza da ciência e suas implicações na sociedade.

Leia as afirmações a seguir e indique a sua concordância ou discordância com cada uma das afirmações, marcando um X em um dos números, sabendo que o seu significado é o seguinte:

TOTALMENTE de acordo	BASTANTE de acordo	ALGO de acordo	ALGO em desacordo	BASTANTE em desacordo	TOTALMENTE em desacordo
1	2	3	4	5	6

AFIRMAÇÕES	ACORDO / DESACORDO						OBSERVAÇÕES
1. Todas as pessoas deveriam adquirir uma sólida formação em ciências, porque os maiores problemas desse século e do futuro requerem ou requererão decisões pessoais ou públicas que tem origem no conhecimento científico.	1	2	3	4	5	6	
2. Embora muitos dos problemas que a humanidade enfrenta estão relacionados com a ciência e a tecnologia, porém suas soluções não são possíveis principalmente com base em critérios cientistas e tecnológicos.	1	2	3	4	5	6	
3. Os governos e as comunidades sociais devem subsidiar somente aquelas investigações científicas que interessam ao país.	1	2	3	4	5	6	
4. Os modelos teóricos elaborados pelos cientistas, como por exemplo, os modelos atômicos e o do DNA, pretendem descrever o mais próximo da realidade.	1	2	3	4	5	6	
5. Os melhores cientistas são os que seguem as etapas do método científico em suas investigações o mais estritamente possível.	1	2	3	4	5	6	

⁷² ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo18.htm#1a>>. Acesso em: 31 março 2016.

6. uma vez que existe atualmente uma maioria de cientistas homens, a sociedade deve fazer esforços para que a proporção de mulheres e homens que se dedicam a ciência seja aproximadamente igual.	1	2	3	4	5	6	
7. Em geral, os cientistas são mais objetivos e imparciais em suas investigações que a maioria dos demais cidadãos em seus trabalhos.	1	2	3	4	5	6	
8. É preferível que no futuro a maior parte dos engenheiros e tecnólogos continuem sendo homens, dadas as características peculiares dessa técnica.	1	2	3	4	5	6	
9. A maior parte dos cientistas se preocupam atualmente com os efeitos úteis e/ou nocivos provenientes de suas descobertas.	1	2	3	4	5	6	
10. A ciência e a tecnologia avançam mais e melhor em um país se estão mais controladas pelo governo e pela sociedade.	1	2	3	4	5	6	
11. Quando os cientistas discordam sobre um tema relacionado com a ciência ou a tecnologia muitas vezes o fazem, geralmente, por motivos pessoais.	1	2	3	4	5	6	
12. Existem áreas científicas que são mais adequadas para as mulheres, por exemplo, a biologia. E outras, como a Física, são mais apropriadas para os homens.	1	2	3	4	5	6	
13. Governos e comunidades sociais não deve dizer aos cientistas quais as questões que devem investigar, porque os cientistas são mais capazes de decidir o que deve ser investigado.	1	2	3	4	5	6	
14. Os cientistas não podem ser responsáveis por quaisquer danos que possam resultar de suas descobertas, desde então, a ciência dificilmente poderia progredir. Os usuários são responsáveis por quaisquer danos resultantes de mau uso da ciência.	1	2	3	4	5	6	
15. Para melhorar o padrão de vida de um país é melhor investir o dinheiro em pesquisa de tecnologia, em vez de pesquisa científica.	1	2	3	4	5	6	
16. Os cientistas têm a obrigação de informar ao público sobre os seus resultados usando uma linguagem apropriada para os cidadãos entendê-los.	1	2	3	4	5	6	
17. As relações sociais de cientistas não afetam seu trabalho profissional e o conteúdo do conhecimento científico de seus resultados.	1	2	3	4	5	6	
18. Os cientistas tendem a ser mais objetivos e imparciais em outras atividades de sua vida diária porque tem que ser imparciais no seu trabalho habitual (de cientista).	1	2	3	4	5	6	
19. A política de um país tem pouca influência sobre o trabalho dos cientistas, porque as suas preocupações de pesquisa são, em geral, independentemente da política.	1	2	3	4	5	6	
20. Quando as investigações científicas são corretas, o conhecimento construído por meio delas praticamente não é alterado no futuro.	1	2	3	4	5	6	

APÊNDICE G - Questões para entrevista com os licenciandos (2016)

- Você acredita que um aluno ao terminar o Ensino Médio consegue explicar fenômenos em outras áreas, como a física e a biologia?
- Na sua opinião, como futuro professor, quais são seus objetivos para o ensino de química?
- Como você pode descrever o que é Química e o que ela estuda?
- Você acha que o ensino de ciências permite o aluno entender que a química é uma ciência que está em permanente construção? Por que?
- Você acha que é possível relacionar a química com o cotidiano do aluno? Como você define cotidiano?
- Você acha que o aluno consegue reconhecer a importância do conhecimento químico para explicar fenômenos cotidianos?
- Você acha que a Química auxilia o aluno a tomar decisões em sua vida?

- Qual a importância da História da Ciência no ensino de Química?
- Você acha que o aluno entende a importância da ciência para o avanço da tecnologia? Por que?
 - Você acha que o aluno consegue relacionar o que aprende na escola com a tecnologia, a sociedade e o ambiente?
 - Qual é o papel do professor durante o ensino para que seus alunos façam esse tipo de relação?
 - Você concorda que os alunos ao terminarem o ensino médio deveriam saber utilizar a linguagem da química?
 - Você acha que o aluno consegue aplicar os métodos científicos em uma situação real, formulando perguntas, procurando e organizando informações e raciocinar logicamente? Dê um exemplo.
 - O aluno consegue descrever um mesmo conceito em diferentes representações (gráficos, tabelas, figuras, esquemas etc)?
 -
 - Você acha que um aluno, ao terminar o EM, é capaz de:
 - () Entender os conceitos de química e aplica-los em situações de sala de aula.
 - () Entender os conceitos de química e os processos investigativos de construção da ciência.
 - () Entender os conceitos de química e os processos investigativos de construção da ciência e relacioná-los com seu cotidiano.
 - () Entender os conceitos de química e os processos investigativos de construção da ciência e relacioná-los com a tecnologia, meio ambiente e sociedade.
 - Em que situações reais o aluno pode aplicar os conceitos de química aprendidos em aulas?
 - Na sua opinião, o que faz o ensino de química ser atrativo para os alunos? Você acredita que o ensino de ciências atrai os alunos para seguirem carreira na área científica? Por que sim/não?
 - Se um aluno perguntasse a você porque ele deveria seguir carreira na área científica, o que você responderia?
- Você acredita que o ensino de química atual proporciona a alfabetização científica dos alunos? Por que?
 - Qual é o papel do professor no ensino em promover esse tipo de AC?
 - Isso é possível, ou há fatores que limitam esse tipo de alfabetização? Quais fatores?
 - Qual a definição de AC?
 - Esses assuntos foram tratados no curso de licenciatura? Em quais disciplinas?
 - Você acha que sua formação preparou você para alfabetizar os alunos cientificamente?
 - Você gostaria de acrescentar algo?

ANEXOS

ANEXO A - Dados e cronograma sobre a UC PPEQ II - 2015

UNIDADE CURRICULAR: Prática Pedagógica do Ensino de Química II		
Ano letivo: 2015	Termo: sétimo	Pré-requisito: não há
Departamento: Ciências Exatas e da Terra		
Carga horária total: 72 horas (4 h semanais)		
Carga horária prática (em %): 25 %		Carga horária p/teórica (em %): 75 %
<p>OBJETIVOS</p> <p>Gerais</p> <p>Conhecer e compreender as propostas de metodologias de ensino de Química.</p> <p>Relacionar conceitos fundamentais do conhecimento químico às questões sociais e tecnológicas.</p> <p>Compreender os elementos fundamentais para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares.</p> <p>Desenvolver propostas no sentido da superação da dicotomia entre método e conteúdo.</p> <p>Possibilitar o acesso aos meios necessários para o desenvolvimento de metodologias ativas para a educação em Química que permitam a vivência no processo de investigação científica. Introdução a pesquisa qualitativa.</p> <p>Desenvolver a capacidade de elaboração de materiais pedagógicos específicos para o meio no qual a educação em Química está sendo desenvolvida.</p> <p>Específicos</p> <p>Conhecer as concepções de ciência e de ensino de Química desenvolvidas historicamente.</p> <p>Compreender as propostas sobre o ensino de Química na perspectiva CTSA;</p> <p>Produzir sequências didáticas para o ensino da Química a partir de uma concepção de ensino específica e promover a reflexão sobre inclusão.</p> <p>Produzir materiais didáticos para a educação em Química.</p> <p>Conhecer, desenvolver, experimentar outros recursos para o ensino da Química como, por exemplo, os meios midiáticos, as visitas aos museus, os estudos do meio, os projetos de intervenção no meio social, entre outros.</p>		
<p>EMENTA</p> <p>Concepções de ensino de Química.</p> <p>Temas geradores, contextualização, abordagem do cotidiano.</p> <p>Reflexão sobre a inclusão no ensino de Química.</p> <p>Estratégias de ensino associando ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.</p> <p>Material didático para uso no ensino médio.</p> <p>Desenvolvimento de práticas demonstrativas e experimentais adequadas a uma comunidade escolar específica.</p>		
<p>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</p> <p>Concepções de ciência e de ensino de ciência baseadas no positivismo, no método intuitivo, nas abordagens descritivas, no método de “redescoberta”, nas abordagens sociais, entre outros.</p> <p>Abordagens inter e transdisciplinares.</p> <p>Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.</p> <p>Sequências didáticas para o ensino da Química: bases teóricas, temas geradores, desenvolvimento e avaliação.</p> <p>Materiais didáticos para a educação em Química: textos, materiais multimídia e materiais para a realização de experimentos.</p> <p>Outros recursos para a educação em Química: visitas, entrevistas, pesquisas, entre outros.</p> <p>Dinâmica sobre inclusão.</p>		
<p>METODOLOGIA DE ENSINO</p> <p>Aulas expositivas dialogadas.</p> <p>Reflexão crítica sobre métodos e recursos de ensino.</p> <p>Análise crítica de materiais didáticos.</p> <p>Simulação de aulas.</p> <p>Seminários.</p> <p>Leitura e discussão de textos em grupo.</p> <p>Aulas práticas.</p>		

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Sala de aula.
Lousa.
Recursos Multimídia.
Visitas planejadas.
Laboratório.

AVALIAÇÃO

Avaliação continuada por meio de diferentes instrumentos.

BIBLIOGRAFIA**Básica**

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de. *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*, São Paulo: Cortez, 2009.

MALDANER, O. A., *A formação inicial e continuada de professores de química. Professores/pesquisadores*, Ijuí: Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P., *Educação em química: compromisso com a cidadania*, Ijuí: Unijuí, 2010.

Complementar

LUTFI, MANSUR, *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*, Ijuí: Unijuí, 1992;

MELLO, I. C. de. *O ensino de química em ambientes virtuais*, Cuiabá: EdUFMT, 2009

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciência . Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Editora Cortez, 2009.

Periódico Química Nova na Escola.

Prática Pedagógica do Ensino de Química II - Cronograma – 2015

Aula	Dia	Tema	Atividades
1ª.	04/02	Semana calouros	Alunos dispensados
2ª.	03/03	-Apresentação da proposta da disciplina. -Dificuldades na aprendizagem de conceitos químicos.	Atividade: Escolha dos conceitos químicos a serem trabalhados na disciplina de prática
3ª.	10/03	Visões sobre a contextualização (LUTFI,1992)	Atividade: Análise de LD
4ª.	17/03	CTS (Auler e Bazzo,2001) (Auler; Charbel)	Leitura e discussão dos textos.
55ª.	24/03	Questões sociocientíficas (SANTOS, 2007)	Atividade: elaboração de plano de ensino
66ª.	31/03	Apresentação das propostas CTS	alunos
77ª.	04/04	Apresentação das propostas CTS	alunos
88ª.	14/04	Alfabetização científica	Atividade: discussão do texto (Sasseron,2012)
99ª.	28/04	HFC	
10ª.	05/05	HFC (PCNs, Cenp, outros documentos oficiais) Gil Pérez et al (2001)	Atividade: trabalho com o texto
11ª.	12/05	HFC (Historiografia, Parâmetros)	Atividade: Análise de LD
12ª.	19/05	Currículo no ensino de ciências (ZABALA,2008)	Atividade: elaboração de plano de ensino
13ª.	26/05	Visões sobre experimentação (Suart,2014)	Revisão da literatura. Aula expositiva
14ª.	02/06	Visita ao GEPEQ	Oficinas temáticas
15ª.	09/06	Congresso Acadêmico da Graduação	

16ª.	16/06	Jogos no ensino de ciências (CUNHA, 2012)	Atividade: Elaboração de jogos.
17ª.	23/06	Avaliação final	
18ª.	30/06	Exame /Encerramento	

Carga horária: 72h

Referências

- CUNHA, M. B.; Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. *Química Nova na escola*. Vol. 34, Nº 2, p. 92-98, MAIO, 2012.
- GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*. 7 (2): 125-153, 2001.
- LENOIR, Yves. Três interpretações da perspectiva Interdisciplinar em educação em função de três Tradições culturais distintas. *Revista E-Curriculum*, São Paulo, v. 1, n. 1, dez. - jul. 2005-2006.
- LUTFI, M. *Os Ferrados e Cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí. Editora: Unijuí, 1992.
- MARTINS, Lilian A.-C. P.. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*. 11 (2), 2005.
- MOREIRA, M. A.; MODELOS MENTAIS. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, pp. 193-232, 1996. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>. Revisado 1997.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Revista Ciência & Ensino*. Vol.1, número especial: "educação em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente" (2007). Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/15>>.
- SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.16, n.1, p. 59-77, 2011.
- ZABALA, A.. *Enfoque globalizador e pensamento complexo – uma proposta para o currículo escolar*. Editora: Artmed; p.15-41. 2008.

ANEXO B - Atividades aplicadas pelo formador na UC PPEQ II - 2015

Aulas 1 e 2

Atividade 1 – PPEQ-II - (2015)

NOME: _____ DATA: _____

Descrição das atividades:

1. Identificar as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem dos conceitos químicos escolhidos.
 - Identificar as possíveis causas dessas dificuldades.
 - Duplas

FONTES PARA A PESQUISA

- Revista Química Nova na Escola: <http://qnesc.sbq.org.br/>
- Investigações em Ensino de Ciências (IENCI): <http://www.if.ufrgs.br/ieneci/>
- Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias: <http://reec.uvigo.es/>

Responder:

1. Quais conceitos químicos você acredita que são mais fáceis de aprender? []
2. Quais conceitos químicos você acredita que são mais difíceis de aprender? []

Atividade 2 – PPEQ-II - (2015)

DESAFIOS: Qual a contextualização se quer colocar em prática na sala de aula? Como fazê-la? Com quais objetivos?

Texto: O COTIDIANO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Texto extraído da obra de Mansur Lutfi, Os Ferrados e Cromados: Produção Social e Apropriação Privada do Conhecimento Químico, ed. UNIJUÍ: Ijuí, 1992.

NOME: _____ DATA: _____

Descrição das atividades:

a) A partir da leitura do texto (Lutfi) procure identificar as diferentes formas de usar a contextualização.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

b) Análise do livro didático

Livro escolhido: _____

Capítulo escolhido: _____

Como a contextualização aparece no livro analisado? Justifique.

Aulas 3 a 7

Atividade 3 – PPEQ-II - (2015)

NOME: _____ DATA: _____

Descrição das atividades:

- Leia o texto: Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. Autores: Dália Melissa Conrado e Charbel Niño El-Hani.

A partir da leitura do texto procure responder as seguintes questões:

1. Segundos os autores, o que significa formar um cidadão crítico? Como o ensino de ciências pode contribuir para essa formação?

2. Os autores no texto fazem a seguinte afirmação:

“Um dos problemas centrais do sistema educacional reside no fato de que as habilidades relacionadas ao senso crítico e a capacidade de discutir e pesquisar sobre informações relevantes para a resolução de problemas, entre outros aspectos, que deveriam ser aprendidas no ensino fundamental e médio, muitas vezes não são desenvolvidas nem mesmo no ensino superior.”

Você concorda com essa afirmação? Justifique.

3. No texto os autores, com base em Gordillo (2006), discutem as quatro competências essenciais na educação para a cidadania ativa. Como o ensino CTS pode proporcionar o desenvolvimento dessas habilidades?

4. Como o ensino de ciências pode ser planejado a partir da perspectiva CTS?

Orientação: Sequência de aprendizagem inspirada na concepção CTS – (2015)

1. Leitura dos textos discutidos em sala de aula

- Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. Dália Melissa Conrado. Charbel Niño El-Hani. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. 2011.

- Articulação Entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: Novos Caminhos Para a Educação em Ciências. Décio Auler. CONTEXTO & EDUCAÇÃO. Editora Unijuí Ano 22 nº 77 Jan./Jun. 2007 P. 167-188.

No quadro 1 a seguir podemos ver um exemplo de SD baseada no movimento CTS, organizada a partir dos três momentos pedagógicos:

Quadro 1. Organização do conteúdo programático por meio de Temas

PROGRAMAÇÃO - CIÊNCIAS - 6ª SÉRIE - FALTA D'ÁGUA EM AMERICANÓPOLIS - SP		
BLOCOS: Tópicos programáticos	FALAS X ATIVIDADES (ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA)	
I Da pia para outros equipamentos hidráulicos	<u>Fala 2:</u>	Quando falta água, a ordem em que acaba nos equipamentos da residência (tanques, pias, bacias etc) varia de casa para casa
	ER *	Quais os equipamentos hidráulicos de sua casa? Como funcionam?
	OC *	. Classificando os equipamentos hidráulicos . Pia como um sistema - funcionamento de uma torneira: alavanca, torque, pressão, rosca e ação e reação . Funções: cano, bacia e ralo - abrindo e fechando o sistema
	AC *	. Extrapolando para outros equipamentos hidráulicos
II Da caixa de descarga para a caixa d'água	<u>Fala 2:</u>	Quando falta água, a ordem em que acaba nos equipamentos da residência (tanques, pias, bacias etc) varia de casa para casa
	ER	Como funciona a caixa de descarga?
	OC	. Sifão e bóia: vasos comunicantes, empuxo e feed-back negativo
	AC	. Reservatórios de água

III Distribuição da água: da casa para o bairro	<u>Fala 4, 5:</u>	A água acaba sempre antes em algumas casas e depois em outras. Nem sempre acaba a água em todas as regiões do bairro; há regiões onde a falta é mais frequente
	ER	A água apresenta a mesma pressão em todos os equipamentos hidráulicos da casa? Quando ocorrem vazamentos?
	OC	. Relações entre os equipamentos hidráulicos de uma casa . Vazamentos no sistema (desequilíbrios e conservações)
	AC	. Distribuição da água no bairro
IV Estação de tratamento de água	<u>Fala 3:</u>	Após a falta de água, ela chega esbranquiçada e com cheiro desagradável
	ER	Que usos fazemos da água? Quando podemos considerar a água como de boa qualidade para o consumo?
	OC	. Propriedades físico-químicas da água: solubilidade, miscibilidade, densidade etc - Fracionamento de misturas - Utilização da água pelos seres vivos
	AC	. Estação de tratamento de água
V Consumo de água (homem)	ER	Qual o consumo de água em sua casa? E no seu bairro?
	OC	. Leitura do hidrômetro; Cálculo do consumo médio e controle
	AC	. Consumo total de água na cidade (estimativa)

Quadro 1. continuação		
VI Estação de tratamento de esgoto; Represa - ciclo da água na natureza	Fala 6:	A falta de chuva é uma fatalidade; quando há estiagem sempre falta água
	ER	Para onde vai a água utilizada em sua casa? Ela poderia ser reutilizada? Como?
	OC	. Sistema de coleta de esgoto . Esgoto doméstico e Industrial . Coleta parcial: perda na captação . Fontes fornecedoras: Mananciais
	AC	. Ciclo da água (natureza): calor e clima como fatores reguladores
VII Distribuição social da água - visão geral do processo e extrapolações para o planeta	Fala 7:	Mesmo nos períodos chuvosos há falta de água
	ER	O que há de comum entre o funcionamento de um equipamento hidráulico e a distribuição da água urbana? Quais são os fatores reguladores nos dois níveis? Só a falta de chuva explica o abastecimento precário em alguns bairros?
	OC	. Retomando o funcionamento hidráulico (tanque, casa, cidade) . Distribuição da água (prioridades socioeconômicas e políticas)
	AC	. Ciclo da água no planeta e a interferência humana . Retomando e questionando todas as sete falas iniciais . Propostas para a superação da falta d'água no bairro
Momentos pedagógicos: ER * - estudo da realidade; OC *: organização do conhecimento; AC *: aplicação do conhecimento		

Fonte: Silva (2004, p. 405).

Orientação para apresentar o projeto pedagógico de abordagem CTS

- 1 – Nome dos discentes, UC, professores etc.
- 2 – Descrição do contexto educacional para o qual a proposta será desenvolvida
- 3 – Objetivos pedagógicos da proposta (conteúdos científicos e sobre a ciência, tecnologia, sociedade)
- 4 – Tema do projeto (deixando claro o problema e o conteúdo, por exemplo, “Corpo humano e a desocupação do Pinheirinho”)
- 5 – Tempo de duração (numero de aulas e meses)
- 6 – Problematização inicial
- 7 – Polêmicas ou controvérsias envolvidas
- 8 – Elementos utilizados (faça a lista de conteúdos científicos, sociais, morais, éticos, tecnológicos que se pretende abordar)
- 7 – Recursos materiais necessários (descreva tudo que o professor irá precisar para implementar o projeto)
- 8 – Descrição da proposta (descreva como irá conduzir a proposta, como a problematização irá requerer conteúdos de ciência, como serão enfocados os produtos tecnológicos envolvidos, que tipo de exercício será realizado, quais atividades serão propostas, como debates, júri, simulados, pesquisas de campo, entrevistas com especialistas, pesquisas GUIADAS na internet, exercícios, laboratórios etc).
- 9 – referencias bibliográficas (tudo o que leu e consultou na sala e o que foi prospectado pela dupla. Tudo que utilizou).

Aula 8

Atividade 4 – PPEQ-II - (2015)

Descrição da atividade: Procure responder as questões para discussão do artigo: Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. Sasseron e Carvalho, 2011.

1. Para você, o que significa "alfabetizar"?
2. E alfabetização científica ?
3. Qual a definição de AC apresentada pelas autoras?
4. Por que podemos falar que AC é um conceito polissêmico?
5. Quais termos podemos encontrar na literatura, além de AC?
6. Quais as semelhanças e diferenças que esses termos se remetem?
7. Quais são as dimensões de AC defendidas por Bybee (1995)?
8. Como podemos relacionar AC e o ensino de Química?
9. Em sua opinião, por que os alunos devem aprender química?

10. Você acha que os alunos são alfabetizados cientificamente no ensino médio nas escolas atualmente? Justifique.
11. Para você, quais aspectos deveriam ser levados em consideração para um ensino voltado para a AC, que hoje não são considerados?
12. Pensando como professor de química, você acha que é possível alfabetizar cientificamente os alunos no ensino médio?
13. Como é possível viabilizar o ensino voltado para a AC?

Aulas 9 a 11

Orientação para aula sobre a abordagem HFC - 2015

HFC no Ensino - PARTE 2 DAS ORIENTAÇÕES

Dando continuidade ao tema HFC no Ensino, as próximas aulas voltam-se para o aprofundamento da etapa II e para iniciar a etapa III, visando os usos da HFC em sua prática profissional, **como meio para atingir certos fins**:

- I) O professor necessita saber identificar as concepções de ciências que as narrativas históricas transmitem (ou problematizar a pseudohistória, como **visto em PPC**);
- II) O professor necessita saber identificar materiais historiograficamente atuais sobre HFC que sejam adequados para o ensino (discutido em aula anterior, confrontando duas abordagens sobre o mesmo tema);
- III) O professor necessita saber preparar uma proposta didática utilizando a HFC na Escola Básica.

Procedimento:

- 1) Faça uma relação de recursos, abordagens e atividades didáticas que podem ser utilizadas para inserir HC na sala de aula, consultando os textos abaixo. A idéia é conhecer exemplos de inserção da HFC na Escola Básica, mediante perspectivas **historiográficas e educacionais atuais**. Fique atento à adequação das atividades, ao tipo de abordagens, se há risco de visões indesejadas sobre a ciência. Reflita sobre os objetivos pedagógicos que a proposta **pretende** atingir e as que ela **pareceu conseguir** atingir.

FABRICIO, Caroline Morato; GUIMARÃES, Luciana Mamus; AIRES, Joanez Aparecida. Abordagem História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química por meio da biografia de Lavoisier. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7547/5320>>. Acesso em: abr. 2015

PIRES, Romulo de Oliveira; ABREU, Thais Costa; MESSEDER, Jorge Cardoso. Proposta de ensino de química com uma abordagem contextualizada através da história da ciência. **Ciência em tela**, v. 3, n. 1, 2010. Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0110_messeder.pdf>. Acesso em: abr. 2015.

MORAIS, Angelita; GUERRA. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Rev. Bras. Ensino Fis. vol. 35 no. 1 São Paulo Jan./Mar. 2013**. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000100018&script=sci_arttext

BRAGA, Marco; MEDINA, Márcio. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. *Cad. Bras. Ens. Fís. UFSC*, Florianópolis, SC, Brasil, v. 27, n. 2 (2010).

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p313>

FORATO, T.C.M.; MARTINS, R. de A.; PIETROCOLA, M. Alguns debates históricos sobre a natureza da luz: discutindo a natureza da ciência no ensino. In: Martins, R. de A.; Lewowics, L.; Ferreira, J.H. ; Silva, C.C. ; Martins, L.A.P. (Org.). 1 ed. Campinas: AFHC, 2010, v. 1, p. 616-626. <http://www.academia.edu/9706970/FORATO_T.C.M._MARTINS_R.de_A._PIETROCOLA_M._Alguns_debates_hist%C3%B3ricos_sobre_a_natureza_da_luz_discutindo_a_natureza_da_ci%C3%A2ncia_no_ensino._In_Martins_R.de_A._Lewowics_L._Ferreira_J.H._Silva_C.C._Martins_L.A.P._Org._1_ed._Campinas_AFHC_2010_v._1_p._616-626>.

- 2) Tragam um desses textos para a próxima aula, que será objeto para a preparação de uma proposta para o Ensino Médio. Caso alguém queira trazer outro texto, HISTORIOGRAFICAMENTE atual, pode trazer:

turma da PPQuímica: <http://www.iq.usp.br/palporto/BaldinatoPortoQNEsc2008.pdf>

turma da PPFísica: Cibelle Celestino Silva, Ana Carolina Pimentel. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. CBEF, V 25, n1, p141 – 159, 2008.

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n1p141>

Aulas 12 a 14

Orientação para aula sobre a abordagem EI - 2015

Atividade Experimental 1

Em tubos de ensaio distintos, adicione os reagentes e preencha a tabela conforme indicado.

Reagente	Papel tornassol azul	Papel tornassol vermelho	Fenolftaleína	Extrato de repolho roxo
Água				
Água + ácido clorídrico				
Água + vinagre				
Água + suco de limão				
Água + hidróxido de sódio				
Água + sabão em pó				
Água + leite de magnésia				
Água + sal				
Água + açúcar				
Amostra de solo				

Sabendo que:

Solução	Tornassol Azul	Tornassol Vermelho	Fenolftaleína	Extrato de repolho roxo
Ácida	vermelho	vermelho	incolor	vermelho
Básica	azul	azul	rosa	azul ou amarelo

Identifique as soluções aquosas como ácidas ou básicas.

Reagente	Identificação da solução (ácida ou básica)
Água	
Água + ácido clorídrico	
Água + vinagre	
Água + suco de limão	
Água + hidróxido de sódio	
Água + sabão em pó	
Água + leite de magnésia	
Água + sal	
Água + açúcar	
Amostra de solo	

Atividade Experimental 2

Questão problema: Sabendo que o cultivo da mandioca se adapta melhor em meio ácido, como você identificaria o solo de um terreno antes de iniciar a sua plantação?

Em tubos de ensaio distintos, adicione os reagentes e preencha a tabela conforme indicado:

Reagente	Papel tornassol azul	Papel tornassol vermelho	Fenolftaleína	Extrato de repolho roxo
Água				
Água + ácido clorídrico				
Água + vinagre				
Água + suco de limão				

Água + hidróxido de sódio				
Água + sabão em pó				
Água + leite de magnésia				
Água + sal				
Água + açúcar				
Amostra de solo				

Sugestões de questões para serem discutidas em sala ou para os alunos responderem:

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação? ^[1]_[SEP]
2. Como você classificaria uma substância baseando-se na coloração obtida com o papel de tornassol azul? ^[1]_[SEP]
3. Proponha uma solução para o problema baseando-se nos resultados experimentais obtidos e nas hipóteses elaboradas. ^[1]_[SEP]
4. O que você faria para determinar se uma amostra de chuva coletada em uma região industrial está ácida? ^[1]_[SEP]

Roteiro para experimento sobre densidade

CCE-QUÍMICA

PARFOR

TÍTULO: Densidade.

OBJETIVO: Compreender o conceito de densidade e verificar a densidade de alguns metais.

MATERIAL:

proveta de 25 mL (preferencialmente de plástico)
cilindros ou amostras de metais (não identificados)
1 conta gotas
água
balança

PROCEDIMENTO:

1. Pese o cilindro metálico seco. Anote o valor da massa obtida.
2. Coloque água de torneira na proveta até 15 mL e acerte o menisco.
3. Coloque uma das amostras de metal desconhecido **devagar** na proveta (para não quebrá-la se acaso for de vidro), inclinando-a sem derramar a água. Anote a diferença de volume (lembre-se que a diferença de volume é o volume do metal).
4. Calcule a densidade do metal analisado.
5. Repita este procedimento para outra amostra de metal.

Metal	Densidade (g/cm ³)	Metal	Densidade (g/cm ³)
<i>Prateado</i> Alumínio	2,7	Mercurio	13,5
Chumbo	11,3	Ouro	19,3
<i>Bronze</i> Cobre	8,9	Platina	21,4
<i>Oxidado</i> Ferro	7,8	Prata	10,5
Magnésio	1,7	Titânio	4,5

BIBLIOGRAFIA :

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. *Interações e Transformações - Química para o Ensino Médio - Livro do Aluno/GEPEQ*. São Paulo: EDUSP, 1993.

<i>massa do objeto</i>	<i>15 mL de água</i>		<i>ML (Metal)</i>	<i>Dens.</i>
Branco → 5g	→ 19,8 mL	<i>4,012525</i>	→ 4,8	→ 1,042
Prateado → 10g	→ 18,4 mL	<i>0,5435</i>	→ 3,4	→ 2,94
Oxidado → 29g	→ 18,8 mL	<i>0,5420</i>	→ 3,8	→ 7,632
Bronze → 32g	→ 18,5 mL	<i>0,7247</i>	→ 3,5	→ 9,143
Dourado → 31g	→ 18,7 mL	<i>0,6578</i>	→ 3,7	→ 8,38

Orientações para o trabalho final

Elaboração de uma sequência didática – abordagem CTS, HFC ou EI.

Durante a disciplina de Práticas Pedagógicas de Química II, você pode estudar abordagens de ensino e planejar sequências didáticas a serem utilizadas na disciplina do Estágio IV. Como trabalho final, elabore uma sequência didática utilizando a abordagem CTS, a História e Filosofia da Ciência e a experimentação investigativa. Ela deve apresentar os seguintes conteúdos:

1. Descrição do contexto educacional para o qual a proposta será desenvolvida (escola pública, particular, série, bimestre que será tratado o conteúdo).
2. Número de aulas (mínimo 4 e máximo 8 aulas).
3. Objetivos pedagógicos da proposta (conteúdos científicos e sobre a ciência, tecnologia, sociedade, contexto histórico)
4. Tema do projeto (deixando claro o problema)
5. Tempo de duração (número de aulas e meses)
6. Problematização inicial
7. Polêmicas ou controvérsias envolvidas
8. Episódio da história da Ciência a ser trabalhado
9. Elementos utilizados (faça a lista de conteúdos científicos, sociais, morais, éticos, tecnológicos que se pretende abordar)
10. Recursos materiais necessários (descreva tudo que o professor irá precisar para implementar o projeto, giz, lousa, data show, laboratório, reagentes, vidrarias etc)
11. Descrição da proposta (descreva como irá conduzir a proposta, como a problematização irá requerer conteúdos de ciência, como serão enfocados os produtos tecnológicos envolvidos, que tipo de exercício será realizado, quais atividades serão propostas, como debates, júri simulados, pesquisas de campo, entrevistas com especialistas, pesquisas guiadas na internet, exercícios, laboratórios etc.).
12. Referências bibliográficas segundo a ABNT.

ANEXO C – Cronograma UC PPEQ II – 2016

CRONOGRAMA – 2016 – versão 1

Aula	Dia	Tema	Atividades
1ª.	01/03	Semana calouros	Alunos dispensados
2ª.	08/03	-Apresentação da proposta da disciplina. (aula separada). -Discutir questões da natureza ciência (Cachapuz).	-Indicação da leitura para a próxima aula Sasseron (2011) e Aragão (2014) - Explicação do diário. - Atividade 1: Roteiro de questões sobre AC
3ª.	15/03	Alfabetização científica (duas turmas juntas)	Discussão do texto (Sasseron, 2011) e Aragão (2014) - Atividade 2-AC
4ª.	22/03	- Visões sobre a contextualização (LUFTI,1992) - questões sobre a natureza da ciência.	-leitura em sala de aula e discussão -Atividade 3: Análise de LD - Tarefa: leitura do texto (Conrado; Charbel, 2010) - Atividade 4: questões Charbel
5ª.	29/03	-CTS (Conrado; Charbel, 2010)	-Leitura e discussão dos textos. -Atividade 5: análise de proposta CTS -Tarefa: texto Bernardo et al (2011)
6ª.	05/04	-Abordagem de temas sociocientíficos (Bernardo et al,2011) - preparar uma atividade CTS (escolher o tema CTS) - 3 momentos (Delizoicov)	Atividade 6: Discussão em sala de aula (Bernardo et al, 2011). Atividade 7: montagem coletiva proposta CTS Tarefa: texto Bequerel (Radioatividade)
7ª.	12/04	HFC	Discussão do texto de Bequerel - Roteiro de questões - Tarefa: leitura (Thais)
8ª.	19/04	HFC	- Texto de exemplo de HC - Orientação para elaboração da atividade de ensino
9ª.	26/04	HFC – apresentação dos alunos	
10ª.	03/05	Visita Gepeq	
11ª.	10/05	Visões sobre experimentação (Suart, 2014)	Revisão da literatura. Discussão do texto
12ª.	17/05	Atividade investigativa	Experimento densidade
13ª.	24/05	AC	-Retomada das discussões - Orientação da elaboração da SD
14ª.	31/05	AC	AT
15ª.	07/06	Congresso Acadêmico da Graduação	Alunos dispensados
16ª.	14/06	Apresentação do trabalho final	Apresentação em grupos
17ª.	21/06	Exame /Encerramento	
18ª.	28/06		

Carga horária: 72h**Avaliação:** Diário (50%), atividades desenvolvidas durante as aulas(50%)**Referências**

ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. Alfabetização científica: concepções dos futuros professores de química. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2014. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14102015-151323/pt-br.php>. Acesso em: fev. 2016.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*. 7 (2): 125-153, 2001.

LUFTI, M. *Os Ferrados e Cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí. Editora: Unijuí, 1992.

SASSERON, Lúcia Helena; Anna Maria Pessoa de Carvalho. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. *Investigações em Ensino de Ciências* – V16(1), pp. 59-77, 2011.

CONRADO, Dália Melissa. El-Hani, Charbel Niño. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. 2010.

AULER, Décio e BAZZO, Walter Antonio. REFLEXÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MOVIMENTO CTS NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf>

Textos da revista Química Nova na escola.

ANEXO D - Objetivos UC PPEQ II – 2016

PRÁTICA DE ENSINO DE QUÍMICA II – VESPERTINO e NOTURNO

Objetivos gerais

- Conhecer novas estratégias de ensino
- Conhecer e compreender as propostas de metodologias de ensino de Química. Relacionar conceitos fundamentais do conhecimento químico às questões sociais e tecnológicas.
- Compreender os elementos fundamentais para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares.
- Desenvolver propostas no sentido da superação da dicotomia entre método e conteúdo.
- Possibilitar o acesso aos meios necessários para o desenvolvimento de metodologias ativas para a educação em Química que permitam a vivência no processo de investigação científica.
- Desenvolver a capacidade de elaboração de materiais pedagógicos específicos para o meio no qual a educação em Química está sendo desenvolvida.

Objetivos específicos

- Conhecer as concepções de ciência e de ensino de Química desenvolvidas historicamente.
- Compreender as propostas sobre o ensino de Química na perspectiva CTS
- Produzir sequências didáticas para o ensino da Química a partir de uma concepção de ensino específica e promover a reflexão sobre inclusão.
- Produzir materiais didáticos para a educação em Química.
- Conhecer, desenvolver, experimentar outros recursos para o ensino da Química como, por exemplo, os meios midiáticos, as visitas aos museus, os estudos do meio, os projetos de intervenção no meio social, entre outros

AC

- Compreender que há diferentes visões sobre o conceito de alfabetização científica.
- Refletir sobre o conceito de alfabetização científica e sobre como ele pode ser desenvolvido no ensino de química.
- Desenvolver a sua própria visão de alfabetização científica.
- Elaborar planos de aula, sequência didática, experimentos tendo como objetivo a alfabetização científica dos alunos durante o ensino de química.

CTS

- Conhecer os pressupostos teóricos da abordagem CTS
- Compreender que há diferentes modelos teóricos da abordagem CTS e compará-los com que já se tem feito na prática
- Associar a ciência com outras dimensões (social, tecnológica, ambiental entre outras)
- Entender que o conteúdo científico não é a única diretriz do currículo de Química
- Compreender que a abordagem CTS é um eixo estruturador do currículo de química.

HFC

- Compreender que há diferentes visões de ciência.
- Reconhecer a sua própria visão de ciências e verificar se ela tem tendências à distorção.
- Compreender que a abordagem da HFC pode ser utilizada no ensino de química.
- Compreender como relacionar um episódio histórico com o conteúdo químico.
- Compreender como a abordagem da HFC pode ser utilizada no ensino de química: selecionar fontes fidedignas, elaborar estratégias de ensino, produzir planos de aula, roteiros experimentais.

EI

- Compreender o papel da experimentação no ensino de química.
- Compreender que há diferentes visões sobre o papel da experimentação no ensino de química.
- Conhecer um breve histórico sobre o papel da experimentação no ensino de química no Brasil.
- Compreender que há diferentes níveis de investigação em uma atividade experimental.
- Elaborar proposta de experimento investigativo.

ANEXO E - Atividades aplicadas pelo formador na UC PPEQ II - 2016

Atividade inicial - PPEQ-II - (2016)

A partir da leitura do texto procure responder, em grupo, as seguintes questões:

Questões:

1. Qual o principal impacto, para o ambiente, causado pela lama que contaminou o rio Doce?
2. Como esse acidente afetou a vida da população local?
3. Quais são as substâncias químicas constituintes dessa lama?
4. Você acredita que as fontes de informações usadas pelos autores dos textos são confiáveis: Se não são. Quais fontes você indicaria?

Texto: Lama no Rio Doce: saiba o impacto na vida, na economia e na natureza (30/11/2015). Disponível em: <http://www.eshoje.jor.br/_conteudo/2016/02/noticias/meio_ambiente/37882-cada-litro-d-agua-do-rio-doce-tem-300mg-de-lama-da-samarco-aponta-estudo.html>. Acesso em: fev. 2016.

Aula 3

Atividade 1- PPEQ-II - (2016)

Procure responder as questões para discussão dos textos de Sasseron e Carvalho, 2011 e Aragão, 2014.

1. Para você, o que significa "alfabetizar"? E alfabetização científica?
2. Qual a definição de alfabetização científica (AC) apresentada pelas autoras?
3. Por que podemos falar que AC é um conceito polissêmico?
4. Quais termos podemos encontrar na literatura, além de AC? Quais as semelhanças e diferenças que esses termos se remetem?
5. Como podemos relacionar AC e o ensino de Ciências?
6. Em sua opinião, por que os alunos devem aprender química/física?
7. Você acha que os alunos são alfabetizados cientificamente no ensino médio nas escolas atualmente? Justifique.
8. Para você, quais aspectos deveriam ser levados em consideração para um ensino voltado para a AC, que hoje não são considerados?
9. Pensando como professor de química, você acha que é possível alfabetizar cientificamente os alunos no ensino médio?
10. Como é possível viabilizar o ensino voltado para a AC?

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em:

<www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf>. Acesso em: fev. 2016.

ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. Alfabetização científica: concepções dos futuros professores de química. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2014. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14102015-151323/pt-br.php>. Acesso em: fev. 2016. Trecho selecionado.

Habilidades de AC

Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade.
Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.
Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.
Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.
Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.
Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.
Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.
Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.
Possua suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.
Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.
Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações

de tomada de decisões.
Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Aulas 4 a 6

Atividade 2 - PPEQ-II - (2016)

DESAFIOS: Qual a contextualização se quer colocar em prática na sala de aula? Como fazê-la? Com quais objetivos?

Texto extraído da obra de Mansur Lutfi, Os Ferrados e Cromados: Produção Social e Apropriação Privada do Conhecimento Químico, ed. UNIJUÍ: Ijuí, 1992.

NOME: _____ DATA: _____

Descrição das atividades:

a) A partir da leitura do texto (Lutfi) procure identificar as diferentes formas de usar a contextualização.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

b) Análise do livro didático

Livro escolhido: _____

Capítulo escolhido: _____

Como a contextualização aparece no livro analisado? Justifique.

Atividade 3 - PPEQ-II - (2016)

NOME: _____ DATA: _____

Descrição da atividade:

- Leia o texto: Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. Autores: Dália Melissa Conrado e Charbel Niño El-Hani.

A partir da leitura do texto procure responder as seguintes questões:

1. Segundos os autores, o que significa formar um cidadão crítico? Como o ensino de ciências pode contribuir para essa formação?

2. Os autores no texto fazem a seguinte afirmação:

“Um dos problemas centrais do sistema educacional reside no fato de que as habilidades relacionadas ao senso crítico e a capacidade de discutir e pesquisar sobre informações relevantes para a resolução de problemas, entre outros aspectos, que deveriam ser aprendidas no ensino fundamental e médio, muitas vezes não são desenvolvidas nem mesmo no ensino superior.”

Você concorda com essa afirmação? Justifique.

3. No texto os autores, com base em Gordillo (2006), discutem as quatro habilidades essenciais na educação para a cidadania ativa. Como o ensino CTS pode proporcionar o desenvolvimento dessas habilidades?

4. Como o ensino de ciências pode ser planejado a partir da perspectiva CTS?

Atividade 4 - PPEQ-II - (2016)

Nome: _____

Data de entrega: 05/04

Descrição da atividade:

a) Leia o texto: A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sócio-científicos. Autores: José Roberto da Rocha Bernardo, Deise Miranda Vianna, Vitor Hugo Duarte da Silva.

b) A partir da leitura do texto procure elaborar um resumo com as principais ideias discutidas no texto.

c) Faça uma análise, baseada nas discussões das aulas anteriores, do caso CTSA apresentado pelos autores do texto.

Aulas 7 a 9

Atividade 5 - PPEQ-II - (2016)

• **TAREFA PARA AULA 12/04/2016:**

Leitura de MARTINS, Roberto de Andrade. COMO BECQUEREL NÃO DESCOBRIU A RADIOATIVIDADE. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, 7 (Número Especial): p. 27-45, jun. 1990. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>

Antes da próxima aula, leia o texto e realize a seguinte atividade:

Pensando nos conteúdos que vimos discutindo, sobre NDC (Natureza da Ciência), CTS, objetivos e questões relevantes para o ensino de ciências, vamos fazer um mapa colorido, como fizemos no semestre passado, portanto, no texto de Martins:

- Pinte, ou sublinhe, de azul todos os conceitos científicos;
- Pinte, ou sublinhe, de vermelho todos os aspectos da natureza da ciência;
- Pinte, ou sublinhe, de verde o que poderiam ser outros objetivos para o ensino de ciências.

Atividade 6 - PPEQ-II - (2016)

• TAREFA PARA 19/04/2016:

Ler para próxima aula: FORATO, Thaís C. M.; MARTINS, Roberto de A.; PIETROCOLA, Maurício. Teorias da luz e Natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no ensino médio (completo). In: XI EPEF, 2008, Curitiba. A pesquisa de física e a sala de aula: articulações necessárias. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0172-1.pdf>

Responder às questões:

- O que você sentiu em relação à inserção da História da Ciência no ensino médio?
- Quais atividades o texto sugere para o ensino médio?
- Quais atividades poderiam ser utilizadas em outros conteúdos históricos?
- Quais aspectos da natureza da ciência foram manifestados durante a atividade enfocada?
- Essa abordagem histórica pode ter favorecido a alfabetização científica dos alunos? De que forma?
- Algumas dessas atividades poderiam ser utilizadas para o conteúdo do texto como Becquerel não descobriu a radioatividade?

Atividade 7 - PPEQ-II - (2016)

* AULA 2: 19/04/2016

Parte 1: Debate plenário sobre as respostas elaboradas em casa. Professora faz a mediação, inserindo pontos que não surgirem espontaneamente.

Parte 2: Como você elaboraria um plano de aula com abordagem da história e filosofia das ciências, a partir do texto de Martins (1990). Utilize a tabela abaixo para estabelecer as bases para o plano de aula, definindo os objetivos pedagógicos, os aspectos da natureza da ciência selecionados, os conteúdos do texto que serão utilizados, os conteúdos que poderão ser omitidos etc. Preencha a tabela em dupla, a partir do texto “Como Becquerel não descobriu a radioatividade”.

1. Estabelecer os propósitos pedagógicos para o uso da HC no ensino

EXPLICITAR	OBJETIVOS
Conceitos científicos	
Aspectos da natureza da ciência	
Direitos humanos	
Habilidades e competências	

2. Definir o enfoque para o episódio histórico: como garantir que a abordagem histórica adotada seja coerente com os objetivos definidos na tabela 1 e com a visão de NDC pretendida?

DEFINIR	CONTEÚDOS
Quais conteúdos do texto podem ser utilizados para discutir conceitos científicos?	
Quais conteúdos podem ser excluídos, sem prejudicar os objetivos para aprendizagem de conceitos?	
Quais conteúdos exemplificam os aspectos da NDC?	
Quais conteúdos podem ser excluídos, sem prejudicar a visão de NDC que quero trabalhar com os estudantes?	

3. Refletir sobre a construção de textos para os estudantes: refletir sobre como a elaborar um pequeno texto para os alunos do ensino médio de maneira a contemplar os meus objetivos da tabela 1.

REFLETIR	CONTEÚDO DO TEXTO
Incluir partes das citações de Becquerel no texto pode favorecer os meus objetivos?	
Qual a extensão do texto para meu contexto educacional (máxima e mínima)?	
Quais aspectos do episódio histórico podem despertar o interesse dos alunos?	

4. Escolher estratégias e recursos didáticos: que tipo de atividade ou recurso material é adequado para esse conteúdo e para os meus objetivos propostos no quadro 1?

ESCOLHER	ESTRATÉGIAS E RECURSOS DIDÁTICOS
Atividades podem auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos considerando possíveis lacunas.	
Atividades que favoreceram o posicionamento frente a questões controversas.	
Atividade que apresentam o contexto histórico, político, econômico do episódio histórico.	
Atividades que apresentam as relações do conhecimento científico desenvolvido por vários cientistas no contexto político, social e cultural em que eles viveram.	
Atividades que introduzam a matematização necessária.	

Sugestões de atividades: animações, vídeos, filmes, simuladores, experimentos históricos, pesquisas, seminários, modelização, linha do tempo com eventos históricos, obras de arte ou literárias, imagens de filmes, jogos, dramatização, lista de exercícios, resolução de problemas etc.

Fonte: adaptado de Forato, 2009, p. 188-196 para auxiliar atividades em sala de aula.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. *A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009. 2 vols. DOI: 10.13140/RG.2.1.4760.4961.

Atividade 8 - PPEQ-II - (2016)

• TAREFA PARA 26/04/2016:

Como posso introduzir os conteúdos do texto sobre história da radioatividade (Martins 1990) na Escola Básica?

Preparar um plano de aulas, a ser apresentado na próxima aula (26/04/2016) utilizando as análises que fizemos, partindo dos objetivos que estabelecemos na aula passada. Itens que devem constar no plano (avale a consistência entre os itens e a visão de ciências que a proposta transmite):

- 1) Contexto educacional: (descreva a escola e o ambiente educacional)
- 2) Tema: (qual (is) tema (s) do currículo será(ão) trabalhado (s)?)
- 3) Conteúdo Programático: (relação de conteúdos mobilizados)
- 4) Objetivos Pedagógicos (coloque todos os estabelecidos na tabela acima)
- 5) Recursos metodológicos (descreva as metodologias envolvidas)
- 6) Recursos Materiais (descreva toda a infraestrutura material necessária)
- 7) Avaliação (como os alunos serão avaliados?)
- 8) Descrição das aulas: faça um quadro com um resumo as atividades, como nos exemplos abaixo, e a seguir, descreva cada uma das aulas:

Aulas 10 a 12

Atividade 9 - PPEQ-II - (2016)

* TAREFAS para a aula de 03/05

a) A partir da leitura do texto “A Estratégia “Laboratório Aberto para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. Rita de Cassia Suart, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Maria Fernanda Penteado Lamas. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Vol. 32, N° 3, AGOSTO 2010” responda as seguintes questões:

1. Para você qual seria o papel da experimentação no ensino de química?
2. Para as autoras, qual seria o papel da elaboração de hipóteses na atividade experimental?
3. O que seriam as atividades experimentais investigativas? Indique quais seriam as principais características dessas atividades de caráter investigativo.
4. Como as atividades experimentais investigativas podem contribuir para a formação de um aluno crítico?

b) escolha um roteiro experimental e traga-o para a próxima aula.

Atividade 9a - PPEQ-II - (2016)

Nome: _____

Descrição da atividade:

Como você elaboraria, a partir do roteiro experimental escolhido, uma atividade experimental investigativa, como por exemplo, o Laboratório Aberto descrito no texto (Suart et al, 2010)? Utilize a tabela abaixo para estabelecer as bases para a elaboração de sua proposta.

1. Estabelecer os propósitos pedagógicos para o uso da experimentação no ensino

	EXPLICITAR EM TERMOS DE APRENDIZAGEM DO ALUNO
Conceitos científicos	
Habilidades e competências	
Aspectos da NdC	
AC	
Relação CTSA	

2. Definir as possíveis etapas de uma atividade experimental investigativa, já que algumas dessas etapas dependem das hipóteses propostas pelos alunos:

	EXPLICITAR EM TERMOS DE AÇÃO DO PROFESSOR
Problema a ser investigado	
Hipóteses	
Procedimentos experimentais	
Questões para interpretar os dados	

3. Descrevam as possíveis dificuldades/facilidades que vocês poderão encontrar no desenvolvimento dessa atividade em sala de aula.

Atividade 10 - PPEQ-II - (2016)

*** TAREFA para a aula de 17/05**

Leitura e análise de artigo

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

Atividade:

- ✓ Leia o texto assinalando as ideias que você considera como sendo importantes para apresentar para a classe, assim como as dúvidas surgidas na leitura.
- ✓ A partir da leitura do texto elabore três questões para o grupo. Estas questões deverão ser entregues em uma folha separada com a sua identificação.

Orientações para o trabalho final

Elaboração de um plano de aula – abordagem CTS, HFC ou EI

Durante a UC de Práticas Pedagógicas de Química II, você pode estudar abordagens de ensino e planejar sequências didáticas. Como trabalho final, elabore uma sequência didática utilizando a abordagem CTS e/ou História e Filosofia da Ciência e/ou a experimentação investigativa.

Ela deve apresentar os seguintes conteúdos:

1. Descrição do contexto educacional para o qual a proposta será desenvolvida (escola pública, particular, série, bimestre que será tratado o conteúdo).
2. Número de aulas (mínimo 4 e máximo 12 aulas).
3. Objetivos pedagógicos da proposta (conteúdos científicos e sobre a ciência, tecnologia, sociedade, contexto histórico)
4. Tema do projeto (deixando claro o problema)
5. Tempo de duração (número de aulas e meses)
6. Problematização inicial
7. Polêmicas ou controvérsias envolvidas
8. Episódio da história da Ciência ou tema (CTS ou experimentação investigativa) a ser trabalhado
9. Elementos utilizados (faça a lista de conteúdos científicos, sociais, morais, éticos, tecnológicos que se pretende abordar)
10. Recursos materiais necessários (descreva tudo que o professor irá precisar para implementar o projeto, giz, lousa, data show, laboratório, reagentes, vidrarias etc)
11. Descrição da proposta (descreva como irá conduzir a proposta, como a problematização irá requerer conteúdos de ciência, como serão enfocados os produtos tecnológicos envolvidos, que tipo de exercício será realizado, quais atividades serão propostas, como debates, júri simulados, pesquisas de campo, entrevistas com especialistas, pesquisas guiadas na internet, exercícios, laboratórios etc.).
12. Referências bibliográficas segundo a ABNT.

Aulas 16 e 17
Avaliação da UC PPEQ-II – 2016

1. Para você, quais foram os pontos positivos da disciplina?
2. Para você, quais foram os pontos negativos da disciplina?
3. Na tabela abaixo indique com um X a sua opinião sobre os temas abordados na disciplina.

Tema	Pouco importante	Importante	Muito importante	Sem opinião
Contextualização				
CTS (ciência, tecnologia e sociedade)				
Alfabetização científica				
História da ciência				
Experimentação investigativa				

4. Quais temas vocês acredita que seriam interessantes e necessários abordar em uma nova versão da disciplina?
5. Outros comentários que você deseja fazer em relação a disciplina.