



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

IMPACTOS DE UM PROCESSO DE FORMAÇÃO DOCENTE, FUNDAMENTADO
NA RACIONALIDADE PRÁTICA, NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO

RAPHAELA DANTAS MIRANDA

RECIFE – 2019

RAPHAELA DANTAS MIRANDA

IMPACTOS DE UM PROCESSO DE FORMAÇÃO DOCENTE, FUNDAMENTADO
NA RACIONALIDADE PRÁTICA, NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do Curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, tendo como orientadora a Professora Dra. Ruth do Nascimento Firme.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Sistema Integrado de Bibliotecas

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M672i

Miranda, Raphaela

Impactos de um processo de formação docente, fundamentado na racionalidade prática, na alfabetização científica e tecnológica de licenciandos em química: Um estudo de caso / Raphaela Miranda. - 2019.
73 f. : il.

Orientadora: Ruth do Nascimento .
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2020.

1. Alfabetização científica e tecnológica. 2. Formação docente. 3. Racionalidade prática. I. , Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD 540

RAPHAELA DANTAS MIRANDA

**IMPACTOS DE UM PROCESSO DE FORMAÇÃO DOCENTE, FUNDAMENTADO
NA RACIONALIDADE PRÁTICA, NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do Curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

APROVADO EM __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Ruth do Nascimento Firme - UFRPE
Orientadora (Presidente)

Profa. Dra. Ednara Felix Nunes Calado
(Examinador externo)

Profa. Dra. Ângela Fernandes Campos
(Examinador interno)

RECIFE – 2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade concebida de reencarnar, tendo assim, mais uma oportunidade de poder evoluir intelectualmente e moralmente e, por estar presente nas coisas mais simples da vida.

A minha família, por toda manifestação de apoio e carinho, em especial a minha vó por me entregar em suas orações todas as noites.

A minha mãe, por todo amor, proteção e companheirismo. Por estar sempre ao meu lado, incentivando e apoiando todas as minhas decisões, por comprar meu sonho e chorar junto comigo com todas as minhas conquistas.

Ao meu pai, pelo apoio e por estar sempre presente quando precisei.

Aos meus amigos que iniciaram nessa jornada comigo e dividiram momentos maravilhosos, risadas, brincadeiras, conquistas, medos, sonhos, aflição e fé. Por acreditar que o jogo iria virar e que conseguíramos vencer essa batalha. Por estender a mão e apoiar nos momentos difíceis. (André, Arthur, Camila, Carol, Danylo, Líbna, Natanael e Rayane).

Aos amigos que fiz no decorrer do curso e fez-se presente ao longo da minha caminhada, pelo carinho, atenção e companheirismo. Por enxugar as minhas lágrimas, serem os meus ombros e pelas palavras que fizeram-me ter forças para continuar, em especial, a Alex, Divanny e Sara.

A Ruth Firme, minha orientadora e professora, pela paciência, confiança, ensinamentos e oportunidade. Pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo e por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar.

E a mim, por nunca ter desistido do meu sonho, apesar das turbulências pessoais, por estar longe da minha família, por achar que não conseguia dar conta e pôr vezes pensar que era incapaz, continuei lutando e renovando as minhas forças para seguir em frente.

Gratidão!

RESUMO

É no contexto das aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, que se destacou a necessidade da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos cidadãos. Nessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi analisar impactos de um processo de formação docente, fundamentado pela racionalidade prática na ACT de licenciandos em Química. Partiu-se do pressuposto de que o processo de formação inicial de professores de Química, baseado na racionalidade prática, pode contribuir na ACT destes futuros professores, visto que este tipo de racionalidade considera a prática como *lócus* de reflexão para a produção de conhecimentos, como, por exemplo, conhecimentos relativos à Natureza da Ciência e da Tecnologia, componente essencial da ACT. Para esta finalidade, esta pesquisa: 1) contou com a participação de oito licenciandos em Química que cursavam a disciplina Instrumentação para o Ensino de Química II (IEQ II), componente curricular do 7º período da matriz curricular do curso; 2) seguiu como etapas metodológicas: apresentação dos objetivos da pesquisa aos estudantes, seguida de leitura e assinatura do termo de consentimento esclarecido; aplicação do COCTS com licenciandos em Química matriculados na disciplina de IEQ II no segundo semestre de 2018 – antes do desenvolvimento do processo formativo; reaplicação do COCTS com licenciandos em Química após o referido processo e análise dos dados; 3) adotou abordagens qualitativa e quantitativa dos dados. A partir das análises realizadas, foram encontradas evidências de que o processo formativo contribuiu na ACT dos graduandos, porém, não garantiu, por exemplo, o desenvolvimento de concepções adequadas de Ciência, relação Ciência-Tecnologia, relação Tecnologia-Sociedade e Epistemologia da Ciência. Portanto, estes resultados corroboram com a necessidade de voltar à atenção para a formação docente, mais especificamente, para a formação inicial de professores de Química, quando assumimos a ACT como uma necessidade cultural dos cidadãos da sociedade contemporânea e como um dos objetivos do ensino de ciências, e mais particularmente, do ensino de Química.

Palavras-chave: Alfabetização científica e tecnológica; formação docente; racionalidade prática; concepções discentes.

ABSTRACT

It is in the context of the applications and implications of science and technology in society that the need for citizens' Scientific and Technological Literacy (STL) was highlighted. In this perspective, the objective of this research was to analyze the impacts of a teacher training process, based on practical rationality in the STL of Chemistry degree students. It was assumed that the process of initial formation of Chemistry teachers, based on practical rationality, can contribute to the STL of these future teachers, since this type of rationality considers practice as a place of reflection for the production of knowledge, as, knowledge related to the Nature of Science and Technology, an essential component of STL. For this purpose, this research: 1) had the participation of eight undergraduate students in Chemistry who were taking the Instrumentation for Teaching Chemistry II (ITC II) discipline, curricular component of the 7th period of the course's curriculum matrix; 2) followed as methodological steps: presentation of the research objectives to the undergraduate students followed by reading and signing of the informed agreement term; application of the COCTS with Chemistry degree students enrolled in the discipline of ITC II in the second semester of 2018 - before the development of the training process; reapplication of COCTS with graduates in Chemistry after the referred process and data analysis; 3) adopted qualitative and quantitative data approaches. From the analyzes carried out, evidence was found that the training process contributed to the undergraduate students' STL, however, it did not guarantee the development of adequate conceptions of Science, Science-Technology relationship, Technology-Society relationship and Science Epistemology. Therefore, these results corroborate the need to return of the attention to teacher training, more specifically, to the initial training of Chemistry teachers, when we assume STL as a cultural need for citizens of contemporary society and as one of the objectives of teaching sciences, and more particularly, the teaching of Chemistry.

Keywords: Scientific and technological literacy; teacher training; practical rationality; student conceptions.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Questão 10111/ COCTS	26
Gráfico 02 - Questão 10211/ COCTS	27
Gráfico 03 - Questão 10411/ COCTS	28
Gráfico 04 - Questão 20141/ COCTS	28
Gráfico 05 - Questão 30111/ COCTS	29
Gráfico 06 - Questão 80131/ COCTS	29
Gráfico 07 - Questão 90211/ COCTS	30
Gráfico 08 - IA para a Questão 10111 antes e após o processo formativo	43
Gráfico 09 - IA para a Questão 10211 antes e após o processo formativo	44
Gráfico 10 - IA para a Questão 10411 antes e após o processo formativo	45
Gráfico 11 - IA para a Questão 20141 antes e após o processo formativo	46
Gráfico 12 - IA para a Questão 30111 antes e após o processo formativo	46
Gráfico 13 - IA para a Questão 80131 antes e após o processo formativo	47
Gráfico 14 - IA para a Questão 90211 antes e após o processo formativo	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questões selecionadas para análise e aspectos CTS envolvidos.....	15
Quadro 2 - Questão 10111 e categorização das frases.....	16
Quadro 3 - Questão 10211 e categorização das frases.....	16
Quadro 4 - Questão 10411 e categorização das frases.....	16
Quadro 5 - Questão 20141 e categorização das frases.....	17
Quadro 6 - Questão 30111 e categorização das frases.....	17
Quadro 7 - Questão 80131 e categorização das frases.....	18
Quadro 8 - Questão 90211 e categorização das frases.....	18
Quadro 09 - Cálculo do IA do licenciando E1 – Antes do processo formativo	22
Quadro 10 - Cálculo do IA do licenciando E1 – Após o processo formativo	22
Quadro 11 - IA dos licenciandos para Questões/COCTS antes e após o desenvolvimento da disciplina.....	23
Quadro 12 – Relação entre movimentos analíticos, objetos específicos e instrumento de coleta de dados da pesquisa	25
Quadro 13 – Resultados das concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo	31
Quadro 14 – Síntese da Proposta didática do Grupo A	36
Quadro 15 – Síntese da Proposta didática do Grupo B	37
Quadro 16 – Síntese da Proposta didática do Grupo C	39
Quadro 17 – Resultados das concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes e após o processo formativo	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escala normalizada do índice atitudinal do COCTS	19
Figura 2 – Modelo de organograma de conteúdos CTS	20
Figura 3 – Organograma de conteúdos CTS do grupo 1	32
Figura 4 – Organograma de conteúdos CTS do grupo 2	33
Figura 5 – Organograma de conteúdos CTS do grupo 3	34

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
1.1 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	5
1.2 O MODELO DE RACIONALIDADE PRÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	7
1.3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ACT)	10
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA.....	13
2.1 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	13
2.2 CONTEXTO DA PESQUISA	13
2.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	14
2.3.1 <i>Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad</i> (COCTS)	14
2.3.2 Outros instrumentos de coleta de dados: os materiais didáticos elaborados pelos licenciandos	19
2.4 ETAPAS DA PESQUISA	21
2.5 ANÁLISE DOS DADOS	21
2.5.1 Análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo ..	21
2.5.2 Análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química ao longo do processo formativo	23
2.5.3 Análise do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos	24
2.5.4. Análise das concepções de licenciandos sobre temas CTS após o processo formativo	24
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS AO COCTS ANTES DO PROCESSO FORMATIVO	26
3.2 ANÁLISE DOS MATERIAIS DIDÁTICOS PRODUZIDOS PELOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA.....	32
3.2.1 Análise dos organogramas de conteúdos CTS elaborados pelos grupos	32
3.2.2 Análise das propostas didáticas elaboradas pelos grupos	35
3.3 ANÁLISE DO PROCESSO FORMATIVO A PARTIR DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELOS LICENCIANDOS.....	40
3.3.1 Quanto à aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social	41
3.3.2 Quanto ao desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática	42
3.3.3 Quanto ao desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor	42

3.4 ANÁLISE CONTRASTIVA DAS RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS AO COCTS ANTES E APÓS O PROCESSO DE FORMAÇÃO DOCENTE	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS.....	55
APÊNDICES	58
APENDICE 1	58
APENDICE 2	58

INTRODUÇÃO

As contribuições da ciência e da tecnologia na sociedade influenciam significativamente a vida das pessoas. A título de exemplos, temos as pilhas e baterias para o uso de diversos aparelhos eletrônicos e os avanços na medicina por meio de tecnologia de ponta para diagnósticos e tratamentos diversos.

Contudo, diversas aplicações científicas e tecnológicas na sociedade refletem em mudanças no nível ambiental e social, que podem criar e gerar problemas para o ser humano. Dentre outros, podemos citar o descarte incorreto das pilhas e baterias que pode causar sérios problemas ambientais e sociais devido à contaminação por metais pesados presentes na constituição destes dispositivos.

Desse modo, devido aos avanços da ciência e tecnologia e a exploração desenfreada da natureza, percebemos situações contraditórias de possibilidades e limitações, de riscos e vantagens, e de benefícios e prejuízos que pressupõem um maior conhecimento sobre aplicações e implicações da produção científica e tecnológica na sociedade.

Nesse contexto, somos levados, cada vez mais, a considerar a importância e a necessidade da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos cidadãos. Entendemos que eles precisam ser preparados para participar nas tomadas de decisões, avaliando diversos impactos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia na sociedade.

Conforme Santos e Schnetzler (1997) é uma necessidade no mundo contemporâneo, alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia. Isso porque, sendo alfabetizados científica e tecnologicamente, os cidadãos se apropriam de conhecimentos científicos e tecnológicos, bem como de conhecimentos sobre o funcionamento da ciência e da tecnologia na sociedade, os quais lhes dão condições para interpretar fenômenos e resolver problemas em seu dia-a-dia. Em outras palavras, a ACT permite ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995).

Portanto, ser alfabetizado científica e tecnologicamente:

[...] é ter o conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre as questões de ciência e tecnologia [...]. O fato é que fazer ciência é inteiramente diferente de usar ciência. E a alfabetização científica refere-se somente ao uso das ciências (HAZEN; TREFIL, 2005, p.12)

De acordo com Fourez (1994, p. 26),

a Alfabetização Científica e Tecnológica é mais do que a aprendizagem de receitas ou mesmo de comportamentos intelectuais face à ciência e à tecnologia: ela implica uma visão crítica e humanista da forma como as tecnologias [...] moldam nossa maneira de pensar, de nos organizar e de agir. (tradução nossa).

Nesse sentido, a educação em ciências direcionada à ACT tem como uma de suas finalidades sensibilizar os cidadãos para tomar decisões de forma crítica e reflexiva e com consciência do seu papel na sociedade, visto que os processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e suas implicações acabam por afetar a vida de todos. Portanto, é esperado que, por meio do olhar crítico e reflexivo, o cidadão se torne um agente responsável.

Waks (1992, p. 15) corrobora com a ideia do cidadão como agente responsável quando menciona que:

cidadãos responsáveis aceitam a responsabilidade em relação aos impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Eles a) procuram compreender como mudanças na ciência e na tecnologia estão afetando as pessoas na nossa sociedade, para ajudá-las ou para prejudicá-las; b) pensam ativamente sobre [tais mudanças] e decidem o que é correto e melhor para a sociedade; e c) comprometem-se a participar ativamente como indivíduos, tomando decisões pessoais e como membros da sociedade, trazendo seus valores para sustentar a tomada de decisão coletiva. (tradução nossa)

Santos e Mortimer (2001, p. 107) contribuem nessa discussão argumentando que:

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores.

Nessa conjuntura, a ACT “radica na convicção de que os cidadãos têm o direito de se preparar para a possibilidade de participarem de algum modo nas aventuras intelectuais da ciência e da tecnologia que marcam o seu curso de vida” (SANTOS, 1999, p. 202-203).

Portanto, para que ocorra a participação da sociedade nas tomadas de decisão de maneira consciente e responsável, é imprescindível que os estudantes recebam uma educação científica voltada aos questionamentos sobre a ciência e a tecnologia e suas relações com a sociedade (relações CTS) e ao desenvolvimento de um olhar mais crítico acerca dessas relações e da capacidade de se posicionar e argumentar diante de situações cotidianas que envolve ciência e tecnologia.

Nesta perspectiva, é esperado que o estudante se aproprie de um conjunto de conteúdos denominados de Natureza da Ciencia e da Tecnologia (NdCeT), visto que segundo Alonso

(2010), a NdCeT é componente essencial da ACT, e compreendê-la implica compreender, por exemplo, a epistemologia da ciência e da tecnologia e as relações CTS.

Entretanto, “as contribuições das pesquisas na área de ensino das Ciências têm sido fundamentais para conhecer que a maioria do professorado sustenta ideias inadequadas sobre a NdC” (ALMEIDA; FARIAS, 2011, p. 482). Portanto, considerando este dado e a necessidade da ACT dos cidadãos, temos como foco desta pesquisa a formação docente, mais especificamente, a formação inicial de professores de Química.

No contexto da formação de professores, diferentes rationalidades podem conduzir este processo, as quais, segundo Diniz-Pereira (2008), são: rationalidade técnica, rationalidade prática, e rationalidade crítica.

De modo geral, a rationalidade técnica se refere a compreensão de que a prática deve ser aplicada baseada na teoria, sem uma reflexão sobre esta prática, a rationalidade prática, por sua vez, comprehende que os professores devem refletir sobre sua prática, e a rationalidade crítica pressupõe o desenvolvimento de uma postura política e social por parte do professor em formação (DINIZ-PEREIRA, 2008).

A partir das especificidades dessas diferentes rationalidades, nesta investigação, temos como pressuposto que o processo de formação docente baseado na rationalidade prática pode contribuir na ACT de professores de Química em formação. Isto porque no modelo de formação sob os pressupostos da rationalidade prática, “os professores têm sido vistos como um profissional que reflete, questiona e constantemente examina sua prática pedagógica cotidiana, a qual por sua vez, não está limitada ao chão da escola” (DINIZ-PEREIRA, 2008, p. 143).

Portanto, no âmbito da formação inicial de professores de Química, esta pesquisa foi conduzida a partir da seguinte questão: **Quais impactos de um processo de formação docente, fundamentado na rationalidade prática, na ACT de licenciandos em Química?**

Em virtude da questão de pesquisa proposta, buscamos, sistematicamente, analisar impactos de um processo de formação docente, fundamentado pela rationalidade prática, na ACT de licenciandos em Química.

Neste sentido, delimitamos os seguintes objetivos específicos:

- Levantar concepções de licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo.
- Analisar os materiais didáticos produzidos pelos licenciandos ao longo do processo formativo.
- Analisar o processo de formação docente desenvolvido a partir das atividades realizadas pelos licenciandos.

- Identificar concepções de licenciandos em Química acerca de temas CTS após o processo de formação docente.

Ao buscarmos respostas para a questão condutora desta pesquisa e o atendimento dos objetivos propostos, organizamos esta monografia da seguinte forma: além desta introdução, discutimos no capítulo 1 sobre a formação inicial de professores, o modelo de racionalidade prática na formação inicial de professores e alfabetização científica e tecnológica; no capítulo 2 apresentamos os aspectos metodológicos, tais como, o tipo da pesquisa, os sujeitos participantes, o contexto da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, as etapas da pesquisa e a análise dos dados; no capítulo 3 analisamos e discutimos os resultados da pesquisa relativos à análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo, análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química, análise do processo formativo a partir das atividades desenvolvidas pelos licenciandos e a análise contrastiva das respostas dos licenciandos ao COCTS antes e após o processo de formação docente; e finalmente, tecemos algumas considerações finais.

CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo discutimos sobre a formação inicial de professores, os modelos de racionalidade que fundamentam os processos de formação docente, e a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) considerada como uma necessidade para professores em formação, em especial para futuros professores de Química.

1.1 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

A formação de professores tem ocupado um espaço importante nas pesquisas em educação, tanto no cenário nacional, como no internacional. Nessa direção, é um tema presente nas reformas educativas dos últimos anos, em que se questiona a qualidade da educação, a competência dos professores e das instituições formadoras. Adicionalmente, segundo Gatti *et al* (2019), a institucionalização da formação dos professores passou a ser destaque das principais conferências e seminários sobre a educação no país.

Nessa conjuntura, é importante resgatar que, ao longo da história, a formação inicial de professores vem sendo realizada por instituições específicas e especializadas, mediante um currículo que estabelece a sequência e o conteúdo instrucional do programa de formação, para cumprir três funções, conforme descreve Garcia (1999):

A formação inicial de professores como instituição cumpre basicamente três funções: em primeiro lugar, a de formação e treino de futuros professores, de modo a assegurar uma preparação consonante com as funções profissionais que o professor deverá desempenhar. Em segundo lugar, a instituição formativa tem a função de controle da certificação ou permissão para poder exercer a profissão docente. Em terceiro lugar, e segundo Clark e Marker (1975), a instituição de formação de professores tem a dupla função de ser, por um lado, agente de mudança do sistema educativo, mas, por outro, contribuir para a socialização e reprodução da cultura dominante (p.77).

A formação do professor ocorre pela formação inicial e continuada das práticas e saberes de sua carreira profissional. O professor, para o aperfeiçoamento em sua formação e significação no processo de ensino aprendizagem, necessita buscar maior qualificação no campo específico e nas inúmeras áreas do conhecimento, conforme a mudança da sociedade. Portanto, o desenvolvimento da profissão docente baseia-se em um processo contínuo de aprendizado no qual existe troca de informações, análise pessoal e de sua prática cotidiana no meio escolar (LIMA *et al* 2012)

Isso é reforçado por Tardif (2002) quando salienta que os professores constroem seus saberes, assimilam novos conhecimentos e competências e desenvolvem novas práticas e estratégias de ação, através de suas próprias experiências, tanto pessoais quanto profissionais.

Nóvoa (2013), por sua vez, nos mostra como é necessário que os professores valorizem seus próprios conhecimentos profissionais, porque estes se aperfeiçoarão e se renovarão cada dia por meio do amor a profissão docente.

Embora a formação de professores tem sido objeto de inúmeras pesquisas no Brasil, ainda se tem muito a avançar nas políticas públicas de formação de professores. Um desses avanços seria, por exemplo, a garantia de uma maior articulação entre teoria e prática. Portanto, “são vários os fatores externos ao processo pedagógico que vêm prejudicando a formação inicial e continuada dos professores no país” (PEREIRA, 1999. p. 111).

Conforme Pereira (1999, p. 123),

[...] a não-valorização do profissional da educação, os salários aviltantes, as precárias condições de trabalho e a falta de um plano de carreira para a profissão continuam sendo questões fulcrais sem solução, que afetam diretamente a formação docente no Brasil. Os problemas centrais das licenciaturas apenas serão resolvidos, na verdade, com a implantação de mudanças drásticas na atual condição do profissional da educação.

Segundo Pereira (1999), um dos modelos de formação docente muito questionado nas pesquisas da área é o modelo denominado 3+1, instituído em 1962, segundo o qual três anos do processo formativo são destinados à formação técnica centrada no conteúdo da área de formação e um ano é destinado às disciplinas pedagógicas.

Este modelo de formação docente é baseado em um tipo de racionalidade, a racionalidade técnica norteada pelo paradigma taylorista que concebe a prática docente como aplicação da teoria de forma acrítica (PEREIRA, 1999).

A superação de um modelo tecnicista nos processos de formação de futuros professores exige uma modificação no conteúdo curricular dos cursos de formação. E neste sentido,

É preciso situar a nossa reflexão para além das clivagens tradicionais (componente científica *versus* componente pedagógica, disciplinas teóricas *versus* disciplinas metodológicas, etc.), sugerindo novas maneiras de pensar a problemática da formação de professores (NÓVOA, 1992, p. 23).

De acordo com Silva *et al* (2007, p.11),

Para superar essas dificuldades torna-se necessário realizar investigações que articulem didática, história das ciências e epistemologia, proceder ao redimensionamento dos conteúdos incluídos de modo acrítico nos currículos, bem como produzir materiais didáticos adequados. As análises históricas e filosóficas das ciências podem possibilitar a identificação de conceitos estruturantes que ‘permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais’.

Atualmente, os processos de formação docente são regulamentados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada, conforme Resolução Nº 2, de 1º de julho de 2015. Segundo este documento, “durante o processo formativo, deverá ser garantida efetiva e concomitante relação entre teoria e prática, ambas fornecendo elementos básicos para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades necessários à docência” (BRASIL, 2015, p. 13).

Portanto, é nesta perspectiva da articulação teoria e prática que assumimos pressupostos do modelo da racionalidade prática como uma das racionalidades que podem nortear a formação inicial de professores de Química.

1.2 O MODELO DE RACIONALIDADE PRÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

No âmbito da formação de professores, três modelos de rationalidades podem ser considerados conforme Diniz-Pereira (2008), são eles: o modelo da rationalidade técnica, o modelo da rationalidade prática, e o modelo da rationalidade crítica.

De acordo com o modelo da rationalidade técnica, “o professor é visto como um técnico, um especialista que rigorosamente põe em prática as regras científicas e/ou pedagógicas” (DINIZ-PEREIRA, 2008, p.142).

Esse modelo tecnicista, que se refere a prática aplicada baseada na teoria, sem o diálogo reflexivo com a respectiva situação, ainda permeia o contexto escolar. Isso porque concepções oriundas da rationalidade técnica, de uma forma geral, ressurgem nos cursos de formação de professores.

Neste sentido, é preciso levar em consideração que o professor não é um técnico especialista que aplica o conhecimento científico às situações da escola e da sala de aula, mas um profissional reflexivo que edifica seu próprio conhecimento tendo como base as necessidades, as experiências e as demandas do seu cotidiano sob uma constante reflexão da sua prática, sendo o sujeito de sua formação.

No modelo da racionalidade prática, “os professores têm sido vistos como um profissional que reflete, questiona e constantemente examina sua prática pedagógica cotidiana, a qual, por sua vez, não está limitada ao chão da escola” (DINIZ-PEREIRA, 2008, p.143).

E no modelo da racionalidade crítica, segundo Diniz-Pereira (2008, p. 144), “o professor é visto como alguém que levanta um problema [...], que têm uma visão política explícita sobre o assunto”.

Considerando os três modelos de racionalidade para a formação docente, optamos nesta pesquisa pelo modelo da racionalidade prática, visto que neste modelo de formação, o professor “é valorizado como um profissional que planeja suas ações e tem controle sobre suas decisões, pois as reflexões sobre a prática lhe permitem ter fundamentos para desenhar novas ações” (NETTO; AZEVEDO, 2018, p. 10).

O modelo da racionalidade prática tem sua base epistemológica pautada por Schön (2000), o qual considera o conhecimento como oriundo da prática e identifica que as situações do real superam as previsões da teoria. Nessa direção, é esperado que o professor construa conhecimento e reflita sobre esta construção, ou seja, é esperada uma prática reflexiva por parte do professor, partindo do pressuposto que além de reflexivo, o professor precisa ser propositivo (JALBUT, 2011).

Libâneo (2004) destaca que lidar com uma situação ou resolver um problema é competência profissional de professores que envolve o uso de conhecimentos teóricos, capacidade, habilidade e atitudes que permitem o exercício da profissão.

Dessa forma, a prática profissional por meio de um processo de ação e reflexão é considerada intelectual e autônoma e que o professor em formação é o próprio sujeito da aprendizagem. Portanto, para Gomes *et al.* (2004, p. 156),

Propomos um modelo de formação para o educador profissional e reflexivo que reimprima essa nova concepção, em que o processo dialético entre teoria e prática seja substituído por um ir-e-vir entre prática-teoria-prática, sendo o professor capaz de analisá-las, resolver problemas e criar estratégias para uma ação autônoma e responsável.

Adicionalmente, ainda podemos ampliar as discussões sobre a formação de professores, considerando o que Sacristán e Pérez Gómez (1998) distinguem como quatro perspectivas da formação docente: acadêmica, técnica, prática, e de reflexão na prática.

Na perspectiva acadêmica o ensino é um processo de transmissão de conhecimentos e, o docente é visto como um especialista e intelectual referente a aquisição de vários ramos do

conhecimento acadêmico produzido pela investigação científica (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998).

Para a perspectiva técnica, segundo Sacristán e Pérez Gómez (1998), o ensino é concebido sob o enfoque empirista do conhecimento, evidenciado nas aplicações de técnicas científicas para soluções imediatas. O docente, nesta perspectiva, é um técnico que domina os conhecimentos para aplicar na sua intervenção na prática.

Sob a perspectiva prática, o ensino é desenvolvido em meio a conflitos, cenários singulares, que requerem do docente a aquisição de sabedoria para superar a relação linear e mecânica entre o conhecimento científico e a prática da sala de aula. O docente é confrontado com situações complexas, conflitantes e incertas que se propõe um conhecimento reflexivo para evitar o caráter acrítico e reproduutor (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998).

Na perspectiva de reflexão na prática, conforme Sacristán e Pérez Gómez (1998), o ensino é entendido como uma atividade crítica. O docente, nesta lógica, é apontando como um profissional que para compreender o contexto no qual o ensino ocorre, reflete criticamente sobre a prática cotidiana. Neste sentido, os programas de formação do professor enfatizam três aspectos fundamentais: 1) “a aquisição por parte do docente de uma bagagem cultural de clara orientação política e social”; 2) “o desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática [...]”; 3) e “o desenvolvimento das atitudes que requer compromisso político do professor/a [...]” (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998, p. 374).

Portanto, de acordo com Sacristán e Pérez Gómez (1998), para promover a qualidade do ensino e compreender os processos de ensino e aprendizagem é de importância central o desenvolvimento do pensamento prático e reflexivo do professor nos programas de formação de professores.

No âmbito da formação inicial de professores de Química, fundamentada pela perspectiva prática (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998; DINÍZ-PEREIRA, 2008), voltamos nosso foco para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos futuros professores. Isso porque a ACT se constitui como paradigma da educação científica para o século XXI (ALONSO, 2010).

Adicionalmente, segundo as diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica, a formação inicial requer um projeto que garanta a “articulação com o contexto educacional, em suas dimensões sociais, culturais, econômicas e tecnológicas” (BRASIL, 2015, p. 9).

1.3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ACT)

A Alfabetização científica e tecnológica (ACT) representa um amplo movimento internacional que surgiu nos EUA nos anos 90 com objetivo de “melhorar a qualidade da educação para todos e satisfazer uma demanda social de compreensão pública acerca da Ciência e da Tecnologia” (ALONSO, 2010, p. 51).

É um movimento que considera a necessidade de todos possuírem um mínimo de conhecimento para exercerem seus direitos na sociedade moderna. Essa necessidade surgiu no contexto do Ensino de Ciências em consequência do ensino baseado na transmissão-recepção de conceitos e resultados, dogmático, pouco contextualizado e centrado em verdades (FOUREZ *et al.*, 1997).

Ser alfabetizado científica e tecnologicamente não significa que o indivíduo domina todo o conhecimento científico. Significa que ele tem um olhar mais criterioso, que questiona sobre o benefício ou malefício de um determinado produto ou processo, que participa de decisões em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico, que tem conhecimento para avaliar os avanços das ciências e tecnologias e suas implicações, e que é ativo nas discussões e decisões sobre questões que envolvem o desenvolvimento científico e tecnológico. Ou seja, “[...] você não precisa se tornar um cientista para compreender o que está acontecendo” (COSTA, 2006, p.73)

De acordo com Bazzo, (1998, p. 34),

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências (sic), para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos.

Portanto, na dinâmica social associada aos avanços científicos e tecnológicos, a sociedade para participar das tomadas de decisões e compreender o que estar por trás das problemáticas vinculadas à ciência e à tecnologia, precisa ser alfabetizada científica e tecnologicamente.

Um indivíduo científica e tecnologicamente alfabetizado no plano pessoal, desenvolve-se integralmente, ou seja, tem autonomia para tomar decisões pessoais na vida cotidiana e, no plano social, tem condições para tomar decisões sobre temas de interesse público relacionados às questões científicas e tecnológicas (ALONSO, 2010).

Por muito tempo, o sistema educativo tinha como base uma visão positivista, tecnicista e elitista de ciência, e, por conseguinte, o objetivo era centrado em ensinar fatos, conceitos, processos e princípios científicos, estimulando a passividade de atitudes dos estudantes tornando-os receptores de inúmeras informações. E neste contexto, a ciência era encarada como verdade absoluta e incontestável. Como consequência da visão positivista de ciência, aspectos afetivos, morais e sociais, ou seja, aspectos humanistas foram ficando em segundo plano. Portanto, entendemos como relevante compreendermos que:

[...], a Educação em Ciência e Tecnologia (EdC&T) não pode se limitar a um conhecimento meramente conceitual, mas sim algo relevante para as pessoas e a sociedade, mas deve deixar sua observância estrita cognitiva e propedêutica e ser orientada humanisticamente. (VÁZQUEZ; ACEVEDO; MANASSERO, 2005, p.10) (tradução nossa)

Sobre a perspectiva humanística da educação científica e tecnológica, Acevedo (2006) comenta que:

A principal responsabilidade da EdCyT humanista é preparar os cidadãos para compreender e participar ativamente na solução de seus problemas pessoais e sociais, propósitos típicos de alfabetização e entendimento público de C&T. (tradução nossa)

Contudo, o processo de memorização e aplicação de conceitos científicos de forma descontextualizada ainda é muito presente nas escolas brasileiras, o que acarreta desinteresse por partes dos alunos, pois estes podem compreender os conhecimentos científicos e tecnológicos como algo impossível e difícil de aprender. Para desconstruir essa visão de que a ciência é construída em laboratórios, que representa uma verdade absoluta e que é voltada apenas para um grupo de especialistas, é preciso voltar a atenção para formação de professores, pois são eles que podem desconstruir essa visão positivista e elitista da ciência nas salas de aula. Portanto, uma formação docente com vistas à ACT pode desenvolver no indivíduo, além das competências científicas específicas, as de natureza moral e a compreensão de conceitos e conhecimentos sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT).

Nesta perspectiva, a ACT “vai mais além do conhecimento simples de conceitos e métodos de investigações científicas, abstratos e descontextualizados, para chegar a compreender como funciona e o que representa a Ciência no mundo atual” (ALONSO, 2010, p. 54), ou seja, para chegar a compreender a NdCeT.

Por NdCeT, embora ainda não haja um consenso sobre isso, os conteúdos que precisam ser abordados sob essa denominação têm como núcleo a epistemologia da ciência e da tecnologia, ou seja:

[...] a C e T como via de conhecimento, porém também os aspectos que implicam disposições atitudinais e afetivas, de valores, processos e desenhos de C e T, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, o desenvolvimento do conhecimento científico, as relações dentro da comunidade científica e as relações entre ciência escolar e Ce T atual (ALONSO, 2010, p. 57) (tradução nossa).

Portanto, a NdCeT é componente essencial da ACT, e compreendê-la implica compreender “as características na tecnociência como uma empresa humana, ou seja, realizada por pessoas (cientistas e tecnólogos) com todas as virtudes e limitações da condição humana” (MANASSERO MAS, 2010, p. 15).

Segundo Manassero Mas (2010), compreender a NdCeT envolve a compreensão de aspectos da sociologia interna da comunidade científica, da sociologia externa da ciência e tecnologia incluindo as relações mútuas ciencia-tecnologia-sociedade (CTS), bem como os impactos destas relações que são a base dos temas CTS.

Entretanto, muitos professores de Química, em formação e/ou em serviço, não têm concepções adequadas sobre a NdCeT e nem experiência para desenvolver reflexões sobre esta, carecendo de uma formação adequada para isso (ALONSO, 2010). Ou seja, estes professores precisam ter uma formação voltada para a ACT.

É a partir da necessidade da ACT de professores que voltamos nosso foco para a formação inicial de professores de Química. Portanto, assumimos como pressuposto que o processo de formação inicial de professores de Química, baseado na racionalidade prática, pode contribuir na ACT destes futuros professores. Isto porque a racionalidade prática considera a prática não como aplicação de conhecimentos químicos e pedagógicos, mas como “*lócus* de reflexão e criação, em que os conhecimentos são gerados e modificados (PEREIRA, 1999 *apud* ECHEVERRÍA et al. 2010, p. 28).

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

Este trabalho monográfico emergiu de uma pesquisa desenvolvida no período de 2018 a 2019 pelo Programa de Bolsas de Iniciação Científica intitulada “Análise de Impactos de um Processo de Formação Docente na Alfabetização Científica e Tecnológica de Licenciandos em Química”, no âmbito do Núcleo de Estudos e Pesquisas em CTS (NEPCTS).

Caracterizamos esta pesquisa como um estudo de caso, visto que, segundo Yin (2001, p. 32), “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Adicionalmente, ao buscarmos analisar impactos de um processo de formação docente, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos em Química, identificamos uma das finalidades do estudo de caso destacadas por Yin (2001, p. 34-35), a de “descrever uma intervenção e o contexto da vida real em que ocorreu”.

Quanto ao tratamento dos dados, seguimos abordagens qualitativa, caracterizada como “uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e características do resultado das informações obtidas...” (OLIVEIRA, 2003, p. 57), e quantitativa dos dados. Nessa direção, tomamos por base a concepção fenomenológica, visto que é “adentrando no universo conceitual dos sujeitos que se pode entender o sentido que esses sujeitos dão aos eventos e às interações sociais no seu dia-a-dia” (ANDRE, 2005, p. 18).

2.1 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os sujeitos participantes deste estudo foram oito licenciandos em Química do 7º período, que cursavam a disciplina de Instrumentação de Ensino de Química II, em um Curso de Licenciatura em Química de uma Universidade Pública Federal no segundo semestre de 2018. Estes licenciandos foram identificados como E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8.

2.2 CONTEXTO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida na disciplina Instrumentação para o Ensino de Química II (IEQ II), componente curricular do 7º período da matriz do Curso de Licenciatura em Química de uma IES pública federal, cuja carga horária de 60 horas compõe parte da carga horária de prática como componente curricular do curso. A opção metodológica por esta disciplina é justificada considerando que nela são trabalhados conteúdos relativos, por exemplo,

à perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e às Questões Sociocientíficas (QSC). Conteúdos estes que envolvem discussões sobre ciência e suas relações com a tecnologia e a sociedade. Vale destacar que os conteúdos deste componente curricular são voltados para a instrumentalização do ensino de Química na perspectiva CTS.

2.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Nesta pesquisa foram utilizados diferentes instrumentos de coleta de dados. O primeiro deles foi a versão brasileira do *Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad* (COCTS).

2.3.1 *Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad* (COCTS)

O COCTS é um instrumento de avaliação que contempla temas relativos à ciência, à tecnologia, à sociedade e às mútuas relações entre estas, ou seja, temas CTS. Adicionalmente, é um instrumento “flexível em sua aplicação, válido e viável estatisticamente para a investigação das questões CTS” (MANASSERO-MAS, 2010, p. 20) e possui a característica de permitir uma integração entre as abordagens qualitativa e quantitativa no estudo.

A versão brasileira do COCTS é composta de 30 questões divididas em dois questionários: Forma A e Forma B, com 15 questões cada. Para responder as questões, o participante não marca simplesmente uma alternativa, mas atribui uma nota em uma escala ordinal que varia de 1 a 9 para cada frase, e as frases onde não se consegue atribuir um valor da escala, pode responder como Não-Entendo (E) ou Não Sei (S) (MANASSERO-MAS, 2010).

Nesta pesquisa, os oito licenciandos em Química responderam 30 questões do COCTS (15 questões da Forma A e 15 questões da Forma B). Entretanto, selecionamos sete delas para análise. A seleção das sete questões tomou por base algumas das dimensões dos temas CTS, como, por exemplo, definição de ciência e tecnologia, epistemologia da ciência, e interações CTS (MANASSERO-MAS, 2010). Portanto, selecionamos uma questão sobre a epistemologia, uma questão sobre definição de ciência, uma questão sobre definição de tecnologia, e quatro questões sobre as relações CTS, mais especificamente sobre a relação Ciência-Tecnologia, a relação Ciência Sociedade, a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, e a relação Tecnologia-Sociedade.

As sete questões selecionadas estão ilustradas no quadro 1:

Quadro 1 - Questões selecionadas para análise e aspectos CTS envolvidos

Questões	Aspectos CTS
10111	Concepção de Ciência
10211	Concepção de Tecnologia
10411	Concepção da relação Ciência-Tecnologia
20141	Concepção da relação Ciência-Sociedade
30111	Concepção da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade
80131	Concepção da relação Tecnologia-Sociedade
90211	Concepção da Epistemologia da Ciência

Cada uma dessas questões/COCTS tem suas frases categorizadas em adequadas (A), plausíveis (P) e ingênuas (I). Segundo Vásquez-Alonso *et al* (2008, p. 36),

A frase é considerada adequada se expressar uma crença apropriada da perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência. Embora não seja completamente adequada, uma frase é plausível quando expressa alguns aspectos apropriados da perspectiva citada anteriormente. Por último, uma frase ingênua é a que expressa uma crença que não é nem apropriada nem plausível da perspectiva indicada.

A categorização de todas as frases das questões/COCTS foi definida por especialistas representados por dezesseis juízes que cumprem a condição de compartilhar, em maior ou menor grau, certa especialidade na NdC (Natureza da Ciência), além de terem outras ocupações principais como assessores ou formadores de professores de ciências (cinco), filósofos (quatro), pesquisadores em didática das ciências (quatro) e professores de ciências (três). Quatro juízes são formados em filosofia, sendo que um deles também é formado em ciências, enquanto os outros doze são formados em ciências (física, química, biologia e geologia). Os juízes trabalham como professores de Ensino Médio (cinco), assessores em ciências em centros de formação de professores (quatro) e professores universitários e pesquisadores (sete). “A maioria (doze) tem uma atividade de pesquisa reconhecida no âmbito da didática das ciências ou na educação em Ciência-Tecnologia-Sociedade [...]” (VÁZQUEZ-ALONSO *et al*, 2008, p. 35).

Para as sete questões/COCTS analisadas nesta pesquisa (Apêndice 2), ilustramos a categorização de suas frases nos quadros 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Quadro 2 - Questão 10111 e categorização das frases

Itens	Questão: 10111 - Definir o que é a ciência é difícil porque ela é complexa e engloba muitas coisas. Mas a ciência é PRINCIPALMENTE:	Categorias
A	O estudo de áreas tais como biologia, química, geologia e física.	P
B	Um corpo de conhecimentos, como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida)	A
C	Explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo, e como funcionam.	P
D	Realizar experiências para resolver problemas de interesse sobre o mundo que nos rodeia	P
E	Inventar ou conceber coisas (por exemplo corações artificiais, computadores, veículos espaciais)	I
F	Pesquisar e usar conhecimentos para fazer deste mundo um lugar melhor para viver (por exemplo curar doenças, solucionar a contaminação e melhorar a agricultura)	P
G	Uma organização de pessoas (chamados cientistas) que têm idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos	P
H	Um processo de investigação sistemático e o conhecimento que daí resulta	A
I	Não se pode definir ciência	I

Quadro 3 - Questão 10211 e categorização das frases

Itens	Questão: 10211 – Definir tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia principalmente é:	Categorias
A	Muito parecida com a ciência	P
B	Aplicação da Ciência	I
C	Novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para o uso diário	P
D	Robôs, eletrônica, computadores, sistema de comunicação, automatismos e máquinas	P
E	Uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos	P
F	Inventar, desenhar e criar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais)	P
G	Ideias e técnicas para conceber e fazer coisas; para organizar os trabalhadores, as pessoas de negócios e os consumidores; e para o progresso da sociedade	A
H	Saber como fazer coisas (por exemplo, instrumentos, maquinaria e aparelhos)	P

Quadro 4 - Questão 10411 e categorização das frases

Itens	Questão: 10411 - A ciência e a tecnologia estão intimamente relacionados:	Categorias
A	Porque a ciência é a base dos avanços tecnológicos, embora seja difícil ver como a tecnologia pode ajudar a ciência.	I
B	Porque a investigação científica leva a tecnologia de aplicações práticas, e as aplicações tecnológicas para aumentar a capacidade de investigação científica.	A

C	Apesar de serem diferentes, eles são tão estreitamente ligados que é difícil de separar.	A
D	Porque a tecnologia é a base de todos os avanços científicos, embora seja difícil ver como a ciência pode ajudar a tecnologia.	I
E	Ciência e tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.	P

Quadro 5 - Questão 20141 e categorização das frases

Itens	Questão: 20141 - A política de um país afeta os seus cientistas já que estes são uma parte da sociedade (isto é, os cientistas não estão isolados da sua sociedade). Os cientistas são afetados pela política do seu país:	Categorias
A	Porque o financiamento da ciência vem principalmente do governo que controla a maneira de gastar o dinheiro.	A
B	Porque os governos estabelecem a política científica dando dinheiro a alguns projetos de investigação e não a outros.	A
C	Porque os governos estabelecem a política científica tendo em conta novas aplicações e novos projetos, tanto se os financiam como se não os financiam. A política do governo afeta o tipo de projeto que os cientistas realizarão.	A
D	Porque a política limita e controla os cientistas dizendo-lhes que investigação devem fazer.	P
E	Porque os governos podem forçar os cientistas a trabalhar num projeto que estes acham mal (por exemplo, investigação de armamento) e, portanto, não permitir aos cientistas trabalhar em projetos que sejam benéficos para a sociedade.	I
F	Porque os cientistas são uma parte da sociedade e são afetados como todos os demais.	A
G	Porque os cientistas procuram compreender e ajudar a sociedade , e porque , pela sua implicação e importância para a sociedade, estão estreitamente relacionados como esta.	P
H	Depende do país e da estabilidade ou do tipo de governo que tenha.	I
	Os cientistas NÃO são afetados pela política do seu país:	
I	Porque a investigação científica não tem nada a ver com a política.	I
J	Porque os cientistas estão isolados da sua sociedade.	I

Quadro 6 - Questão 30111 e categorização das frases

Itens	Questão: 30111 - Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? (As setas simples indicam uma única direção para a relação e as duplas indicam interações mútuas. As setas mais grossas indicam uma relação mais intensa que as finas e estas mais que as tracejadas; a ausência de seta indica inexistência de relação).	Categorias
A	Ciência → Tecnologia → Sociedade	I
B	Tecnologia → Ciência → Sociedade	I
C	<pre> graph TD Ciencia --> Tecnologia Tecnologia -.-> Ciencia Tecnologia -.-> Sociedade </pre>	I

D	 Ciência → Sociedade	I
E	 Ciência → Tecnologia → Sociedade	A
F	 Ciência ↔ Tecnologia ↔ Sociedade	A
G	 Ciência ↔ Tecnologia → Sociedade	I

Quadro 7 - Questão 80131 e categorização das frases

Itens	Questão: 80131 - Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reator nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o cancro), pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende de as vantagens para a sociedade compensarem as desvantagens	Categorias
A	A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior	I
B	A decisão depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens da tecnologia; depende do bom funcionamento, do seu custo e da sua eficiência	A
C	Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros	P
D	Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens	A
E	Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutras casos, dependerá de outras coisas	A

Quadro 8 - Questão 90211 e categorização das frases

Itens	Questão: 90211 - Muitos modelos científicos usados nos laboratórios de investigação, tais como o modelo do calor, dos neurônios, do DNA ou do átomo, são cópias da realidade. Os modelos científicos SÃO cópias da realidade	Categorias
A	Porque os cientistas dizem que são verdadeiros, portanto devem sê-lo	I
B	Porque há muitas provas científicas que demonstram que são verdadeiros	I
C	Porque são verdadeiros para a vida. O seu objetivo é mostrar-nos a realidade ou ensinar-nos algo sobre ela	I
D	Os modelos científicos são, muito aproximadamente, cópias da realidade, porque são baseados em observações científicas e em investigação	P
	Os modelos científicos NÃO são cópias da realidade:	

E	Porque simplesmente são úteis para aprender e explicar, dentro das suas limitações								A
F	Porque mudam com o tempo e com o estado do conhecimento, como o fazem as teorias								A
G	Porque estes modelos devem ser ideais ou conjecturas bem informadas, já que o objeto real não se pode ver								P

Considerando a categorização das frases em adequadas, plausíveis e ingênuas, é realizado o cálculo dos índices de atitudes (IA) normalizados entre -1 e +1. Esta normalização é realizada com base nos valores obtidos na escala ordinal de 1 a 9, de acordo com a correspondência que se apresenta na figura 1.

Figura 1 - Escala normalizada do índice atitudinal do COCTS.

Pontuações directas das respostas									
Grau de acordo	nulo	quase nulo	baixo	Parcial baixo	parcial	Parcial alto	Alto	Quase total	total
Escala directa	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice atitudinal normalizado									
Categoria									
Adequada	-1	-0,75	-0,5	-0,25	0	+0,25	+0,5	+0,75	+1
Plausível	-1	-0,5	0	+0,5	1	+0,5	0	-0,5	-1
Ingénua	+1	+0,75	+0,5	+0,25	0	-0,25	-0,5	-0,75	-1

Fonte: MANASSERO (2010)

Por conseguinte, “quanto mais positivo e próximo do valor máximo (+1) é o índice, mais adequada e informada se considera a atitude; e quanto mais negativo e próximo da unidade negativa (-1), a atitude é mais ingênua ou desinformada” (BENNÀSSAR ROIG *et al*, 2010, p. 33) (tradução nossa). Segundo Manassero Más (2010), concepções adequadas são aquelas com acordo total 9, as plausíveis, acordo parcial 5, e as ingênuas, desacordo total 1. Vale destacarmos que neste estudo, os IA dos licenciandos calculados para cada questão/COCTS se constituíram como indicadores de ACT deles.

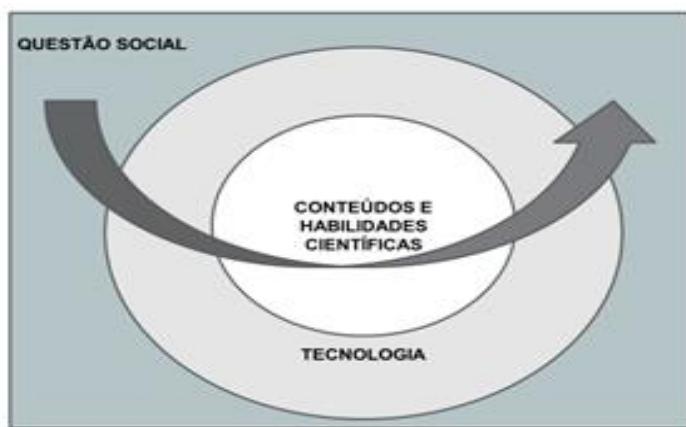
2.3.2 Outros instrumentos de coleta de dados: os materiais didáticos elaborados pelos licenciandos

Os materiais didáticos produzidos pelos licenciandos ao longo do processo formativo se constituíram como instrumentos de coleta de dados nesta pesquisa. Foram eles: organogramas de conteúdos CTS e propostas didáticas.

Vale ressaltar que os grupos que elaboraram os organogramas não foram, necessariamente, os mesmos na elaboração das propostas didáticas. Entretanto, para cada uma dessas atividades, a turma foi dividida em três grupos. Neste sentido, para os organogramas identificamos os grupos como grupo 1, grupo 2 e grupo 3. Para a elaboração das propostas didáticas os licenciandos foram organizados em três grupos identificados como grupo A, grupo B e grupo C.

Para a elaboração dos organogramas de conteúdos CTS, os licenciandos receberam um modelo baseado na proposta de Aikenhead (1994), conforme figura 2. Seguindo este modelo, os licenciandos, organizados em grupos, selecionaram uma questão social e tecnologia a ela associada, bem como, conteúdos científicos em função da questão social e da tecnologia selecionadas. Este modelo proposto considera a sequência de conteúdos constituída pelos seguintes elementos: conteúdo social, conteúdo tecnológico, conteúdo científico canônico, conteúdo tecnológico avançado, e conteúdo social avançado (EIJKELHOF; KORTLAND, 1988 *apud* AIKENHEAD, 2009).

Figura 2 – Modelo de organograma de conteúdos CTS



Fonte: adaptado de Aikenhead (1994)

Para a elaboração das propostas didáticas foi solicitado aos licenciandos que elas envolvessem uma Questão Sociocientífica (QSC). As QSC são temáticas sociais controversas relativas à ciência e à tecnologia (MUNDIM; SANTOS, 2012). Adicionalmente, as propostas didáticas foram elaboradas segundo um modelo, acordado com os licenciandos anteriormente,

constituído de: 1) introdução com apresentação da QSC; 2) proposição de atividades mencionando título da atividade, conteúdo, metodologia e materiais; e 3) considerações para o professor.

2.4 ETAPAS DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas: 1) apresentação dos objetivos da pesquisa aos licenciandos e leitura e assinatura do termo de consentimento esclarecido (Apêndice 1); 2) aplicação do COCTS com licenciandos em Química matriculados na disciplina de IEQ II no segundo semestre de 2018 antes do desenvolvimento do processo formativo; 3) desenvolvimento do processo formativo; 4) reaplicação do COCTS com licenciandos em Química após o processo formativo; e 5) análise dos dados.

2.5 ANÁLISE DOS DADOS

O movimento analítico contemplou: 1) análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo; 2) análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química ao longo do processo formativo; 3) análise do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos; e 4) análise das respostas dos licenciandos em Química ao COCTS após o processo de formação docente.

2.5.1 Análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo

Para análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo, foram calculados os IA dos oito licenciandos para cada Questão/COCTS. Nesta direção, procedemos conforme as seguintes etapas: inicialmente consideramos a categoria de cada frase (adequada, plausível ou ingênua) das sete Questões/COCTS e a pontuação dada pelos licenciandos (representados pela letra E) (**etapa 1**); em seguida, calculamos os IA normalizados no intervalo de [-1; +1] para cada frase da questão, para cada categoria adequada, plausível e ingênua, e para cada questão. Os IA de cada questão, representativos do IA global de cada um dos licenciandos acerca do tema abordado na Questão/COCTS, foram obtidos pela média aritmética dos IA das categorias adequadas, plausível e ingênua (**etapa 2**); posteriormente, elaboramos os gráficos representativos dos IA dos oito licenciandos para cada Questão/COCTS (**etapa 3**).

Após o cálculo dos IA dos licenciandos para cada uma das Questões/COCTS, adotamos as seguintes categorias: 1) IA com valores positivos próximos a 1 foram indicadores de concepções adequadas dos licenciandos acerca da temática abordada na Questão/COCTS; 2) IA com valores positivos, mas não tão próximos de 1, foram indicadores de concepções plausíveis dos licenciandos acerca da temática abordada na Questão/COCTS; 3) IA com valores negativos foram indicadores de concepções ingênuas dos licenciandos acerca da temática abordada na Questão/COCTS.

Realizamos este mesmo procedimento para a análise das respostas dos licenciandos após o processo formativo.

Ilustramos nos quadros 9 e 10 os cálculos dos IA do licenciando E1 para a Questão 10111/COCTS, antes e após do processo formativo:

Quadro 9 - Cálculo do IA do licenciando E1 – Antes do processo formativo

			ÍNDICES ATITUDINAIS				
			DE FRASES	DE CATEGORIAS		DE QUESTÃO PONDERADA	
FRASES	CATEGORIAS	PONTOS		ADEQUADAS	PLAUSÍVEIS	INGENUA	
10111 A	P	6	0,5		0,5		
10111 B	A	7	0,5	0,5			
10111 C	P	9	-1		-1		
10111 D	P	8	-0,5		-0,5		
10111 E	I	7	-0,5			-0,5	
10111 F	P	9	-1		-1		
10111 G	P	8	-0,5		-0,5		
10111 H	A	7	0,5	0,5			
10111 I	I	5	0			0	
Média				0,5	-0,5	-0,25	-0,08

Quadro 10 - Cálculo do IA do licenciando E1 – Após o processo formativo

			ÍNDICES ATITUDINAIS				
			DE FRASES	DE CATEGORIAS		DE QUESTÃO PONDERADA	
FRASES	CATEGORIAS	PONTOS		ADEQUADAS	PLAUSÍVEIS	INGENUA	
10111 A	P	6	0,5		0,5		
10111 B	A	7	0,5	0,5			
10111 C	P	7	0		0		

10111 D	P	4	0,5		0,5		
10111 E	I	6	- 0,25			- 0,25	
10111 F	P	7	0		0		
10111 G	P	4	0,5		0,5		
10111 H	A	6	0,25	0,25			
10111 I	I	8	- 0,75			- 0,75	
Média				0,38	0,3	- 0,5	0,06

A metodologia adotada, ilustrada para o cálculo do IA de E1 para a Questão 10111/COCTS, foi aplicada para as respostas dos oito licenciandos (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8) para cada uma das sete questões do COCTS (10111, 10211, 10411, 20141, 30111, 80131, 90211). Todos os IA obtidos estão apresentados Quadro 11.

Quadro 11 - IA dos licenciandos para Questões/COCTS antes e após o processo formativo

	pré	Pós	Pré	pós	pré	pós	Pré	pós	pré	pós	pré	Pós	pré	pós
E1	-0,08	0,06	0,31	0,52	0,5	-0,04	0,35	0,42	0,64	0,67	-0,08	-0,06	0,24	0,18
E2	0,13	0,29	-0,07	0,44	0,46	0,04	0,48	0,67	0,62	0,6	-0,17	-0,28	0,14	0,25
E3	-0,31	0,27	-0,19	0,47	0,29	0,42	-0,12	0,1	-0,31	0,19	0,08	0,25	0,03	-0,08
E4	0,08	0,42	0,02	0,33	0,42	0,08	0,23	0,44	0,15	0,54	0,25	-0,03	-0,17	0,18
E5	0,03	-0,15	-0,03	0,5	0,67	0,33	0,02	0,31	0,44	0,29	-0,17	0,08	0,24	0,46
E6	0,18	0,23	0,02	-0,22	0,08	0,25	0,15	0,1	0,05	0,43	-0,36	-0,19	-0,14	-0,28
E7	0,06	0,24	0,03	0,47	0,04	0,5	0	0,44	0,33	0,45	-0,06	-0,14	0,04	-0,03
E8	-0,03	0,02	-0,28	0,17	0,5	0,5	0,5	0,21	0,75	0,7	0,11	-0,11	-0,19	0,06
	Questão 10111		Questão 10211		Questão 10411		Questão 20141		Questão 30111		Questão 80131		Questão 90211	

A partir dos IA calculados, antes e após o processo formativo (ver quadro 11), foram elaborados gráficos que ilustram os IA dos oito licenciandos correspondentes às suas concepções sobre temas CTS abordados em cada uma das sete Questões/COCTS.

2.5.2 Análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química ao longo do processo formativo

Para a análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química, selecionamos as propostas de organização de conteúdos CTS e as propostas didáticas a partir de Questões Sociocientíficas (QSC). Justificamos a opção por estes materiais didáticos considerando que foram desenvolvidos pelos licenciandos sem a interferência do professor/formador.

Os organogramas foram analisados a partir de alguns dos elementos da sequência de conteúdos proposta por Eijkelhof e Kortland (1988 *apud* AIKENHEAD, 2009), os quais são: conteúdo social, conteúdo tecnológico, conteúdo científico canônico, e conteúdo social avançado, relativo, por exemplo, a compreensão mais ampla do conteúdo social e a proposição de alternativas possíveis.

As propostas didáticas foram analisadas considerando aspectos discutidos pelos grupos de licenciandos na introdução de cada uma delas e as propostas propriamente ditas em termos de seus respectivos conteúdos, metodologias e materiais didáticos.

2.5.3 Análise do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos

Para a análise do processo formativo, consideramos como categorias analíticas os três aspectos fundamentais para os programas de formação de professor na perspectiva de reflexão na prática propostos por Sacristán e Pérez Gómez (1998). São eles: aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social; desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática; desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor.

Adicionalmente, neste movimento analítico consideramos aspectos das perspectivas para a formação docente propostas por estes autores, a saber: acadêmica, técnica, prática, e a de reflexão na prática.

2.5.4. Análise das concepções de licenciandos sobre temas CTS após o processo formativo

Neste movimento analítico, consideramos as variações dos IA dos licenciandos para as Questões/COCTS antes e após o processo formativo.

Portanto, considerando os diferentes movimentos analíticos realizados nesta pesquisa, elaboramos uma síntese destes movimentos no quadro 12, relacionando-os aos objetivos específicos do estudo e aos instrumentos de coleta de dados.

Quadro 12: Relação entre movimentos analíticos, objetivos específicos e instrumento de coleta de dados da pesquisa

Movimentos analíticos	Objetivos específicos da pesquisa	Instrumentos de coleta de dados
Análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo.	Levantar concepções de licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo.	COCTS
Análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química ao longo do processo formativo.	Analizar os materiais didáticos produzidos pelos licenciandos ao longo do processo formativo.	Materiais didáticos: organogramas de conteúdos CTS e propostas didáticas.
Análise do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos.	Analizar o processo de formação docente desenvolvido a partir das atividades realizadas pelos licenciandos.	Materiais didáticos: organogramas de conteúdos CTS e propostas didáticas.
Análise das respostas dos licenciandos em Química ao COCTS após o processo de formação docente.	Identificar concepções de licenciandos em Química acerca de temas CTS após o processo de formação docente.	COCTS

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

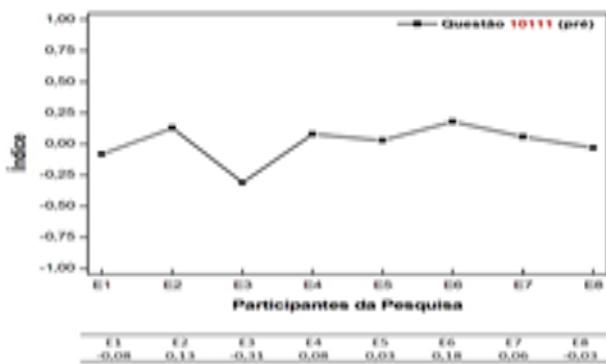
As análises estão organizadas considerando inicialmente, a análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo. Em seguida, procedemos às análises dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química ao longo do processo formativo, e as análises do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos. Posteriormente, analisamos as respostas dos licenciandos em Química ao COCTS após o processo de formação docente, comparando com os respectivos IA dos licenciandos calculados antes do processo formativo.

3.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS AO COCTS ANTES DO PROCESSO FORMATIVO¹

Para as análises realizadas, apresentamos, inicialmente, os gráficos correspondentes aos IA dos licenciandos para cada questão do COCTS, e em seguida, analisamos concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo visando a identificação de evidências acerca da alfabetização científica e tecnológica destes licenciandos. Nosso objetivo neste momento é o de levantar concepções de licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo.

Em relação à Ciência (Questão 10111/COCTS), temos o gráfico 1:

Gráfico 1 - Questão 10111/COCTS

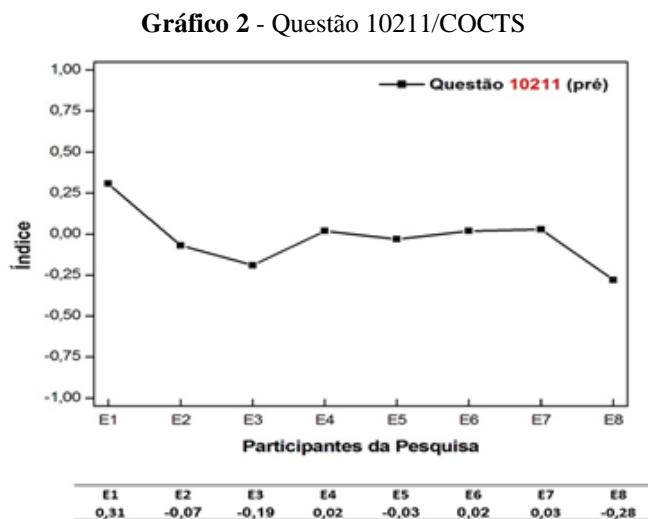


Fonte: elaboração própria (2019)

¹ As análises desenvolvidas neste item culminaram em um trabalho que foi apresentado no V COREQUI - 2019 com artigo intitulado: Concepções de Licenciandos em Química sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia.

Considerando os dados do gráfico 1, alguns aspectos podem ser destacados: a) os IA dos oito licenciandos para esta questão variaram entre -0,31 e 0,18, conferindo concepções de Ciência consideradas, respectivamente, como ingênuas e plausíveis; b) três licenciandos (E1, E3 e E8) apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (-0,08; -0,31 e -0,03), ou seja, 37,5% dos licenciandos expressaram concepções ingênuas de Ciência; c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,18.

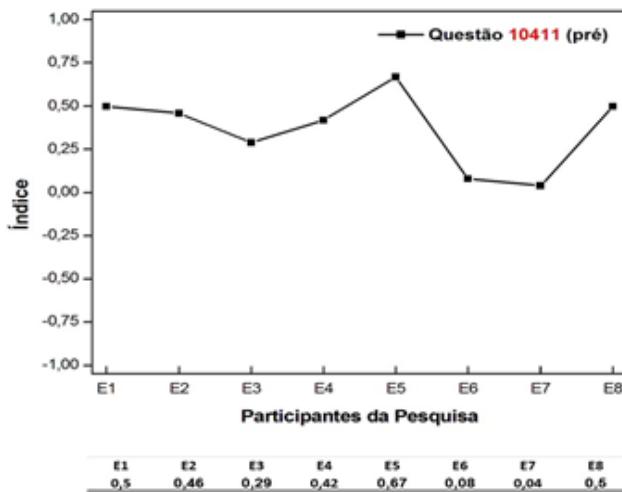
Sobre a Tecnologia (Questão 10211/COCTS), temos o gráfico 2:



Fonte: elaboração própria (2019)

Com base nos dados do gráfico 2, destacamos alguns aspectos: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,28 e 0,31, sendo índices atitudinais representativos de concepções de Tecnologia ingênuas e plausíveis; b) quatro licenciandos (E2, E3, E5 e E8) apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (-0,07; -0,19; -0,03; e -0,28), ou seja, 50% deles apresentaram concepções ingênuas sobre Tecnologia; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,31.

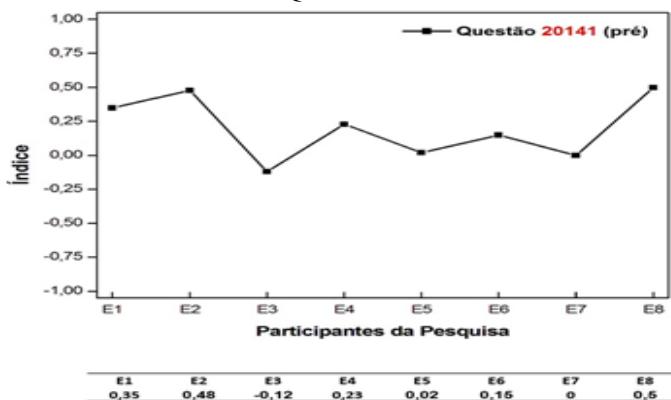
Quanto à relação Ciência-Tecnologia (Questão 10411/COCTS), apresentamos o gráfico 3.

Gráfico 3 - Questão 10411/COCTS

Fonte: elaboração própria (2019)

Quanto aos dados do gráfico 3, identificamos que: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre 0,04 e 0,67, indicando concepções plausíveis e adequadas acerca da relação Ciência-Tecnologia; b) nenhum licenciando apresentou valores de IA negativos, ou seja, não houve indicador de concepções ingênuas quanto a relação Ciência-Tecnologia; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,67.

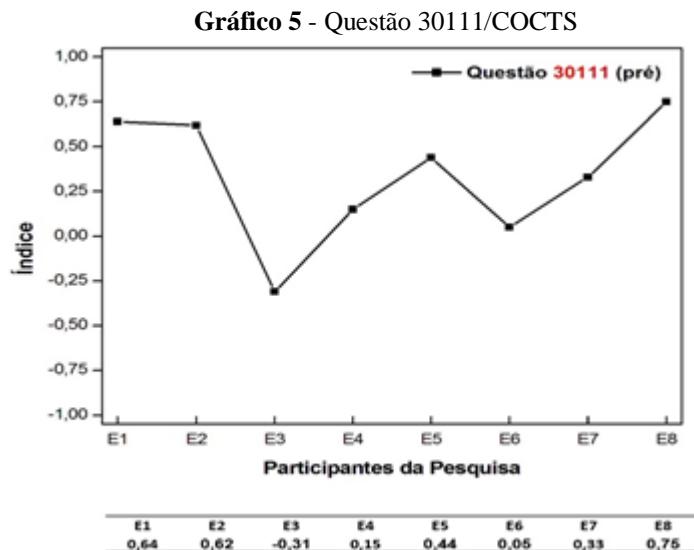
Sobre a relação Ciência-Sociedade (Questão 20141/COCTS), temos o gráfico 4:

Gráfico 4 - Questão 20141/COCTS

Fonte: elaboração própria (2019)

Considerando os dados do gráfico 4, destacamos que: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,12 e 0,50, o que sinaliza a presença de concepções ingênuas e plausíveis sobre a relação Ciência-Sociedade; b) um licenciando (E3), 12,5%, apresentou valor de IA negativo (-0,12), ou seja, concepção ingênua sobre tal relação; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,50.

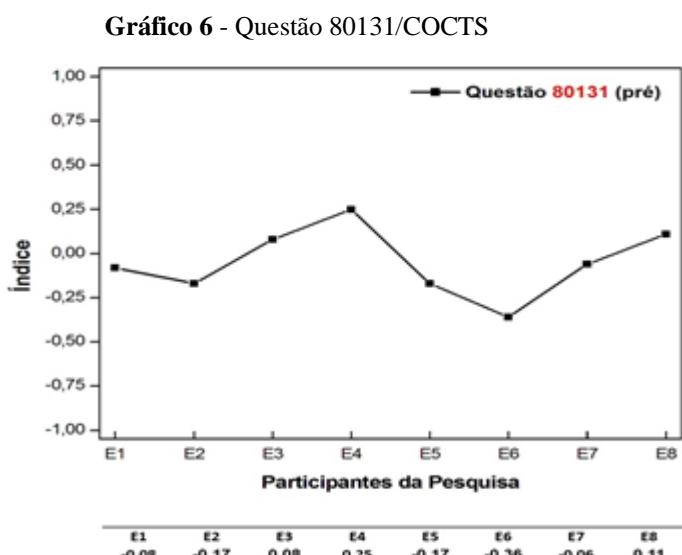
Quanto à relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (Questão 30111/COCTS), apresentamos o gráfico 5:



Fonte: elaboração própria (2019)

A partir dos dados do gráfico 5, alguns aspectos podem ser destacados: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,31 e 0,75, indicando a presença de concepções ingênuas, plausíveis e adequadas sobre a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade; b) um licenciando (E3), ou seja, 12,5%, apresentou valor de IA negativo (-0,31), isto é, concepção ingênua desta relação; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,75.

Sobre a relação Tecnologia-Sociedade (Questão 80131/COCTS), temos o gráfico 6:

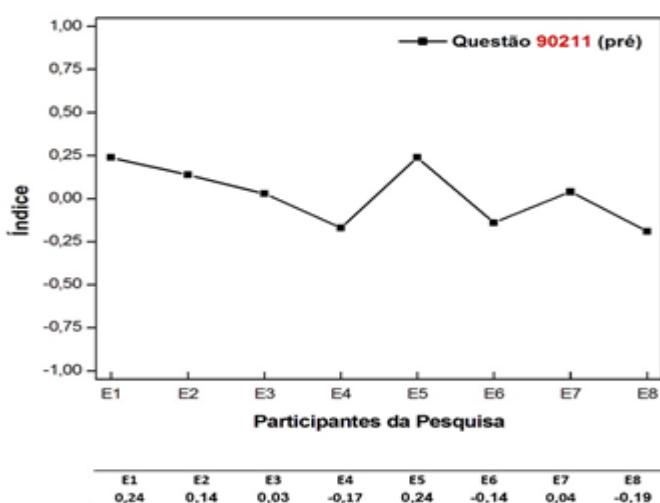


Fonte: elaboração própria (2019)

Considerando os dados do gráfico 6, alguns aspectos podem ser destacados: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,36 e 0,25, sinalizando concepções ingênuas e plausíveis sobre a relação Tecnologia-Sociedade; b) cinco licenciandos (E1, E2, E5, E6 e E7), isto é, 62,5% dos licenciandos, apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (-0,08; -0,17; 0,17; -0,36 e -0,06), ou seja, a maioria dos licenciandos têm concepções ingênuas acerca da relação Tecnologia-Sociedade; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,25.

Em relação à Epistemologia da Ciência (Questão 90211/COCTS), temos o gráfico 7:

Gráfico 7 - Questão 90211/COCTS



Fonte: elaboração própria (2019)

Sobre os dados do gráfico 7, alguns aspectos podem ser destacados: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,19 e 0,24, conferindo concepções ingênuas e plausíveis acerca da Epistemologia da Ciência; b) três licenciandos (E4, E6 e E8), ou seja, 37,5% deles, apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (- 0,17, - 0,14 e – 0,19), isto é, concepções ingênuas sobre este aspecto; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,24.

Tomando por base os dados relativos aos IA dos oito licenciandos para as sete Questões/COCTS apresentados nos respectivos gráficos, e considerando a relação destes índices com concepções adequadas, plausíveis e ingênuas, sintetizamos no quadro 13 resultados relativos às concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo.

Quadro 13 - Resultados das concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes do processo formativo

Aspectos CTS	Concepções de licenciandos em química antes do processo formativo
Quanto à ciência	Concepções ingênuas e plausíveis de ciência; 37,5% dos licenciandos expressaram concepções ingênuas de Ciência.
Quanto à tecnologia	Concepções ingênuas e plausíveis de tecnologia; 50%, dos licenciandos têm concepções ingênuas sobre tecnologia.
Quanto à relação ciência-tecnologia	Concepções plausíveis e adequadas da relação ciência-tecnologia; não há concepções ingênuas entre os licenciandos acerca da relação ciência-tecnologia.
Quanto à relação ciência-sociedade	Concepções ingênuas e plausíveis da relação ciência-sociedade; 12,5%, dos licenciandos têm concepções ingênuas da relação ciência-sociedade.
Quanto à relação ciência-tecnologia-sociedade	Concepções ingênuas, plausíveis e adequadas da relação ciência-tecnologia-sociedade; 12,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas da relação ciência-tecnologia-sociedade.
Quanto à relação tecnologia-sociedade	Concepções ingênuas e plausíveis da relação tecnologia-sociedade; 62,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas acerca da relação tecnologia-sociedade.
Quanto à epistemologia da ciência	Concepções ingênuas e plausíveis acerca da Epistemologia da Ciência; 37,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas sobre este aspecto.

Os resultados postos no quadro 13 se constituem como indicadores da ACT destes licenciandos, visto que a compreensão da natureza da ciência e da tecnologia, mais especificamente, a compreensão da epistemologia da ciência e da tecnologia e das relações CTS, é uma de suas dimensões constitutivas (ALONSO, 2010).

Nesta direção, identificamos algumas evidências acerca da alfabetização científica e tecnológica destes licenciandos, antes do processo formativo. São elas: 1) os licenciandos não expressaram concepções adequadas de ciência, de tecnologia, da relação ciência-sociedade, da relação tecnologia-sociedade e sobre a epistemologia da ciência; 2) os licenciandos expressaram concepções adequadas da relação ciência-tecnologia e da relação ciência-tecnologia-sociedade; 3) nenhum licenciando demonstrou concepções ingênuas sobre a relação ciência-tecnologia; 4) menos de 50% dos licenciandos expressaram concepções ingênuas sobre ciência, sobre as relações ciência-sociedade, ciência-tecnologia-sociedade, e sobre a epistemologia da ciência; 5) concepções ingênuas mais expressivas dos licenciandos foram relativas à tecnologia (50%) e à relação tecnologia-sociedade (62,5%).

Nesta perspectiva, consideramos que tais evidências reforçam a necessidade de voltarmos nosso olhar para a alfabetização científica e tecnológica de futuros professores de

química em formação inicial, no sentido de contribuir para o desenvolvimento de compreensões adequadas, por exemplo, acerca da ciência, da tecnologia, da relação ciência-sociedade, da relação tecnologia-sociedade e da epistemologia da ciência.

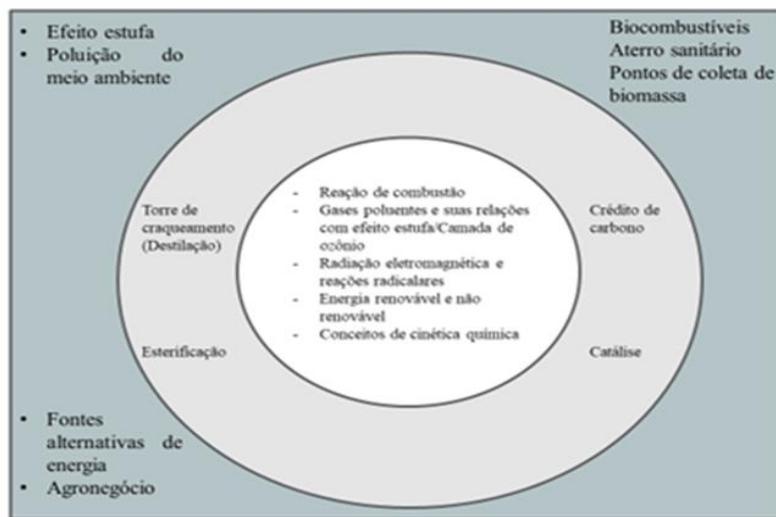
3.2 ANÁLISE DOS MATERIAIS DIDÁTICOS PRODUZIDOS PELOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Os materiais didáticos analisados são referentes aos organogramas de conteúdos CTS e às propostas didáticas, produzidas pelos licenciandos. Inicialmente, analisamos os respectivos cronogramas e em seguida, as propostas didáticas. Neste momento, temos como objetivo analisar os materiais didáticos produzidos pelos licenciandos ao longo do processo formativo.

3.2.1 Análise dos organogramas de conteúdos CTS elaborados pelos grupos

Para a produção dos organogramas de conteúdos CTS os licenciandos foram organizados em três grupos (grupo 1, grupo 2 e grupo 3). Neste sentido, foram elaborados três organogramas de conteúdos CTS. Ilustramos o organograma elaborado pelo grupo 1 na figura 3.

Figura 3 – Organograma de conteúdos CTS do grupo 1



Fonte: elaboração do grupo 1

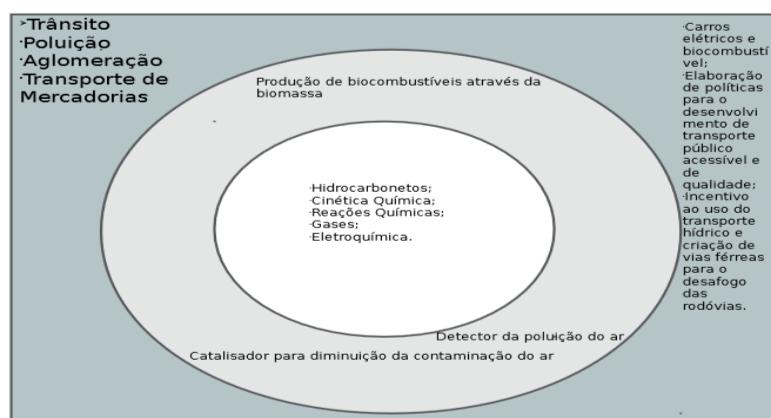
O grupo 1 optou por questões sociais relativas ao efeito estufa, à poluição do meio ambiente, às fontes alternativas de energia, ao agronegócio, aos biocombustíveis, ao aterro

sanitário, e aos pontos de coleta de biomassa. As questões sociais abordadas pelo grupo 1 são atuais e pertinentes, uma vez que na atualidade a poluição do meio ambiente tem exigido um olhar mais atento da sociedade. A partir destas questões, o grupo direcionou as discussões da dimensão tecnológica para torre de craqueamento (destilação), processo de esterificação, créditos de carbono e processo de catálise. Os conteúdos científicos canônicos selecionados pelo grupo 1 foram: reação de combustão, gases poluentes e suas relações com efeito estufa (camada de ozônio), radiação eletromagnética e reações radicalares, energia renovável e não renovável e conceitos de cinética química.

A partir do organograma do grupo 1, podemos perceber que nele, relações entre questões sociais, tecnologias e conteúdos/habilidades científicas, ou seja, relações CTS foram estabelecidas. Por exemplo, o grupo estabeleceu relações entre a poluição do meio ambiente e o efeito estufa (conteúdo social), o processo de destilação do petróleo e o processo de esterificação (conteúdo tecnológico), os gases poluentes e suas relações com o efeito estufa e as reações de combustão (conteúdo científico) que podem contribuir na compreensão tanto do conteúdo social como do conteúdo tecnológico, e as alternativas possíveis para minimizar os efeitos desta poluição do meio ambiente, como, por exemplo, biocombustíveis, aterro sanitário e pontos de coleta de biomassa (conteúdo social avançado). Desta forma, a sequência de conteúdos proposta por Eijkelhof e Kortland (1988 *apud* AIKENHEAD, 2009) foi atendida pelo grupo 1.

Ilustramos o segundo organograma elaborado pelo grupo 2 na figura 4.

Figura 4 – Organograma de conteúdos CTS do grupo 2



Fonte: elaboração do grupo 2

Neste organograma, o grupo 2 optou por questões sociais relativas ao trânsito, à poluição, à aglomeração, ao transporte de mercadorias, aos carros elétricos e biocombustível,

às políticas para o desenvolvimento de transporte público acessível e de qualidade, ao incentivo no uso do transporte hídrico, e à criação de vias férreas para o desafogo das rodovias. Questões atuais e pertinentes relativas, por exemplo, ao sistema de transporte movido a combustíveis fósseis e o alto índice de poluição atmosférica decorrente da queima desses combustíveis. Do ponto de vista tecnológico, o grupo 2 optou pela produção de combustível com uso da biomassa, detector de poluição do ar, e catalisador para diminuição da contaminação do ar. Os conteúdos científicos selecionados foram: hidrocarbonetos, cinética química, reações químicas, gases e eletroquímica.

A partir da descrição do organograma do grupo 2, identificamos que as relações CTS estabelecidas foram relativas à questão do trânsito, poluição, aglomeração, e transporte de mercadorias (conteúdo social) articuladas à produção de combustível com uso da biomassa, detector de poluição do ar, e catalisador para diminuição da contaminação do ar (conteúdo tecnológico), aos conteúdos de hidrocarbonetos, cinética química, reações químicas, gases e eletroquímica (conteúdo científico canônico), e às alternativas possíveis para minimizar os efeitos relativos às questões sociais, como, os carros elétricos e biocombustível, as políticas para o desenvolvimento de transporte público acessível e de qualidade, ao incentivo no uso do transporte hídrico, e criação de vias férreas para o desafogo das rodovias (conteúdo social avançado). Os carros elétricos, por exemplo, são propostos como uma das alternativas na minimização da poluição ar. Portanto, os licenciandos do grupo 2 atenderam à sequência de conteúdos proposta por Eijkelhof e Kortland (1988 *apud* AIKENHEAD, 2009).

O terceiro organograma elaborado pelo grupo 3 refere-se à figura 5.

Figura 5 – Organograma de conteúdos CTS do grupo 3



Fonte: elaboração do grupo 3

Neste organograma, o grupo 3 optou por questões sociais relativas à poluição dos rios, aos resíduos industriais, à emissão de gases poluentes, à implementação de aterros sanitários, à

fiscalização da legislação ambiental (lei 6938/1981) e à utilização de biocombustíveis e gás natural. São questões sociais atuais e relevantes na medida em que, por exemplo, resíduos industriais poluem as águas dos rios e, nesta direção, a fiscalização da legislação ambiental é uma das alternativas para minimizar esta questão. A dimensão tecnológica envolveu funcionamento de uma estação de tratamento de água, funcionamento de uma usina têxtil, funcionamento do motor de um veículo. Os conteúdos científicos selecionados foram: solubilidade, soluções e misturas, equilíbrio químico e estados da matéria.

Quanto às relações CTS, podemos dizer que elas foram estabelecidas por este grupo. Tais questões foram relativas à poluição dos rios, aos resíduos industriais, à emissão de gases poluentes (conteúdo social), articuladas ao funcionamento de uma estação de tratamento de água, de uma usina têxtil, e do motor de um veículo (conteúdo tecnológico), aos conteúdos de solubilidade, de soluções e misturas, equilíbrio químico e estados da matéria (conteúdo científico canônico), e à implementação de aterros sanitários, à fiscalização da legislação ambiental (lei 6938/1981) e à utilização de biocombustíveis e gás natural (conteúdo social avançado). Portanto, o grupo três atendeu aos elementos da sequência de conteúdos proposta por Eijkelhof e Kortland (1988 *apud* AIKENHEAD, 2009).

A partir da análise dos três organogramas de conteúdos CTS e considerando que a ACT envolve a compreensão de “diversas e complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade [...]” (BENNÁSSAR ROIG *et al*, 2010, p. 8) (tradução nossa), podemos dizer que os licenciandos, ao elaborarem os organogramas, compreenderam diferentes relações entre questões sociais, tecnologias a elas associadas, e conteúdos científicos. Neste sentido, entendemos que a compreensão das relações CTS que os licenciandos estabeleceram ao elaborarem os organogramas se constituiu como um dos impactos do processo formativo vivenciado por eles.

3.2.2 Análise das propostas didáticas elaboradas pelos grupos

Foram analisadas três propostas didáticas elaboradas pelos grupos de licenciandos, identificados neste momento como o grupo A, grupo B e grupo C.

O conteúdo químico definido para o grupo A foi o de Análises Químicas. Na elaboração da proposta didática deste grupo, os licenciandos optaram por uma QSC intitulada “Do pré-sal à gasolina: impactos na sociedade”. Nesta direção, na introdução da proposta didática deste grupo, os licenciandos discutiram sobre: 1) pré-sal; 2) petróleo: extração, destilação e craqueamento; e 3) gasolina: octanagem, adulteração, comercialização e legislação.

Seguida da introdução, foi apresentada a proposta didática do grupo A constituída de três atividades, conforme quadro 14.

Quadro 14 - Síntese da Proposta didática do Grupo A

Atividade 1: Teste da gasolina adulterada (Experimentação)	Atividade 2: Caminho do Petróleo (Atividade lúdica)	Atividade 3: Júri Simulado - “Vaselina, petróleo ou óleo mineral em cosméticos: esses ingredientes são um problema?”
<p>Conteúdos: Polaridade; Afinidade química; Separação de misturas; Concentração e Hidrocarbonetos.</p> <p>Metodologia: Primeiro momento: Irá ser mostrado aos alunos, um vídeo de uma reportagem sobre a adulteração de gasolina nos postos, e logo em seguida, se fará as seguintes perguntas: No que implicará essa adulteração ao consumidor? Nesse caso, qual a importância de o consumidor conhecer o produto que está comprando? Com o vídeo e as perguntas como base, ocorrerá um debate onde os alunos poderão expor suas opiniões, gerando assim uma interação dos alunos e do professor. Segundo momento: Será enfatizado com os alunos a percentagem permitida de álcool com a gasolina e logo em seguida ocorrerá o experimento. Os alunos poderão observar a mistura do álcool com a gasolina. A partir do experimento, outras questões serão levantadas: Por que o álcool possui uma afinidade maior com a água do que com a gasolina? A adulteração poderia ser feita com água? Terceiro momento: Cálculo de concentrações e porcentagem. Tendo como base o vídeo do primeiro momento, os alunos irão observar os cálculos envolvidos, tais quais: Análise de concentração e porcentagens. Esses estarão baseados na quantidade de álcool observado na gasolina a partir do experimento. Quarto momento: Os alunos terão de responder duas questões. Uma sobre o que foi observado no experimento e como eles enxergam isso de maneira crítica. Isso servirá como análise do que</p>	<p>Conteúdos: Reações químicas, morfologia do petróleo, estrutura química, concentração e percentual.</p> <p>Metodologia: Primeiro momento: Será apresentado aos estudantes o tema da aula, no caso, o petróleo. Em seguida, algumas indagações serão feitas a partir do que os alunos conhecem sobre o petróleo, e se eles acham que o petróleo é usado apenas como forma de produção de combustível. A partir das respostas, que terá uma performance mais sondadora do conhecimento de mundo dos estudantes, agora então a aula será construída com a exposição do conteúdo químico, no entanto mantendo uma aula dialogada e interativa, além de expor um vídeo sobre a origem do petróleo. Segundo momento: Após a abordagem conteudista do tema, partiremos para o eixo central da aplicação dessa atividade que é a execução de um jogo didático, no qual os estudantes serão divididos em 5 grupos de 8 discentes (levando em consideração que a turma disponha de 40 alunos, numa sala com mais estudantes poderá dispor de mais grupos). O jogo acontece da seguinte forma, uma trilha será traçada na sala de aula similar a jogos de tabuleiro, onde haverá um dado para determinar a quantidade de casas que o grupo andará sobre a trilha, mas para prosseguir terão que responder perguntas relacionadas com a aula sobre o petróleo. As perguntas serão feitas em formato de cartas, como em jogos da memória, dessa forma, o grupo que apresentar primeiro o</p>	<p>Conteúdos: Destilação fracionada do petróleo, concentração química, poluição do meio ambiente, agentes cancerígenos.</p> <p>Metodologia: Primeiro Momento: Entrega de manchete de jornal fictícia aos alunos – “Projeto de lei visa proibir a utilização de derivados de petróleo em cosméticos.” Apresentação do caso simulado – “Grandes empresários, ao saberem que o projeto de lei iria ser votado, entraram com uma ação alegando que não há fundamento que justifique tal proibição. Baseando-se em aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e econômicos, deve ser decidido se o projeto de lei deve ou não seguir para votação”. Segundo Momento: Divisão da turma em quatro grupos: Júri, grupo favorável à votação (ambientalistas, químicos/defesa), grupo desfavorável à votação (empresários, químicos/acusação). Terceiro Momento: Pesquisa dirigida – Distribuição dos tópicos a serem pesquisados pelos alunos, a fim de embasarem seus argumentos: “O que são petróleo, vaselina e óleo mineral e como são obtidos, qual sua função nos cosméticos, pesquisas apontando esses derivados como cancerígenos, problemas ambientais envolvidos na extração, purificação e produção desses produtos e dos cosméticos”. Quarto Momento: Desenvolvimento do debate: Simulação de um júri com sistema de acusação-réplica-tréplica: inicia-se com a acusação dos empresários/químicos desfavoráveis, seguida da defesa por parte dos ambientalistas/químicos favoráveis. A palavra novamente volta para os empresários/químicos desfavoráveis, e depois para os ambientalistas/químicos favoráveis.</p>

	<p>foi dito antes das aulas e do que será dito depois delas. A outra pergunta será sobre os cálculos de concentração e porcentagem: A gasolina foi ou não adulterada? Todos os debates, participação e respostas sobre as perguntas, serão avaliados.</p>	<p>maior número de casas avançadas ganhará o desafio que foi proposto. As questões envolverão o conteúdo de análise química, cálculo de solução, cálculo de concentração e curiosidades sobre o percentual de compostos químicos, derivados do petróleo em produtos do cotidiano, como os 25 por cento de álcool em gasolina.</p> <p>Terceiro momento: Por fim, a atividade será finalizada com a entrega de uma questão discursiva (“Você consegue identificar as aplicações do petróleo no seu cotidiano? De que maneira podemos utilizá-lo de forma consciente e causando o mínimo de danos para a sociedade e meio ambiente?”) sobre as abordagens existentes em todos os momentos. Então, todos os momentos serão de integral importância para o emprego e inserção da química no cotidiano dos estudantes.</p>
Materiais didáticos: Vídeo, questões norteadoras, provetas.	Materiais didáticos: Quadro branco, vídeo, questões guidoras, piloto.	Materiais didáticos: Manchete de jornal fictícia, quadro branco.

O conteúdo químico definido para o grupo B foi o de Eletroquímica. Na elaboração da proposta didática deste grupo, os licenciandos optaram por uma QSC relativa ao uso de células fotovoltaicas na produção de energia solar. Nesta direção, na introdução da proposta didática deste grupo, os licenciandos discutiram sobre: 1) a importância da energia elétrica para a sociedade e a disparidade na distribuição deste tipo de energia no mundo; 2) uso de fontes de energias renováveis; 3) hidrelétricas, possibilidades e dificuldades; 4) energia solar, tipos, aspectos tecnológicos envolvidos, tipos de células voltaicas, e desvantagens do uso; 5) e conteúdos químicos relacionados à temática.

Seguida da introdução, foi apresentada a proposta didática do grupo constituída de quatro atividades, conforme quadro 15.

Quadro 15 - Síntese da Proposta didática do Grupo B

Atividade 1: Eletroquímica em foco nos noticiários	Atividade 2: Brincando com modelos moleculares	Atividade 3: Conhecendo o fogão solar – visitação ao espaço ciência	Atividade 4: Caso Simulado “Brazil Crime Story: o povo vs a companhia elétrica”
--	--	---	--

Conteúdos: células galvânicas, série eletroquímica e impacto nos materiais há também a possibilidade de abordar temas como corrosão e poluição ambiental.	Conteúdos: Células galvânicas e reações redox.	Conteúdos: células eletrolíticas, em especial as células fotovoltaicas	Conteúdos: Células galvânicas, tipos de rios, ciclo hidrológico, ética, sociologia ambiental, impacto nos materiais e poluição ambiental.
Metodologia: Em primeiro lugar os alunos serão distribuídos em círculo, será apresentado e lido em voz alta os noticiários, após a leitura haverá uma discussão sobre o conteúdo que é apresentado nos noticiários, são necessários a participação de todas(os) e o papel do professor é de ser mediador nessa discussão. Após o debate, o(a) professor(a) com ajuda de perguntas norteadoras deve incentivar a participação dos alunos para captar concepções alternativas relacionada a eletroquímica.	Metodologia: O professor deve rediscutir brevemente sobre os assuntos relacionados na aula passada, após isso, introduzir os modelos moleculares para abordar as reações redox de uma forma microscópica pois segundo Machado e Aragão (1996) os estudantes têm ideias mais focadas no macroscópico, sensorial e visível. A ideia dos modelos moleculares é motivar os estudantes por meio da interatividade e tentar sanar os problemas abordados anteriormente.	Metodologia: Antes de ir para a excursão, o professor deve retomar as discussões na primeira aula sobre fontes de energia alternativa, discutir como seria o funcionamento e a sistematização de uma usina de energia solar. Durante a excursão, o foco dela é o fogão solar onde o guia deve explicar o funcionamento, os materiais e os processos de obtenção de energia, o professor e o guia (mediador) devem ter uma grande sinergia, se preparar para imprevistos e focar no aspecto qualitativo da informação e não quantitativo, aplicar um questionário relacionado aos conteúdos após a excursão.	Metodologia: A ideia do caso simulado é abordar o que foi visto nas aulas anteriores e relacionar ao contexto social para a formação de um cidadão crítico. O problema selecionado foi a falta de energia devido a faltas de chuva na região da usina hidrelétrica de Paulo Afonso – BA (baseado na crise hídrica ocorrida no sudeste entre 2014-2017) devida a extensa falta de chuvas a geração de energia diminuiu tanto que começou a haver racionamento de energia e constantes blackouts (apagão), quebrando eletrodomésticos e deixando a população apavorada a cada noite sem energia. Por esse motivo a população entrou contra uma ação a companhia elétrica por se omitir, por não buscar vias alternativas de geração de energia e por danos causados a população. A turma será dividida em dois grupos e dois subgrupos: os acusadores (advogados da população e as pessoas que processaram) e os defensores (advogados da companhia e os sócios acionistas que foram processados). Os subgrupos devem colaborar e criar uma defesa (no caso dos defensores) e uma acusação (no caso dos acusadores) com materiais previamente escolhidos pelo professor e materiais de atividades anteriores. O professor será o mediador e após o júri simulado um debate deve ser ocorrido para refletir sobre o caso simulado para fomentar a criticidade do discente e todos juntos decidirem qual lado foi mais convincente em seus argumentos e por último uma pequena discussão para haver um feedback sobre as atividades praticadas em sala.
Materiais didáticos: Matérias de jornais (Até celular! Correios limitam envio de eletrônico com bateria; o que muda? Sindicato recebe pilhas e baterias portáteis), quadro e piloto.	Materiais didáticos: Modelo molecular, quadro e piloto.	Material: Questionário.	Materiais: Textos retirados de livros de filosofia, sociologia, geografia, química e biologia, matérias de jornal (Falta de água pode se tornar constante no Estado de São Paulo; Moradores têm prejuízos após quedas de energia queimarem eletrodomésticos) e de um podcast (Crise hídrica: falta d'água chega ao Sudeste; como tudo começou?).

O conteúdo definido para o grupo C foi o de Equilíbrio químico. Na elaboração da proposta didática deste grupo, os licenciandos optaram por uma QSC relativa ao capitalismo, consumismo e poluição atmosférica. Neste sentido, na introdução da proposta didática, os licenciandos deste grupo discutiram sobre: 1) poluição atmosférica e sua relação com gases poluentes das indústrias e automóveis; 2) consumismo da sociedade; 3) conteúdos químicos relativos à problemática.

Seguida da introdução, foi apresentada a proposta didática do grupo C composta por três atividades, conforme quadro 16.

Quadro 16 - Síntese da Proposta didática do Grupo C

Atividade 1: Medindo o pH de bebidas gaseificadas	Atividade 2: Experimento da chuva ácida	Atividade 3: Caso Simulado
Conteúdos: pH, equilíbrio químico, reações, sistema digestivo, cárries, consumo excessivo, obesidade e ética.	Conteúdos: Chuva ácida, reação química, corrosão, pH, equilíbrio químico, meio ambiente e ecossistema, capitalismo, contaminação industrial, história e geografia.	Conteúdos: ecossistema e meio ambiente, processo de fabricação de tintas (polimerização, obtenção de pigmentos sintéticos e gases), equilíbrio químico ocasionado pela poluição atmosférica.
Metodologia: Apresentação de problemática relacionada ao pH, promoção de diálogo com os alunos para que desenvolvam respostas com conceitos científicos e aplicação do experimento:	Metodologia: Apresentar a problemática da chuva ácida, logo após abrir discussão e promover diálogo, questionamentos sobre a problemática e incitar argumentos científicos. Para resolução de problema aplicação de experimento.	Metodologia: Será aplicado o seguinte caso simulado: O município de Paulista é pouco urbanizado, contendo mais casas e comércios do que prédios e indústrias de grande porte. Porém, o bairro de Jardim Baixo fica situado próximo a BR 101, uma área aberta de 4.658 Km onde se encontra diversas indústrias, que são fonte de renda externa, mas que empregam muitos moradores deste bairro. Contudo, ainda está crescendo e o número de empresas aumentando. Agora uma fábrica de tinta está se instalando e, durante sua instalação, exala um odor pungente e irritante, causando dores de cabeça e enjoos em alguns moradores da região próxima ao local da fábrica, principalmente em crianças de colo e mulheres grávidas. Logo se faz necessário que os moradores das proximidades, os empresários, políticos e ambientalistas discutam e cheguem a uma solução. Em divisão de grupos, um destes representa a fábrica de tinta – defendendo seu ponto, levantando a tese de atribuir empregos. Outro grupo representará os ambientalistas, que também são moradores de Jardim Baixo, defenderão a saúde e o bem-estar de seus moradores a partir da preservação da mata local. Para uma abordagem mais polêmica no momento do caso, pode-se colocar alunos representando moradores que estão indecisos quanto à instalação da fábrica, mas que são muito importantes em quantidade para definir o destino da comunidade. Um líder comunitário para conduzir e organizar a ordem das falas dos participantes do plebiscito, também se faz necessário. Ao final da atividade, será proposto uma solução que envolva todos os membros dessa temática a fim de

		articular uma socialização amigável entre os envolvidos.
Materiais: Tubos de ensaio, luvas, pipetas, refrigerantes diversos tipos (coca, guaraná, laranja, limão, uva).	Materiais: Recipientes de vidro com tampa, luvas, barbante, colheres ou algo parecido, sal de enxofre, água destilada, papel indicador, matéria orgânica (flor, carne, maçã, leite), metal (cobre ou ferro enferrujado).	

A partir descrição das propostas didáticas elaboradas pelos grupos A, B e C, ou seja, considerando as atividades e seus respectivos conteúdos, metodologias e materiais didáticos, podemos dizer que os grupos A, B e C optaram por diferentes QSC, fizeram articulações entre as QSC selecionadas, como, por exemplo, articularam o modelo de desenvolvimento capitalista com o consumismo presente na sociedade e com a poluição atmosférica (Grupo B). Adicionalmente, propuseram diferentes estratégias didáticas tais como: atividades experimentais, atividades lúdicas, júri simulado (Grupo A); leitura e debate de noticiários, atividade lúdica, visitação a museu de ciência, caso simulado (Grupo B); atividades experimentais, caso simulado (Grupo C).

Neste sentido, considerando que a ACT envolve a compreensão de “diversas e complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade [...]” (BENNÁSSAR ROIG *et al*, 2010, p. 8) (tradução nossa), podemos dizer que, quando os licenciandos elaboraram suas propostas didáticas, estabeleceram relações CTS ao utilizar uma QSC, bem como, selecionaram conteúdos químicos e diferentes estratégias didáticas na abordagem da respectiva QSC. Portanto, entendemos que a elaboração das propostas didáticas a partir de uma QSC possibilitou aos licenciandos a compreensão de diversas relações CTS e esta compreensão se constituiu como um dos impactos do processo formativo desenvolvido.

3.3 ANÁLISE DO PROCESSO FORMATIVO A PARTIR DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELOS LICENCIANDOS

Para este momento analítico tomamos por base duas atividades desenvolvidas pelos licenciandos organizados em grupos, as quais foram: a atividade de elaboração dos organogramas de conteúdos CTS (Atividade 1); e atividade de elaboração de propostas didáticas (Atividade 2). Nossa objetivo neste momento é o de analisar o processo de formação docente desenvolvido a partir das atividades realizadas pelos licenciandos.

Nesta direção, as análises relativas ao processo formativo foram desenvolvidas segundo os três aspectos fundamentais para os programas de formação de professor na perspectiva de reflexão na prática, propostos por Sacristán e Pérez Gómez (1998), os quais são: aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social; desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática; e desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor.

Vale ressaltar que, segundo estes autores, estes três aspectos são esperados para processos formativos norteados pela racionalidade prática.

3.3.1 Quanto à aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social

Esta categoria corresponde à necessidade de os processos formativos promoverem “a aquisição por parte do docente de uma bagagem cultural de clara orientação política e social” (SACRISTAN; PÉREZ-GOMEZ, 1998, p. 374).

Nas atividades de elaboração de propostas de organização de conteúdos CTS (ATIVIDADE 1), e de elaboração de propostas didáticas na perspectiva CTS a partir de QSC (ATIVIDADE 2), os licenciandos, organizados em grupos, precisaram optar, respectivamente, por questão social, conteúdos tecnológicos, conteúdos científicos, por questões sociocientíficas e por atividades didáticas.

Neste contexto, eles tiveram autonomia para a escolha de tais aspectos. Portanto, podemos dizer que tais atividades podem ter contribuído para que os licenciandos adquirissem e desenvolvessem um olhar político e social sobre, por exemplo, questões sociais e conteúdos tecnológicos. Fato este relevante, ao considerarmos que, a partir do desenvolvimento de um olhar político e social, é possível contribuir para a formação de um professor como agente transformador. O que é corroborado por Sacristán e Pérez Gomez (1998, p. 374) quando mencionam que “o professor é considerado como um intelectual transformador, com o claro compromisso político de provocar a formação da consciência dos cidadãos na análise crítica de ordem social da comunidade em que vivem”.

Nesta perspectiva, entendemos como relevante destacar o papel da formação docente no desenvolvimento da capacidade de pensar criticamente sobre a ordem social, para que futuros professores desenvolvam suas práticas docentes com compromisso crítico acerca dos problemas coletivos.

3.3.2 Quanto ao desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática

Esta categoria corresponde ao “desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática”, uma vez que, trata-se de “[...] desmascarar as influências ocultas da ideologia dominante na prática cotidiana da aula, no currículo, na organização da vida na escola e na aula, nos sistemas de avaliação, etc. [...]” (SACRISTAN; PÉREZ-GOMEZ, 1998, p. 374).

Nesta direção, considerando as atividades de elaboração dos organogramas de conteúdos CTS e de elaboração das propostas didáticas, podemos dizer que elas propiciaram aos licenciandos reflexão crítica sobre a prática no momento da elaboração destas atividades, visto que, estamos considerando a prática como “[...] uma prática que produz algo no âmbito do ensino. Sendo uma prática consciente [...]” (BRASIL, 2001, p. 9).

Por exemplo, na elaboração das propostas didáticas pelos grupos A, B e C, os licenciandos precisaram considerar aspectos inerentes à prática docente. Adicionalmente, desenvolveram o exercício de reflexão sobre a prática docente, mais especificamente, no momento da seleção das atividades, dos conteúdos, das metodologias e dos materiais necessários para o desenvolvimento das mesmas a partir das respectivas QSC.

3.3.3 Quanto ao desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor

Esta categoria corresponde “ao desenvolvimento das atitudes que requer o compromisso político do professor/a como intelectual transformador na aula, na escola e no contexto social” (SACRISTAN; PÉREZ-GOMEZ, 1998, p. 374).

As atividades de elaboração de propostas de organização de conteúdos CTS e de elaboração das propostas didáticas na perspectiva CTS a partir de QSC, podem ter modificado a percepção dos licenciandos a respeito de diferentes realidades. E nessa perspectiva, as respectivas atividades desenvolvidas pelos licenciandos podem ter contribuído para o desenvolvimento do compromisso político deles, visto que elas podem ter propiciado aos mesmos um estreitamento entre reflexões sobre a prática docente e problemas coletivos que permeiam a sociedade. Portanto, “o professor/a é considerado como um intelectual transformador, com o claro compromisso político de provocar a formação da consciência dos cidadãos na análise crítica da ordem social da comunidade em que vivem” (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998, p. 374).

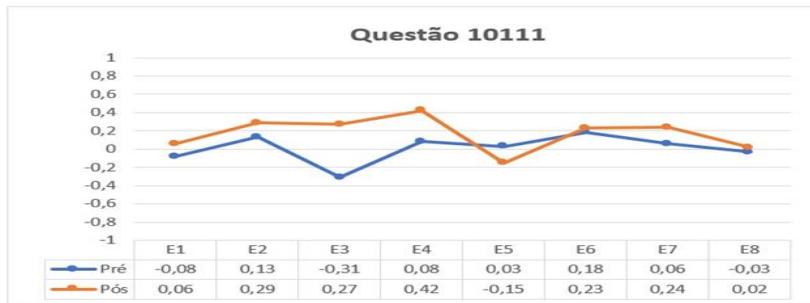
3.4 ANÁLISE CONTRASTIVA DAS RESPOSTAS DOS LICENCIANDOS AO COCTS ANTES E APÓS O PROCESSO DE FORMAÇÃO DOCENTE

Neste movimento analítico, seguimos uma análise contrastiva entre as respostas dos licenciandos ao COCTS antes e após o processo de formação docente. Nosso objetivo neste momento é o de identificar concepções de licenciandos em Química acerca de temas CTS após o processo de formação docente.

Desta forma, apresentamos os gráficos considerando os IA dos licenciandos antes e após o processo formativo para cada questão do COCTS. Em seguida, analisamos concepções dos licenciandos acerca de temas CTS após o processo formativo visando a identificação de evidências acerca da alfabetização científica e tecnológica destes licenciandos.

Para a **Questão 10111/COCTS** referente à Ciência, elaboramos o gráfico 8.

Gráfico 8 - IA para a Questão 10111 antes e após o processo formativo



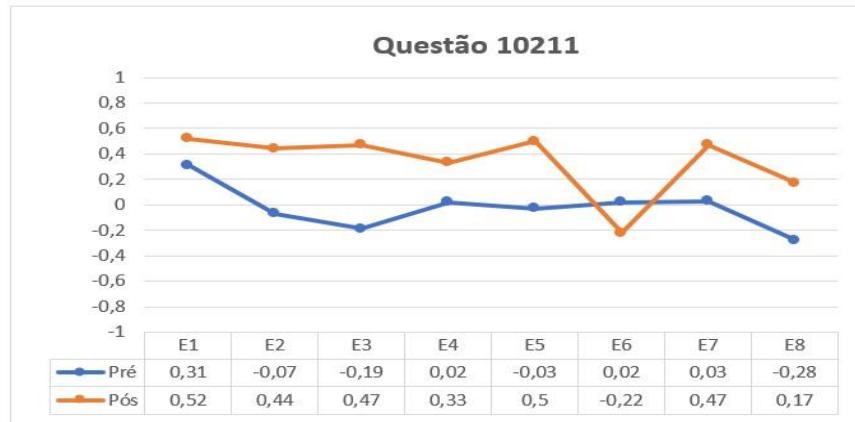
Fonte: elaboração própria (2019)

Considerando os dados do gráfico 8, alguns aspectos podem ser destacados:

- 1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,31 e 0,18, conferindo concepções de Ciência compreendidas como ingênuas e plausíveis; b) três licenciandos (E1, E3 e E8) apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (-0,08; -0,31 e -0,03), ou seja, 37,5% deles expressaram concepções ingênuas de Ciências; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,18.
- 2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,15 e 0,42, conferindo concepções de Ciência ingênuas e plausíveis; b) sete licenciandos (E1, E2, E3, E4, E6, E7, e E8), isto é, 87,5 %, aumentaram os IA; c) um licenciando (E5), ou seja, 12,5%, apresentou IA negativo (-0,15), expressando uma concepção ingênua de Ciência; e d) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,42.

Para a **Questão 10211/COCTS** sobre a definição de Tecnologia, elaboramos o gráfico 9.

Gráfico 9 - IA para a Questão 10211 antes e após o processo formativo

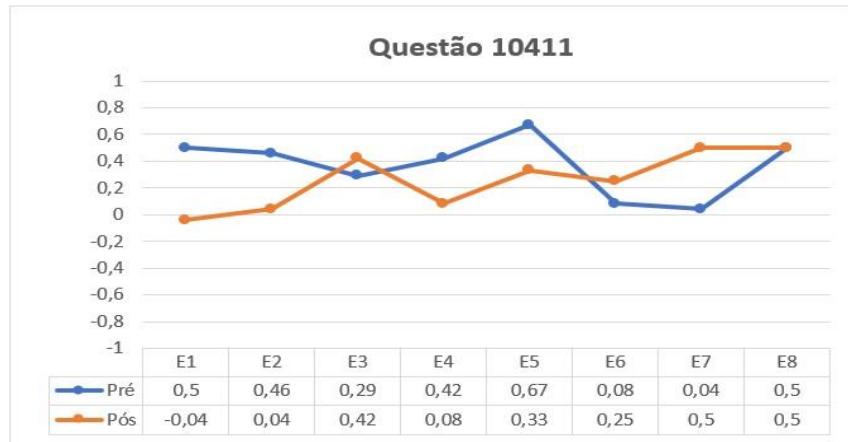


Fonte: elaboração própria (2019)

- 1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,28 e 0,31, sendo índices representativos de concepções ingênuas e plausíveis de Tecnologia; b) quatro licenciandos (E2, E3, E5 e E8), ou seja, 50%, apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (-0,07; -0,19; -0,03; e -0,28), ou seja, apresentaram concepções ingênuas sobre Tecnologia; c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,31.
- 2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,22 e 0,52, sendo índices representativos de concepções ingênuas, plausíveis e adequada de Tecnologia; b) sete licenciandos (E1, E2, E3, E4, E5, E7 e E8), isto é, 87,5 %, aumentaram os IA; c) um licenciando (E6), ou seja, 12,5%, apresentou IA negativo (-0,22) expressando uma concepção ingênua de Tecnologia; e d) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,52.

Para a **Questão 10411/COCTS** sobre a relação Ciência-Tecnologia, elaboramos o gráfico 10.

Gráfico 10 - IA para a Questão 10411 antes e após o processo formativo

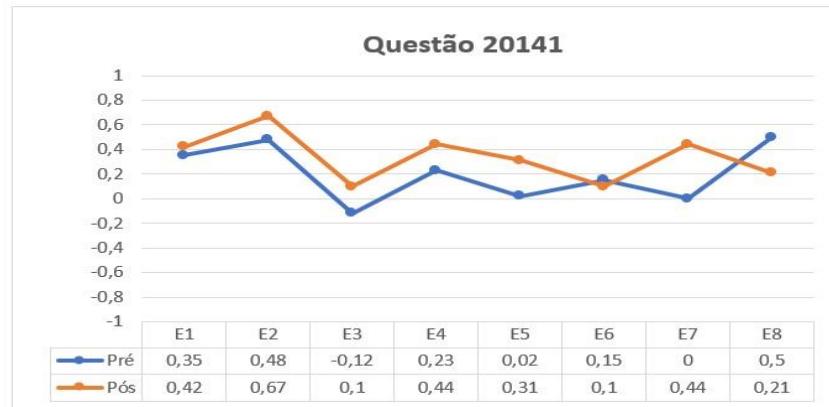


Fonte: elaboração própria (2019)

- 1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre 0,04 e 0,67, indicando concepções plausíveis e adequadas acerca da relação Ciência-Tecnologia; b) nenhum licenciando apresentou valores de IA negativos, ou seja, não há concepções ingênuas quanto a relação Ciência-Tecnologia; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,67.
- 2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,04 e 0,42, indicando concepções ingênuas e plausíveis da relação Ciência-Tecnologia; b) quatro dos licenciandos (E1, E2, E4, e E5), isto é, 50%, tiveram diminuição dos IA; c) três dos licenciandos (E3, E6 e E7), ou seja, 37,5 %, aumentaram os IA; c) um licenciando (E1), 12,5%, apresentou IA negativo (-0,04); d) um licenciando (E8) não apresentou alteração no IA; e e) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,42.

Para a **Questão 20141/COCTS** sobre a relação Ciência-Sociedade, elaboramos o gráfico 11.

Gráfico 11 - IA para a Questão 20141 antes e após o processo formativo

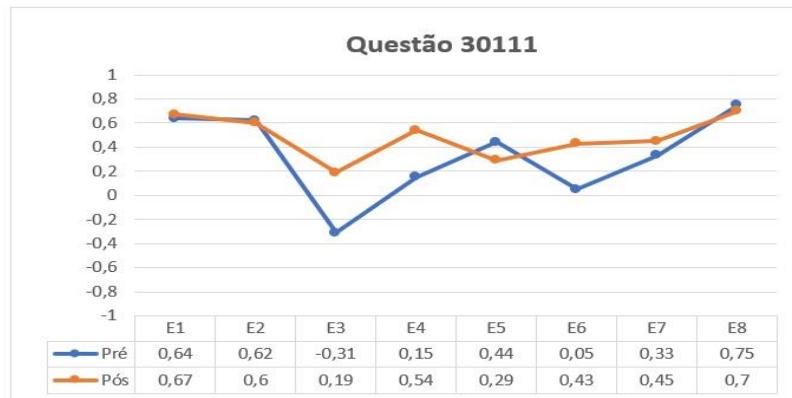


Fonte: elaboração própria (2019)

- 1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,12 e 0,50, o que sinaliza a presença de concepções ingênuas e plausíveis sobre a relação Ciência-Sociedade; b) um licenciando (E3), 12,5%, apresentou valor de IA negativo (-0,12); e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,48.
- 2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre 0,10 e 0,67, o que sinaliza a presença de concepções plausíveis e adequadas; b) sete dos licenciandos (E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8), isto é, 87,5 %, aumentaram os IA; c) nenhum dos licenciandos apresentou IA negativo; d) um licenciando (E2), 12,5%, apresentou concepção adequada sobre a relação Ciência-Sociedade (0,67); e, e) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,67.

Para a **Questão 30111/COCTS** sobre a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, elaboramos o gráfico 12.

Gráfico 12 - IA para a Questão 30111 antes e após o processo formativo

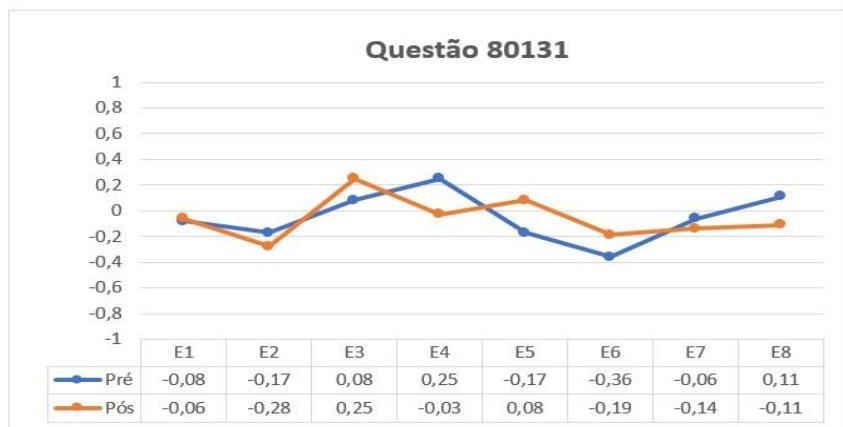


Fonte: elaboração própria (2019)

- 1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,31 e 0,75, indicando a presença de concepções ingênuas, plausíveis e adequadas sobre a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade; b) um licenciando (E3), ou seja, 12,5%, apresentou valor de IA negativo (-0,31), indicando concepção ingênua acerca da Ciência-Tecnologia-Sociedade; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,75.
- 2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre 0,19 e 0,70, indicando a presença de concepções plausíveis e adequadas acerca da Ciência-Tecnologia-Sociedade; b) cinco licenciandos (E1, E3, E4, E6 e E7), isto é, 62,5%, aumentaram os IA; c) três licenciandos (E2, E5 e E8) diminuíram os IA, ou seja, 37,5%; d) nenhum dos licenciandos apresentou IA negativo; e e) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,70.

Para a **Questão 80131/COCTS** que trata da relação Tecnologia-Sociedade, elaboramos o gráfico 13.

Gráfico 13 - IA para a Questão 80131 antes e após o processo formativo



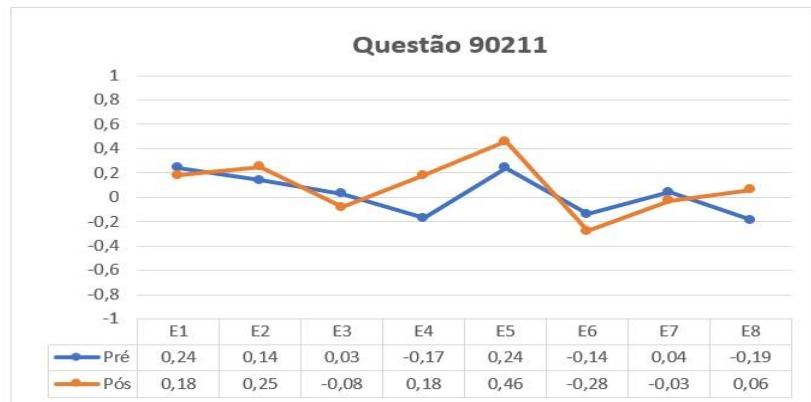
Fonte: elaboração própria (2019)

- 1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,36 e 0,25, sinalizando concepções ingênuas e plausíveis sobre a Tecnologia-Sociedade; b) cinco licenciandos (E1, E2, E5, E6 e E7), isto é, 62,5% dos licenciandos, apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (-0,08; -0,17; 0,17; -0,36 e -0,06), ou seja, a maioria dos licenciandos têm concepções ingênuas acerca da relação Tecnologia-Sociedade; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,25.
- 2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,28 e 0,25, sinalizando concepções ingênuas e plausíveis acerca da relação Tecnologia-Sociedade; b) quatro licenciandos (E1, E3, E5 e E6), isto é, 50 % deles, aumentaram

os IA; c) quatro licenciandos, isto é 50% deles, diminuíram os IA (E2, E4, E7 e E8); d) 75% dos licenciandos, ou seja, seis licenciandos (E1, E2, E4, E6, E7 e E8) apresentaram IA negativos (-0,06; -0,28; -0,03; -0,19; -0,14 e -0,11); e e) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,25.

Para a **Questão 90211/COCTS** que trata da Epistemologia da Ciência, elaboramos o gráfico 14.

Gráfico 14 - IA para a Questão 90211 antes e após o processo formativo



Fonte: elaboração própria (2019)

1) Quanto aos IA dos licenciandos **antes do processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,19 e 0,24, conferindo concepções ingênuas e plausíveis acerca da Epistemologia da Ciência; b) três licenciandos (E4, E6 e E8), ou seja, 37,5% deles, apresentaram, respectivamente, valores de IA negativos (- 0,17, - 0,14 e - 0,19), isto é, concepções ingênuas sobre este aspecto; e c) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,24.

2) Quanto aos IA dos licenciandos **após o processo formativo**: a) os IA dos oito licenciandos variaram entre -0,28 e 0,46 conferindo concepções ingênuas e plausíveis; b) quatro licenciandos (E2, E4, E5 e E8), isto é, 50 % deles, aumentaram os IA; c) três licenciandos (E3, E6 e E7), o que corresponde a 37,5% deles, apresentaram, respectivamente, IA negativos (-0,08, -0,28 e - 0,03), conferindo concepções ingênuas acerca da Epistemologia da Ciência; e d) o maior IA obtido para a respectiva questão foi 0,46.

Tomando por base os dados relativos aos IA dos oito licenciandos para as sete Questões/COCTS apresentados nos gráficos 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, e considerando a relação destes índices com concepções adequadas, plausíveis e ingênuas, sintetizamos no quadro 17

resultados relativos às concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes e após o processo formativo.

Quadro 17 - Resultados das concepções dos licenciandos acerca de temas CTS antes e após o processo formativo

Aspectos CTS	Concepções de licenciandos em química antes do processo formativo	Concepções de licenciandos em química após o processo formativo
Quanto à ciência	Concepções ingênuas e plausíveis de ciência; 37,5% dos licenciandos expressaram concepções ingênuas de Ciência.	Concepções ingênuas e plausíveis de ciência; 12,5% dos licenciandos expressaram concepções ingênuas de Ciência.
Quanto à tecnologia	Concepções ingênuas e plausíveis de tecnologia; 50%, dos licenciandos têm concepções ingênuas sobre tecnologia.	Concepções ingênuas, plausíveis e adequadas tecnologia; 12,5%, dos licenciandos têm concepções ingênuas sobre tecnologia.
Quanto à relação ciência-tecnologia	Concepções plausíveis e adequadas da relação ciência-tecnologia; não há concepções ingênuas entre os licenciandos acerca da relação ciência-tecnologia.	Concepções ingênuas e plausíveis da relação ciência-tecnologia; 12,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas da relação ciência-tecnologia.
Quanto à relação ciência-sociedade	Concepções ingênuas e plausíveis da relação ciência-sociedade; 12,5%, dos licenciandos têm concepções ingênuas da relação ciência-sociedade.	Concepções plausíveis e adequadas da relação ciência-sociedade; 12,5%, dos licenciandos têm concepções adequadas da relação ciência-sociedade; não há concepções ingênuas entre os licenciandos.
Quanto à relação ciência-tecnologia-sociedade	Concepções ingênuas, plausíveis e adequadas da relação ciência-tecnologia-sociedade; 12,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas da relação ciência-tecnologia-sociedade.	Concepções plausíveis e adequadas da relação ciência-tecnologia-sociedade; nenhum licenciando expressou concepção ingênua da relação ciência-tecnologia-sociedade.
Quanto à relação tecnologia-sociedade	Concepções ingênuas e plausíveis da relação tecnologia-sociedade; 62,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas acerca da relação tecnologia-sociedade.	Concepções ingênuas e plausíveis da relação tecnologia-sociedade; 75% dos licenciandos têm concepções ingênuas acerca da relação tecnologia-sociedade.
Quanto à epistemologia da ciência	Concepções ingênuas e plausíveis acerca da Epistemologia da Ciência; 37,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas sobre este aspecto.	Concepções ingênuas e plausíveis acerca da Epistemologia da Ciência; 37,5% dos licenciandos têm concepções ingênuas sobre este aspecto.

Os resultados do quadro 17 se constituem como indicadores da ACT destes licenciandos após o processo formativo, visto que a compreensão da natureza da ciência e da tecnologia, e

mais especificamente, a compreensão da epistemologia da ciência e da tecnologia e das relações CTS, é uma de suas dimensões constitutivas (ALONSO, 2010).

Nesta direção, identificamos algumas evidências acerca da alfabetização científica e tecnológica destes licenciandos, após o processo formativo. São elas: 1) os licenciandos não expressaram concepções adequadas de ciência, de tecnologia, da relação tecnologia-sociedade e sobre a epistemologia da ciência; 2) os licenciandos expressaram concepções adequadas da relação ciência-sociedade e da relação ciência-tecnologia-sociedade; 3) nenhum licenciando demonstrou concepções ingênuas sobre a relação ciência-sociedade e da relação ciência-tecnologia-sociedade; 4) menos de 40% dos licenciandos expressaram concepções ingênuas de ciência, de tecnologia, da relação ciência-tecnologia, e sobre a epistemologia da ciência; 5) concepções ingênuas mais expressivas dos licenciandos foram relativas à relação tecnologia-sociedade (75%).

Portanto, consideramos que tais evidências sinalizam mudanças nos IA dos licenciandos após o processo formativo, e algumas dessas mudanças foram positivas, como, por exemplo, a diminuição dos percentuais de concepções ingênuas de ciência e de tecnologia. Entretanto, outras mudanças não eram esperadas, como, por exemplo, o aumento do percentual de concepções ingênuas frente a relação tecnologia-sociedade, que passou de 62,5% antes do processo formativo para 75% após o processo formativo.

Com base nas análises empreendidas, pudemos responder à questão de pesquisa que conduziu esta investigação e atender ao objetivo de analisar impactos de um processo de formação docente, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos em Química.

Partindo do pressuposto de que o processo de formação docente baseado na racionalidade prática pode contribuir na ACT de professores de Química em formação, visto que a racionalidade prática considera a prática não como aplicação de conhecimentos químicos e pedagógicos, mas como “*lócus* de reflexão e criação, em que os conhecimentos são gerados e modificados (PEREIRA, 1999 *apud* ECHEVERRÍA *et al.* 2010, p. 28), e considerando que, conforme Alonso (2010), um indivíduo científica e tecnologicamente alfabetizado tem autonomia para tomar decisões pessoais na vida cotidiana e tem condições para tomar decisões sobre temas de interesse público relacionados às questões científicas e tecnológicas, alguns impactos do processo formativo desenvolvido na ACT dos licenciandos podem ser identificados.

Nesta direção, a diminuição de concepções ingênuas sobre ciência e tecnologia, a não identificação de concepções ingênuas sobre a relação ciência-sociedade e sobre a relação

ciência-tecnologia-sociedade, e a identificação de concepções adequadas sobre as relações ciência-sociedade e ciência-tecnologia-sociedade, evidenciam impactos do processo formativo desenvolvido com os licenciandos.

A nosso ver, com base nas análises dos organogramas de conteúdos CTS e das propostas didáticas, entendemos que as atividades 1 (elaboração de organogramas de conteúdos) e 2 (elaboração de propostas didáticas) podem ter contribuído para estas mudanças nas concepções dos licenciandos.

Desse modo, os exercícios de estabelecer relações entre questões sociais, tecnologias a elas associadas, e conteúdos científicos em função destas, de pesquisar e selecionar uma QSC apresentando alguns de seus diferentes aspectos, e de propor atividades didáticas acerca da QSC apresentada, oportunizados por meio da execução das atividades 1 e 2, podem ter contribuído para os resultados mencionados anteriormente (a diminuição de concepções ingênuas sobre ciência e tecnologia, não identificação de concepções ingênuas sobre a relação ciência-sociedade e sobre a relação ciência-tecnologia-sociedade, e a identificação de concepções adequadas sobre as relações Ciência-Sociedade e Ciência-Tecnologia-Sociedade). Ou seja, tais resultados se constituem como impactos do processo formativo na ACT dos licenciandos em Química participantes da pesquisa.

Contudo, embora não temos evidências, outros aspectos podem ter contribuído neste processo, como, por exemplo, a pesquisa e discussão sobre temas presentes na sociedade contemporânea, os quais foram: 1) atividade 1: efeito estufa, à poluição do meio ambiente, às fontes alternativas de energia, ao agronegócio, ao biocombustível, aterro sanitário e aos pontos de coleta de biomassa – grupo 1; trânsito, à poluição, à aglomeração, à transporte de mercadorias, à carros elétricos e biocombustível, à elaboração de políticas para o desenvolvimento de transporte público acessível e de qualidade e ao incentivo no uso do transporte hídrico e criação de vias férreas para o desafogo das rodovias – grupo 2; e poluição dos rios, resíduos industriais, emissão de gases poluentes, implementação de aterros sanitários, fiscalização da legislação ambiental (lei 6938/1981) e a utilização de biocombustíveis e gás natural – grupo 3; 2) atividade 2: do pré-sal à gasolina: impactos na sociedade – grupo A; células fotovoltaicas na produção de energia solar – grupo B; capitalismo, consumismo e poluição atmosférica – grupo C.

Vale ressaltar que o processo formativo oportunizou aos licenciandos os três aspectos esperados para processos formativos norteados pela racionalidade prática (SACRISTÁN; GÓMEZ, 1998). Nesta direção, o processo formativo oportunizou a aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social, o desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica

sobre a prática, e o desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor (SACRISTÁN; GÓMEZ, 1998).

Finalmente, destacamos três resultados identificados, os quais compõem outros impactos do processo formativo na ACT dos licenciandos, foram eles: 1) aumento de concepções ingênuas quanto à relação ciência-tecnologia; 2) aumento de concepções ingênuas quanto à relação tecnologia-sociedade; e 3) não alteração de percentuais acerca da epistemologia da ciência.

Nesta direção, estes resultados são evidências de que o processo formativo não garantiu, por exemplo, uma melhor compreensão sobre relações ciência-tecnologia e tecnologia-sociedade. Portanto, este resultado corrobora com a necessidade de voltarmos nossos olhares para a ACT de licenciandos em Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa tivemos o objetivo de analisar impactos de um processo de formação docente, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos em Química. Nesse sentido, os resultados obtidos foram relativos à análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo, à análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química ao longo do processo formativo, à análise do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos, e à análise das respostas dos licenciandos em Química ao COCTS após o processo de formação docente.

Quanto à análise das respostas dos licenciandos ao COCTS antes do processo formativo, podemos destacar lacunas na ACT dos licenciandos, como, por exemplo, concepções ingênuas acerca da Ciência, Tecnologia, da relação Ciência-Sociedade, da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, da relação Tecnologia-Sociedade e da Epistemologia da Ciência.

Na análise dos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Química, percebemos que a elaboração dos organogramas de conteúdo CTS e das propostas didáticas oportunizou aos licenciandos o estabelecimento de relações CTS e de relações entre QSC, conteúdos químicos e diferentes estratégias didáticas.

Em relação à análise do processo formativo a partir das atividades realizadas pelos licenciandos, os resultados apontaram que as atividades de elaboração dos organograma de conteúdos CTS e das propostas didáticas oportunizaram aos licenciandos a apropriação de conhecimentos sobre a perspectiva CTS, QSCs, e conceitos envolvidos nos conteúdos de equilíbrio químico, eletroquímica e análises químicas, em uma perspectiva política, social e crítica sobre a prática.

E, quanto à análise das respostas dos licenciandos em Química ao COCTS após o processo de formação docente, encontramos evidências de mudanças nos IA dos licenciandos relativos, por exemplo, à diminuição dos percentuais de concepções ingênuas de ciência e de tecnologia e ao aumento do percentual de concepções ingênuas frente a relação tecnologia-sociedade.

A partir dos resultados das análises, pudemos apontar impactos do processo de formação docente, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos em Química. Por exemplo, antes do processo formativo, o percentual de concepções ingênuas e plausíveis de ciência foi de 37,5%, e após o processo formativo, este percentual diminuiu para 12,5%. Nesta direção, este resultado se constitui como uma das evidências de que o processo formativo contribuiu na ACT dos licenciandos. Entretanto, vale destacar que o processo formativo não

garantiu o desenvolvimento de concepções plausíveis ou adequadas sobre as relações Ciência-Tecnologia e Tecnologia-Sociedade.

Portanto, estes resultados corroboram com a necessidade de voltarmos o olhar para a formação docente, mais especificamente, para a formação inicial de professores de Química quando assumimos a ACT como uma necessidade cultural dos cidadãos da sociedade contemporânea e como um dos objetivos do ensino de ciências, e mais particularmente, do ensino de Química.

Por fim, os resultados desta pesquisa propiciam subsídios para o desenvolvimento e melhoria de novas questões sobre a ACT na formação inicial de professores e apontam para possibilidades de novas agendas de pesquisa, como, por exemplo, a ampliação da quantidade de licenciandos em pesquisas futuras e a exploração de investigações em outros cursos de licenciaturas tanto da área de ciências humanas como da área de ciências da natureza, como a Física e a Biologia.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J.A. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico. **Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 3(2), 198-219, 2006a. Disponível em: <<http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>> Acesso em: 22/05/2019
- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: Solomon, J., Aikenhead, G. **STS Education: International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994, p.47-59.
- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Portugal: Edições Pedago. 2009.
- ALMEIDA, A. V. de.; FARIAS, C. R. de O. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 3, p. 473-488, 2011.
- ALONSO, A. V. Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da ciência e da tecnologia para a formação de um cidadão. In: MACIEL, M.D; AMARAL, C. L. C.; GUAZZELLI, I. R. B. (Orgs.). **Ciência, tecnologia e sociedade: pesquisa e ensino**. São Paulo: Terracota, 2010.
- ANDRE, M. E. D. A. de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP: Papirus, 2005.
- BAZZO, W.A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998
- BENNÁSSAR-ROIG, A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. e A. GARCÍA-CARMONA (Coord.). **Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica**: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). (pp.81-97). Madrid. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>. Acesso em: abril, 2018.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Resolução nº 2/2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília, DF: CNE, 2015.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 21/2001, de 6 de agosto de 2001. Não homologado por ter sido retificado pelo Parecer CNE/CP 28/2001. Duração e carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.
- COSTA, A. **Ciências e Interação**. Curitiba: Positivo, 2006
- DINIZ-PEREIRA, J. E.; ZEICHNER, K. M. (Orgs.). **Justiça social: desafio para a formação de professores**. Belo Horizonte: autêntica, 2008.
- ECHEVERRIA, A. R.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B. A pesquisa na formação inicial de professores de química – experiência do Instituto de Química da Universidade Federal

de Goiás. In: ECHEVERRIA, A. R.; ZANON, L. B. (Orgs). **Formação Superior em Química no Brasil**: práticas e fundamentos curriculares. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Unesp, 1995.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique**: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

FOUREZ, G.; LECOMPTE, V.E.; GROOTAERS, D.; MATHY, P. e TILMAN, F. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Trad. E.G. Sarría. Buenos Aires: Colihue, 1997.

GARCÍA, C.M. **Formação de Professores**: para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora, 1999

GATTI, B.A.; BARRETO, E.S.S.; ANDRÉ, M.E.D.A.; ALMEIDA, P.C.A. **Professores do Brasil**: Novos Cenários de Formação, Brasília: UNESCO, 2019.

GOMES, H.M.; ALVEZ, L.P.; FELDMANN, M.G.; AGUA,S.VN.L.D.; VEIGA,W.E.; MARIM,W. F. Formação docente e as mudanças na sala de aula: Um diálogo complexo. Olhar de professor, Ponta Grossa, v.7, n.2, p.143-158, 2004

HAZEN, R. M; TREFIL, J. **Saber Ciências**. São Paulo: Cultura, 2005.

JALBUT, M. Fundamentos teóricos para a formação de professores: a prática reflexiva. **Vera Cruz**, São Paulo, v.1, n,1, 2011

LIBÂNEO, J. C. **Organização e Gestão da Escola**. Teoria e Prática. Goiânia: alternativa, 2004.

LIMA, N.R.; MEDEIROS, E.A.; SARMENTO, M.A. FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE PROFESSORES: TECENDO REFLEXÕES, IV **Colóquio Internacional De Educação e Contemporaneidade**, São Cristóvão/SE, 2012

MANASSERO MAS, M. A. El proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad (PIEARCTS): un estudio de investigación cooperativa. In: MACIEL, M.D; AMARAL, C. L. C.; GUAZZELLI, I. R. B. (Orgs.). **Ciência, tecnologia e sociedade**: pesquisa e ensino. São Paulo: Terracota, 2010.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. dos. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação** (Bauru), Bauru, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012. ISSN 1516-7313. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000400004>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

NETTO, R. S.; AZEVEDO, M. A. R. **Concepções e modelos de formação de professores**: reflexões e potencialidades. Boletim Técnico do Senac, v. 44, n. 2, 2018. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ciedu/v23n4/1516-7313-ciedu-23-04-0817.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2019.

NÓVOA, A. “Três bases para um novo modelo e formação”.2013 Disponível em:<<https://gestaoescolar.org.br/conteudo/182/tres-bases-para-um-novo-modelo-de-formacao>>. Acesso em: 20/05/2019.

_____ Antônio. **Os professores e sua formação**. Lisboa-Portugal: Dom Quixote, 1992.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Recife: Edições Bagaço, 2003.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação & Sociedade**, n.68, p.109-123, 1999

PEREZ GÓMEZ, A. I. A FUNÇÃO E FORMAÇÃO DO PROFESSOR/A NO ENSINO PARA A COMPREENSÃO: DIFERENTES PERSPECTIVAS. IN: SACRISTÁN, J. Gimeno; GÓMEZ, A.I. Pérez. **Compreender e transformar o ensino**.4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SANTOS, M. **Desafios pedagógicos para o século XXI**: suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizonte, 1999.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 4.ed: UNIJUÍ, 1997.

SCHÖN, D. A. **Educando o Profissional Reflexivo**: um novo paradigma para o ensino e a aprendizagem. Ed. Artmed. Porto Alegre - RS, 2000.

SILVA, J.L. P.B. et al. **A dimensão prática na licenciatura em química**. Bahia, p.1-16, 2007

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 4^a Ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; ACEVEDO-DIAZ, J.A.; MANASSERO-MAS, M.A. **Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos**: hacia una educación científica humanística. Espanha: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.4, n.2, p.1-30, 2005.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M.A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, [S.I], v.28, p.34-50, 2008

WAKS, L. J. **The responsibility spiral**: a curriculum framework for STS education. *Theory into Practice*, v.31, n.1, p.13-19, 1992.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICES

APENDICE 1

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado,

Convidamos você para participar da Pesquisa intitulada **Análise de Impactos de um Processo de Formação Docente na Alfabetização Científica e Tecnológica de Licenciandos em Química**, conduzida pela bolsista de Iniciação Científica, sob a coordenação da professora e pesquisadora Ruth do Nascimento Firme, a qual pretende analisar impactos de um processo de formação docente, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos em Química. Sua participação é voluntária por meio das respostas ao questionário COCTS em dois momentos. Se você aceitar participar, os resultados decorrentes da pesquisa poderão contribuir para: 1) compreender especificidades da ACT de licenciandos em Química; 2) fornecer subsídios para elaboração, em momento posterior ao término do projeto de pesquisa, de um plano de ações que visem a ACT no âmbito da formação inicial de professores de Química; 3) fornecer subsídios para a disciplina optativa O Ensino de Química CTS: fundamentos, especificidades e contexto de aplicação, ofertada aos licenciandos em Química da UFRPE; 4) propiciar a produção de materiais didáticos para o ensino de Química com abordagem CTS; 5) disponibilizar os materiais didáticos produzidos aos licenciandos em Química na página do grupo de pesquisa NEPCTS. Se depois de consentir em sua participação e desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem prejuízo a sua pessoa. Você não terá despesas e também não receberá remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, você poderá entrar em contato com a equipe executora da pesquisa, ou seja, com a bolsista de Iniciação Científica Raphaela Dantas Miranda ou com a coordenadora responsável pelo projeto de pesquisa.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o projeto Análise de Impactos de um Processo de Formação Docente na Alfabetização Científica e Tecnológica de Licenciandos em Química, conduzido pela bolsista de Iniciação à Pesquisa científica, sob a coordenação da professora e pesquisadora Ruth do Nascimento Firme. Portanto, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento foi emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: 09/12/2019

Assinatura do participante _____

APENDICE 2: QUESTÕES DO COCTS ANALISADAS

Questão: 10111 - Definir o que é a ciência é difícil porque ela é complexa e engloba muitas coisas. Mas a ciência é PRINCIPALMENTE:

- (A) O estudo de áreas tais como biologia, química, geologia e física.
 - (B) Um corpo de conhecimentos, como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida)
 - (C) Explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo, e como funcionam.
 - (D) Realizar experiências para resolver problemas de interesse sobre o mundo que nos rodeia.
 - (E) Inventar ou conceber coisas (por exemplo corações artificiais, computadores, veículos espaciais)
 - (F) Pesquisar e usar conhecimentos para fazer deste mundo um lugar melhor para viver (por exemplo curar doenças, solucionar a contaminação e melhorar a agricultura)
 - (G) Uma organização de pessoas (chamados cientistas) que têm idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos
 - (H) Um processo de investigação sistemático e o conhecimento que daí resulta
 - (I) Não se pode definir ciência
-

Questão: 10211 – Definir tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia PRINCIPALMENTE é:

- (A) Muito parecida com a ciência
 - (B) Aplicação da Ciência
 - (C) Novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para o uso diário
 - (D) Robôs, eletrônica, computadores, sistema de comunicação, automatismos e máquinas
 - (E) Uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos
 - (F) Inventar, desenhar e criar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais)
 - (G) Ideias e técnicas para conceber e fazer coisas; para organizar os trabalhadores, as pessoas de negócios e os consumidores; e para o progresso da sociedade
 - (H) Saber como fazer coisas (por exemplo, instrumentos, maquinaria e aparelhos)
-

Questão: 10411 - A ciência e a tecnologia estão intimamente relacionados:

- (A) Porque a ciência é a base dos avanços tecnológicos, embora seja difícil ver como a tecnologia pode ajudar a ciência.
 - (B) Porque a investigação científica leva a tecnologia de aplicações práticas, e as aplicações tecnológicas para aumentar a capacidade de investigação científica.
 - (C) Apesar de serem diferentes, eles são tão estreitamente ligados que é difícil de separar.
 - (D) Porque a tecnologia é a base de todos os avanços científicos, embora seja difícil ver como a ciência pode ajudar a tecnologia.
 - (E) Ciência e tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.
-

Questão: 20141 - A política de um país afeta os seus cientistas já que estes são uma parte da sociedade (isto é, os cientistas não estão isolados da sua sociedade). Os cientistas são afetados pela política do seu país:

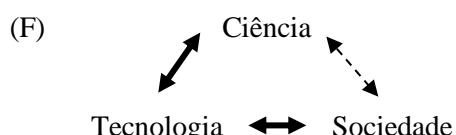
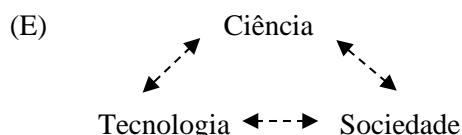
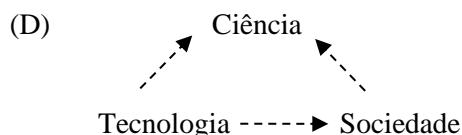
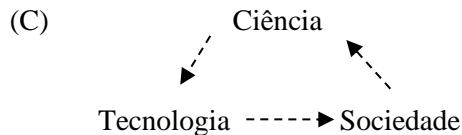
- (A) Porque o financiamento da ciência vem principalmente do governo que controla a maneira de gastar o dinheiro.
- (B) Porque os governos estabelecem a política científica dando dinheiro a alguns projetos de investigação e não a outros.
- (C) Porque os governos estabelecem a política científica tendo em conta novas aplicações e novos projetos, tanto se os financiam como se não os fincanciam. A política do governo afeta o tipo de projeto que os cientistas realizarão.
- (D) Porque a política limita e controla os cientistas dizendo-lhes que investigação devem fazer
- (E) Porque os governos podem forçar os cientistas a trabalhar num projeto que estes achem mal (por exemplo, investigação de armamento) e, portanto, não permitir aos cientistas trabalhar em projetos que sejam benéficos para a sociedade.
- (F) Porque os cientistas são uma parte da sociedade e são afetados como todos os demais.
- (G) Porque os cientistas procuram compreender e ajudar a sociedade , e porque , pela sua implicação e importância para a sociedade, estão estreitamente relacionados como esta.
- (H) Depende do país e da estabilidade ou do tipo de governo que tenha.

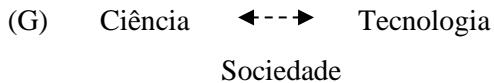
Os cientistas NÃO são afetados pela política do seu país:

- (I) Porque a investigação científica não tem nada a ver com a política.
- (J) Porque os cientistas estão isolados da sua sociedade.

Questão: 30111 - Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? (As setas simples indicam uma única direção para a relação e as duplas indicam interações mútuas. As setas mais grossas indicam uma relação mais intensa que as finas e estas mais que as tracejadas; a ausência de seta indica inexistência de relação).

- (A) Ciência → Tecnologia → Sociedade
- (B) Tecnologia → Ciência → Sociedade





Questão: 80131 - Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reator nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o cancro), pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende de as vantagens para a sociedade compensarem as desvantagens

- (A) A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior
 - (B) A decisão depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens da tecnologia; depende do bom funcionamento, do seu custo e da sua eficiência
 - (C) Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros
 - (D) Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens
 - (E) Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutras casos, dependerá de outras coisas
-

Questão: 90211 - Muitos modelos científicos usados nos laboratórios de investigação, tais como o modelo do calor, dos neurônios, do DNA ou do átomo, são cópias da realidade. Os modelos científicos SÃO cópias da realidade

- (A) Porque os cientistas dizem que são verdadeiros, portanto devem sê-lo
- (B) Porque há muitas provas científicas que demonstram que são verdadeiros
- (C) Porque são verdadeiros para a vida. O seu objetivo é mostrar-nos a realidade ou ensinar-nos algo sobre ela
- (D) Os modelos científicos são, muito aproximadamente, cópias da realidade, porque são baseados em observações científicas e em investigação

Os modelos científicos NÃO são cópias da realidade:

- (E) Porque simplesmente são úteis para aprender e explicar, dentro das suas limitações
- (F) Porque mudam com o tempo e com o estado do conhecimento, como o fazem as teorias
- (G) Porque estes modelos devem ser ideais ou conjecturas bem informadas, já que o objeto real não se pode ver