



## IMPACTOS DE UM PROCESSO FORMATIVO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Ruth do Nascimento Firme<sup>1</sup> y Raphaela Dantas Miranda<sup>2</sup>

### Resumo

Neste estudo temos o objetivo de identificar impactos de um processo de formação docente fundamentado pela racionalidade prática na Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) de licenciandos em Química. O estudo foi desenvolvido com oito licenciandos matriculados na componente curricular Instrumentação para o Ensino de Química II do Curso de Licenciatura em Química de uma universidade brasileira, adotou abordagens qualitativa e quantitativa dos dados, e seguiu quatro etapas metodológicas: aplicação de questionário antes do processo formativo; desenvolvimento do processo formativo; reaplicação de questionário após o processo formativo; análise dos dados. A partir das análises, identificamos impactos do processo formativo na ACT dos licenciandos, entre eles, destacamos o aumento dos percentuais de concepções plausíveis acerca da Ciência, da Tecnologia, da relação Ciência-Sociedade, e da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade e o aumento dos percentuais de concepções ingênuas quanto à relação Ciência-Tecnologia e à relação Tecnologia-Sociedade.

### Palavras-chave

Alfabetização científica e tecnológica, natureza da ciência e da tecnologia, concepções de licenciandos em Química

*Impacts of a formative process on scientific and technological literacy of undergraduates in chemistry*

### Abstract

In this study we aim to identify the impacts of a teacher training process based on practical rationality in the Scientific and Technological Literacy (STL) of Chemistry graduates. The study was developed with eight undergraduates enrolled in the Curriculum Component Instrumentation for Chemistry Teaching II of the Degree in Chemistry from a Brazilian university, adopted qualitative and quantitative data approaches, and followed four methodological steps: application of questionnaire before the training process; development of the training process; reapplication of a questionnaire after process; data analysis. From the analysis, we identified impacts of the formative process in the ACT of the undergraduates, among them, we highlight the increase of the percentages of plausible conception about Science, Technology, the Science-Society relation, and the Science-Technology-Society relation and the increase of the percentage of naïve conceptions regarding the Science-Technology relation and the Technology-Society relation.

### Keywords

Scientific and technological literacy, nature of science and technology, conception of undergraduates in chemistry

<sup>1</sup> Professora do Departamento de Química, área Ensino de Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup> Estudante de Licenciatura em Química, Brasil.

## Introdução

As contribuições da ciência e da tecnologia na sociedade nos últimos tempos são inegáveis. Sob um olhar mais atento, podemos afirmar que atualmente as relações entre a sociedade e os domínios do conhecimento científico e tecnológico têm sido significativamente estabelecidas. Entretanto, situações contraditórias de possibilidades e limitações, de riscos e vantagens e de benefícios e prejuízos que envolvem a ciência e a tecnologia pressupõem um maior conhecimento sobre aplicações e implicações da produção científica e tecnológica na sociedade. O que nos leva, cada vez mais, a considerar a necessidade da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos cidadãos.

Indo além do conhecimento de conceitos e métodos de investigação científicos, a ACT envolve a compreensão do “como funciona e o que representa a ciência no mundo atual” (Vázquez-Alonso, 2010, p. 54), e neste sentido, a compreensão da Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdCeT) se constitui como um dos componentes da ACT (Bennássar *et al*, 2010).

Considerando a necessidade da ACT, o foco deste estudo é a formação docente, mais especificamente, a formação inicial de professores de Química, visto que pesquisas sinalizam que professores carecem de formação adequada sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia e têm concepções equivocadas a este respeito (Vázquez-Alonso, 2010). Adicionalmente, partimos do pressuposto de que processos de formação docente fundamentados na racionalidade prática podem contribuir com a ACT de professores de Química em formação, ao tempo em que, neste tipo de racionalidade, as discussões sobre aspectos da NdCeT ocorrem por meio da construção do conhecimento prático, ou seja, por meio da reflexão sobre a ação e a experiência (Fenstermacher, 1994) docentes.

Oliveira (2019) por meio de uma revisão bibliográfica em vinte e um artigos com foco na formação inicial de professores de Química e a ACT, no período de 2011 a 2017, identificou onze categorias, as quais ela denominou de aspectos da promoção da ACT, e uma destas categorias promotoras da ACT é a formação de professor reflexivo. Portanto, buscando ampliar as discussões neste sentido, conduzimos este estudo a partir da seguinte questão: quais impactos de um processo formativo fundamentado na racionalidade prática na ACT de licenciandos em Química?

Na busca de respostas para esta questão de pesquisa, temos como objetivo neste estudo identificar impactos de um processo formativo fundamentado na racionalidade prática na ACT de licenciandos em Química.

## Marco Teórico

O conceito de alfabetização surgiu nos séculos XIX e XX com o objetivo de ensinar a população a ler e escrever e não ficar à margem do progresso cultural e social (Vázquez-Alonso, 2010). Contudo, segundo Vázquez-Alonso (2010), o desenvolvimento científico e tecnológico do século XX fez emergir novas necessidades culturais para os cidadãos do século XXI que vivem rodeados de ciência e tecnologia na sociedade do conhecimento, e uma delas é a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

A ACT representa um amplo movimento internacional que surgiu 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” (Vázquez-Alonso, 2010, p. 51).

Neste cenário, 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).

A ACT tem como objetivo “a compreensão de conceitos e processos próprios da Ciência e Tecnologia, e ao mesmo tempo, [...] do conhecimento sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia” (Vázquez-Alonso, 2010, p. 61). Em outras palavras, a ACT é constituída por dois componentes: conceitos e teorias da ciência e da tecnologia; e conhecimentos sobre ciência e tecnologia, os quais permitem compreender como estas funcionam (Vázquez-Alonso; Manassero-Mas, 2017).

Vale ressaltar que neste estudo o nosso foco é a dimensão da ACT relativa aos conhecimentos sobre ciência e tecnologia, ou seja, relativa à Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdCeT), a qual “compreende as diversas e complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade [...]” (Bennássar *et al*, 2010, p. 8). É com essa perspectiva que assumimos a ACT como uma necessidade cultural dos cidadãos da sociedade contemporânea e como um dos objetivos do ensino de Ciências da Natureza, e mais particularmente, do ensino de Química.

Portanto, o foco deste estudo é direcionado para os processos de formação docente, e em especial para a formação inicial de professores de Química. Considerar os processos de formação inicial de professores de Química com vistas à ACT implica em refletir sobre os modelos de formação docente. Na literatura da área, três modelos de racionalidade na formação de professores são considerados: racionalidade técnica, racionalidade prática e racionalidade crítica (Diniz-Pereira, 2014).

Neste estudo consideramos o modelo da racionalidade prática, visto que este considera a “valorização das reflexões e decisões deliberadas na experiência, as quais fundamentam a boa capacidade do professor” (Netto; Azevedo, 2018, p. 8). Segundo este modelo de formação, a docência é compreendida como uma atividade complexa, onde conhecimentos teóricos e práticos estão imbricados, instigando o professor a questionar e a refletir sobre sua prática docente.

Adicionalmente, no modelo da racionalidade prática, 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).

Segundo Netto e Azevedo (2018), as demandas e necessidades que surgem nas experiências cotidianas do professor o estimulam para reflexão constante de sua prática docente e contribuem para constituí-lo como produtor de suas ações e não como produto de teorias impostas. Este modelo de racionalidade implica no desenvolvimento do conhecimento prático relacionado “a como fazer as coisas, ou o lugar e a hora certa para fazê-las, ou sobre como ver e interpretar eventos relacionados a suas ações” (Fenstermacher, 1994, p. 11).

Sacristán e Pérez Gómez (2000, p. 374) consideram três aspectos fundamentais para os processos formativos estimularem ações e reflexões sobre a prática docente. São eles: “aquisição por parte do docente de uma bagagem cultural de clara orientação política e social”; “desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática”; e o “desenvolvimento das atitudes que requer compromisso político do professor/a [...]”.

À luz das discussões tecidas, assumimos neste estudo que processos de formação docente baseados na racionalidade prática podem contribuir na ACT de professores de Química em formação considerando que, neste modelo formativo, eles discutem, refletem e decidem sobre conhecimentos teóricos relativos à NdCeT articulando-os às situações práticas do ensino de Química.

## Metodologia

Este estudo é uma das ações do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Ciência-Tecnologia-Sociedade (NEPCTS), foi desenvolvido por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) de uma universidade brasileira com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), e foi realizado na componente curricular Instrumentação para o Ensino de Química II (IEQ II) de um curso de Licenciatura em Química, considerando que nela são abordados conteúdos relativos, por exemplo, à Perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e às Questões Sociocientíficas (QSC) no ensino de Química, os quais possibilitam discussões sobre a NdCeT.

Contamos com a participação de oito licenciandos do 7º período do Curso de Licenciatura em Química matriculados na IEQ II, os quais foram identificados como E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8, e assumimos aspectos da fenomenologia, 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” (André, 2005, p. 18).

Para a coleta de dados, um dos instrumentos utilizados foi o *Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad* (COCTS). O COCTS é um instrumento de avaliação comum a todos os países associados ao Projeto Iberoamericano de Avaliação das Atitudes Relacionadas com a Ciência, Tecnologia e a Sociedade (PIERCTS), “é flexível em sua aplicação, válido e viável estatisticamente para a investigação das questões CTS”, e permite a integração entre as dimensões qualitativa e quantitativa da pesquisa (Manassero Mas, 2010, p. 20).

Em sua forma original é composto por 100 questões de opções múltiplas, com formato idêntico (um texto inicial que apresenta um problema, seguido de uma lista de frases que representam diferentes alternativas e etiquetadas sucessivamente com letras A, B, C..., cujo conteúdo reflete razões aos problemas do respectivo texto), e independentes entre si (Manassero Mas, 2010).

Neste estudo, usamos a versão em português composta de 30 questões divididas em dois questionários: forma A e forma B, com 15 questões cada. Para responder as questões é atribuída uma nota em uma escala ordinal que varia de 1 a 9 para cada frase, ou é marcado Não-Entendo (E) ou Não-Sei (S) (Manassero Mas, 2010).

Todas as opções possíveis das frases do COCTS foram analisadas por especialistas e classificadas e categorizadas em adequadas (crenças apropriadas aos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência), plausíveis (crenças apropriadas em alguns aspectos) e ingênuas (crenças nem adequadas nem plausíveis) (Manassero Mas, 2010).

Considerando a classificação das frases em adequadas, plausíveis ou ingênuas, é realizado o cálculo dos Índices de Atitudes (IA) normalizados entre -1 e +1. Segundo Manassero Mas (2010), as pontuações diretas das respostas para cada frase, quantificadas como grau de acordo em uma escala Likert de 1 a 9 pontos, são transformadas em índices atitudinais normalizados segundo a categoria da frase, conforme ilustramos na figura 1.

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

**Figura 1.** Escala normalizada do índice atitudinal do COCTS.

Fonte: Manassero (2010).

Além do IA de cada frase, a métrica normalizada permite definir o IA para cada categoria (adequada, plausível e ingênua) e o IA da questão a partir dos IA das três categorias (Manassero Mas, 2010).

Os oito licenciandos responderam as trinta questões do COCTS. Contudo, neste estudo, selecionamos sete delas, considerando que cada uma representa um dos sete aspectos CTS do COCTS, conforme quadro 1.

Questões selecionadas	Aspectos CTS do COCTS
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

**Quadro 1.** Questões selecionadas para análise e aspectos CTS envolvidos.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Em seguida, organizamos cada questão selecionada e a categorização das suas respectivas frases em adequadas (A), plausíveis (P) e ingênuas (I) em um formato adaptado do COCTS. Ilustramos esta organização para a Questão 10111/COCTS, conforme quadro 2.

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 2.** Questão 10111 e categorização das frases.

Portanto, os IA dos licenciandos obtidos para cada uma das sete questões se constituíram como indicadores de ACT deles.

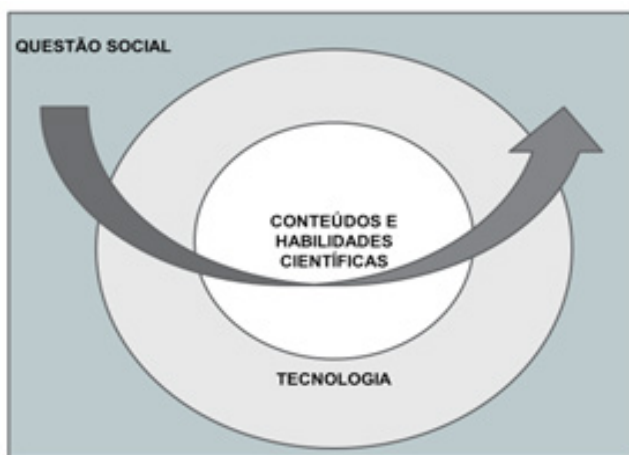
Outros dois instrumentos de coleta de dados utilizados foram os organogramas de conteúdo CTS e as propostas didáticas, elaborados pelos licenciandos organizados em grupos durante o processo formativo. Vale ressaltar que os grupos não foram, necessariamente, os mesmos nos momentos da elaboração dos organogramas e das propostas didáticas. Para os organogramas, identificamos os grupos como grupo 1, grupo 2 e grupo 3. Para as propostas didáticas, identificamos os grupos como grupo A, grupo B e grupo C.

Neste estudo, seguimos quatro etapas metodológicas: aplicação do COCTS antes do processo formativo; desenvolvimento do processo formativo; reaplicação do COCTS após o processo formativo; e análise dos dados.

Na primeira etapa, antes da aplicação do COCTS, os licenciandos leram e assinaram o termo de consentimento e assentimento livre e esclarecido para a participação no estudo após terem sido informados sobre os objetivos do estudo, a garantia de privacidade e de confidencialidade, e a possibilidade de desistir a qualquer momento.

O desenvolvimento do processo formativo ocorreu no segundo semestre de 2018 e contemplou: aulas expositivas dialogadas sobre Movimento CTS, Natureza da Ciência, Perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Temas Sociocientíficos, Aspectos conceituais, didáticos e pedagógicos dos conteúdos de Equilíbrio Químico, Eletroquímica e Análises Químicas, e Estratégias Didáticas e Recursos Didáticos para a abordagem destes conteúdos na perspectiva CTS; seminários; leitura de textos, pesquisas, debates, desenvolvimento de atividades individuais e em grupos.

As atividades em grupos foram relativas à elaboração de organogramas de conteúdos CTS (atividade 1) e à elaboração de propostas didáticas na perspectiva CTS (atividade 2). Na atividade 1, os licenciandos tomaram por base o modelo de Aikenhead (1994) conforme figura 2, e selecionaram questões sociais, escolheram tecnologias relacionadas às questões sociais, e definiram conteúdos científicos em função das questões sociais e da tecnologias.



**Figura 2.** Modelo de organograma de conteúdo CTS.

Fonte: Aikenhead (1994).

Na atividade 2, os licenciandos elaboraram propostas didáticas na perspectiva CTS a partir de Questões Sociocientíficas (QSC), as quais são temáticas sociais controversas relativas à ciência e à tecnologia (Mundin; Santos, 2012).

As propostas didáticas foram constituídas de introdução, atividades, conteúdos, metodologia, materiais, e considerações para o professor.

Para as análises dos dados, adotamos 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.

Seguimos dois movimentos analíticos: análises das respostas dos licenciandos ao COCTS, aplicado antes e após o processo formativo; e análise do processo formativo a partir das atividades 1 e 2 desenvolvidas pelos licenciandos.

Para as análises das respostas ao COCTS, calculamos IA dos licenciandos para cada frase, para cada categoria (adequada, plausível e ingênua), e para cada Questão/COCTS por meio da média aritmética. Este procedimento foi realizado para as respostas ao COCTS obtidas antes e após o processo formativo.

Ilustramos os cálculos dos IA de E1, antes e após o processo formativo, conforme quadros 3 e 4.

		Índices atitudinais					
		De frases	De Categorias			De Questão	
Frases	Categorias	Pontos		Adequadas	Plausíveis	Ingenuas	
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 3.** Cálculo do IA do licenciando E1 – Antes do processo formativo.

Fonte: Elaboração própria (2019).

		Índices atitudinais					
		De frases	De Categorias			De Questão	
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

**Quadro 4.** Cálculo do IA do licenciando E1 – Após o processo formativo

Fonte: Elaboração própria (2019).

Os IA dos oito licenciandos obtidos para as sete Questões/COCTS, estão inseridos no Quadro 5.

Índices Atitudinais por Questão/COCTS														
	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	

**Quadro 5.** IA dos licenciandos para Questões/COCTS antes e após o processo formativo.

Fonte: Elaboração própria (2019).

A partir dos IA calculados, elaboramos sete gráficos representativos dos IA dos oito licenciandos para cada Questão/COCTS, antes e após o processo formativo. Ilustramos um destes gráficos na discussão dos resultados deste estudo.

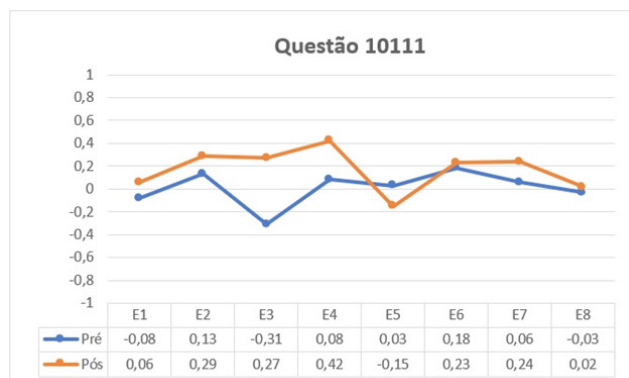
Para as análises do processo formativo, adotamos como categorias analíticas: “aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social”; “desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática”; e “desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor/a como intelectual transformador na aula, na escola e no contexto social” (Sacristán; Pérez Gómez, 2000, p. 374). Vale ressaltar que, segundo estes autores, estes três aspectos são esperados para processos formativos norteados pela racionalidade prática.

## Resultados e discussão

Inicialmente, analisamos as concepções dos licenciandos antes e após o processo formativo a partir de suas respostas ao COCTS. Neste sentido, os IA foram considerados como indicadores da ACT deles. Em seguida, analisamos o processo formativo a partir dos organogramas de conteúdos CTS e das propostas didáticas na perspectiva CTS elaboradas pelos licenciandos. Posteriormente, identificamos impactos do processo formativo na ACT dos licenciandos em Química.

Gráfico 1 - IA dos licenciandos para a Questão 10111/COCTS antes e após o processo formativo.

Fonte: Elaboração própria (2019).



### Análise das concepções dos licenciandos antes e após o processo formativo

Ilustramos a análise conjunta, antes e após o processo formativo, considerando a Questão 10111/COCTS que trata da concepção de Ciência, conforme gráfico 1.

A partir do gráfico 1, evidenciamos que:

1. antes do processo formativo, os IA variaram entre -0,31 e 0,18, 37,5% dos licenciandos, ou seja, três deles (E1, E3 e E8) tiveram, respectivamente, IA negativos (-0,08; -0,31 e -0,03), e o maior IA obtido foi 0,18.



2. após o processo formativo, os IA variaram entre -0,15 e 0,42, 87,5% dos licenciandos, ou seja, sete deles (E1, E2, E3, E4, E6, E7, e E8) aumentaram os IA, apenas um licenciando, ou seja, 12, 5%, apresentou IA negativo (-0,15), e o maior IA obtido para esta questão foi 0,42.

Neste sentido, diante destes resultados, podemos dizer que após o processo formativo, os IA da maioria dos licenciandos aumentou e que o número de IA negativos dos licenciandos diminuiu.

As análises ilustradas para a Questão 10111/COCTS foram realizadas para as outras seis Questões/COCTS e, com base nelas, apresentamos uma síntese dos resultados em termos percentuais de concepções identificadas, conforme quadro 6.

Categories	Antes do processo formativo	Após o processo formativo
Quanto à Ciência	Concepções ingênuas (37,5%). Concepções plausíveis (62,5%).	Concepções ingênuas (12,5%). Concepções plausíveis (87,5%).
Quanto à Tecnologia	Concepções ingênuas (50%). Concepções plausíveis (50%).	Concepções ingênuas (12,5%). Concepções plausíveis (87,5%).
Quanto à relação Ciência-Tecnologia	Concepções ingênuas (0%). Concepções plausíveis (100%).	Concepções ingênuas (12,5%). Concepções plausíveis (87,5%).
Quanto à relação Ciência-Sociedade	Concepções ingênuas (12,5%). Concepções plausíveis (87,5%).	Concepções ingênuas (0,0%). Concepções plausíveis (100%).
Quanto à relação Ciência-Tecnologia-Sociedade	Concepções ingênuas (12,5%). Concepções plausíveis (87,5%).	Concepções ingênuas (0,0%). Concepções plausíveis (100%).
Quanto à relação Tecnologia-Sociedade	Concepções ingênuas (62,5%). Concepções plausíveis (37,5%).	Concepções ingênuas (75%). Concepções plausíveis (25%).
Quanto à Epistemologia da Ciência	Concepções ingênuas (37,5%). Concepções plausíveis (62,5%).	Concepções ingênuas (37,5%). Concepções plausíveis (62,5%).

**Quadro 6.** Resultados das concepções dos licenciandos antes e após o processo formativo.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Considerando que a NdCeT “compreende as diversas e complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade [...]” (Bennássar *et al*, 2010, p. 8), e que a compreensão da NdCeT é um dos componentes da ACT, os resultados sistematizados no quadro 6 evidenciam melhorias na ACT dos licenciandos.

Portanto, a diminuição dos percentuais de concepções ingênuas e o aumento dos percentuais de concepções plausíveis acerca da Ciência, da Tecnologia, da relação Ciência-Sociedade e da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, evidenciam impactos do processo formativo, fundamentado na racionalidade prática, na ACT dos licenciandos.

Contudo, identificamos o aumento de concepções ingênuas quanto à relação Ciência-Tecnologia e à relação Tecnologia-Sociedade, e a permanência dos percentuais relativos às concepções ingênuas e plausíveis acerca da Epistemologia da Ciência. Adicionalmente, embora tenha ocorrido uma melhora nos IA dos licenciandos após o processo formativo, nenhum deles apresentou concepções adequadas em relação a estas categorias.

### *Análise do processo formativo*

Analisamos o processo formativo tomando por base os organogramas de conteúdos CTS e as propostas didáticas elaborados pelos grupos de licenciandos. Para elaborarem os organogramas, os licenciandos pesquisaram e selecionaram questões sociais, tecnologias e conteúdos científicos. Por exemplo, o grupo 1 estabeleceu relações entre a poluição

do meio ambiente associada aos meios de transporte que utilizam combustíveis fósseis e consideraram os biocombustíveis como alternativa de minimização desta poluição (questões sociais), o processo de destilação do petróleo e o processo de esterificação (questões tecnológicas), e os conteúdos científicos, tais como, gases poluentes e suas relações com o efeito estufa e as reações de combustão.

Na elaboração das propostas didáticas a partir de QSCs, os licenciandos propuseram atividades, conteúdos, metodologias, materiais e considerações para professores. Por exemplo, o grupo C elaborou sua proposta didática a partir da QSC “Capitalismo, consumismo e poluição atmosférica”, e para a abordagem dos conteúdos relativos ao Equilíbrio Químico, propôs algumas atividades, como, por exemplo, o experimento da chuva ácida e o caso simulado, envolvendo, respectivamente, conteúdos tais como: reações químicas, pH, capitalismo, contaminação industrial, polimerização, pigmentos sintéticos, gases.

É considerando as atividades de elaboração dos organogramas de conteúdos CTS e das propostas didáticas desenvolvidas pelos licenciandos, que destacamos o processo formativo como instrumento para a aquisição de uma bagagem cultural de orientação política e social, o desenvolvimento de capacidade de reflexão crítica sobre a prática, e o desenvolvimento de atitudes que exigem o compromisso político do professor (Sacristán; Pérez Gómez, 2000). Isso porque, os licenciandos foram autônomos ao pesquisarem e selecionarem questões sociais, questões tecnológicas, conteúdos científicos (atividade de elaboração dos organogramas de conteúdos CTS) e QSC's, e ao proporem atividades, conteúdos, metodologias, materiais e considerações para professores (atividade de elaboração das propostas didáticas) a partir das QSC selecionadas, evidenciando exercícios de posicionamento político e social deles. Adicionalmente, quanto ao desenvolvimento de capacidade de reflexão crítica sobre a prática, os licenciandos ao elaborarem as propostas didáticas, refletiram sobre a prática, visto que, neste estudo, estamos considerando “[...] uma prática que produz algo no âmbito do ensino. Sendo uma prática consciente [...]” (Brasil, 2001, p. 9). Portanto, as respectivas atividades valorizaram os licenciandos como sujeitos que planejam e refletem sobre suas ações e têm controle de suas decisões, permitindo-lhes o desenho de novas ações (Netto; Azevedo, 2018).

### *Impactos do processo formativo, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos*

Um primeiro impacto do processo formativo se refere à diminuição de concepções ingênuas e ao aumento de concepções plausíveis sobre Ciência, Tecnologia, relação Ciência-Sociedade, e relação Ciência-Tecnologia-Sociedade. Entendemos que os exercícios de estabelecer relações entre questões sociais, questões tecnológicas e conteúdos científicos, e de propor atividades, conteúdos, metodologias, materiais e considerações para professores, a partir de QSCs, contribuíram para o aumento de percentuais de concepções plausíveis diante das categorias mencionadas anteriormente.

Outro impacto identificado foi o aumento de concepções ingênuas quanto à relação Ciência-Tecnologia e à relação Tecnologia-Sociedade. Este resultado é evidência de que o processo formativo não garantiu, por exemplo, uma melhor compreensão sobre estas categorias.

Um terceiro impacto se refere à ausência de concepções adequadas acerca da Ciência, Tecnologia, relação Ciência-Tecnologia, relação Ciência-Sociedade, relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, relação Tecnologia-Sociedade, e da Epistemologia da Ciência.

Sobre estes impactos, nos parece relevante destacarmos: 1) que eles podem estar relacionados ao fato dos aspectos sobre a NdCeT terem sido apropriados pelos licenciandos a partir do caráter situacional, contextual e experiencial, próprios da construção do conhecimento prático (Fenstermacher, 1994); 2) a necessidade de repensar a inserção de discussões epistemológicas com vistas ao desenvolvimento de concepções adequadas sobre aspectos da NdCeT, e em especial, sobre a Tecnologia e suas relações com a Ciência e a Sociedade. Portanto, em conjunto, estes resultados reforçam a necessidade de voltarmos nosso olhar para a formação docente, mais especificamente, para a formação inicial de professores de Química a partir do modelo da racionalidade prática, valorizando o professor que planeja suas ações refletindo e redesenhando sua prática (Netto; Azevedo, 2018), quando assumimos a ACT como uma necessidade cultural dos cidadãos da sociedade contemporânea, bem como, um dos objetivos do ensino de ciências, e mais particularmente do ensino de Química.

## Algumas conclusões

Neste estudo identificamos impactos de um processo formativo, fundamentado pela racionalidade prática, na ACT de licenciandos em Química, a partir da análise das respostas dos licenciandos ao COCTS, aplicado antes e após o processo formativo, e da análise do processo formativo a partir dos organogramas de conteúdos CTS e das propostas didáticas na perspectiva CTS, desenvolvidos pelos licenciandos.

Dentre os impactos, identificamos: diminuição de percentuais de concepções ingênuas e o aumento de percentuais de concepções plausíveis sobre Ciência, Tecnologia, relação Ciência-Sociedade, relação Ciência-Tecnologia-Sociedade; aumento de percentuais de concepções ingênuas quanto à relação Ciência-Tecnologia e à relação Tecnologia-Sociedade; e ausência de concepções adequadas em todas estas categorias.

Estes resultados são evidências de impactos do processo formativo na ACT dos licenciandos e legitimam a necessidade de olharmos 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. Vale ressaltar que os impactos do processo formativo na ACT dos licenciandos emergiram de um contexto no qual eles se apropriaram de aspectos da NdCeT à medida que: expressavam seus posicionamentos políticos e sociais, refletiam sobre a prática no ensino de Química, e desenvolviam atitudes que exigiam um compromisso político.

Contudo, o aumento de percentuais de concepções ingênuas quanto à relação Ciência-Tecnologia e à relação Tecnologia-Sociedade nos leva a questionar se nos processos de formação inicial de professores de ciências, e mais especificamente, de professores de Química, discussões epistemológicas sobre a Natureza da Tecnologia são realizadas com vistas à promoção da ACT. Portanto, esta questão parece se constituir como uma agenda necessária para estudos futuros.

## Referências

- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In: Solomon, J., Aikenhead, G. *STS Education: International perspectives on reform*, (pp. 47-59), New York: Teachers College Press.
- André, M. E. D. A. de. (2005). *Etnografia da prática escolar*. Campinas, SP: Papirus.
- Bennássar, A.; Vázquez, A.; Manassero Mas, M. A. e A. García-Carmona (coordenadores). (2010). *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. Consultada em abril, 2017, na <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>.
- Brasil. (2001). 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.
- Diniz-Pereira, J. E. (2014). Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. *Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade*, 1, 21-33. Consultado em 10 de junho, 2019, em <http://www.seer.ufms.br/index.php/persdia/article/view/15>
- Fenstermacher, G. D. (1994). The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. In L. Darling-Hammond (editor), *Review of research in education*, 20, (3-56), Washington, DC: American Educational Research Association.
- Manassero Mas, M. A. (2010). El proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad (PIEARCTS): un estudio de investigación cooperativa. Em Maciel, M. D.; Amaral, C. L. C.; Guazzelli, I. R. B. (organizadores). *Ciência, tecnologia e sociedade: pesquisa e ensino*, (pp. 13-41), São Paulo, Terracota.
- Mundim, J. V. e Santos, W. L. P. dos. (2012). 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, 18(4), pp. 787-802, 2012. ISSN 1516-7313. Consultado em julho, 2019, em <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000400004>
- Netto, R. S. e Azevedo, M. A. R. (2018). Concepções e modelos de formação de professores: reflexões e potencialidades. *Boletim Técnico do Senac*, 44 (2). Consultado em junho, 2019, em [www.scielo.br/pdf/ciedu/v23n4/1516-7313-ciedu-23-04-0817.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v23n4/1516-7313-ciedu-23-04-0817.pdf).
- Oliveira, A. C. D. de. (2019). *Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de química*. Dissertação, Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.
- Oliveira, M. M. de. (2003). *Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses*. Recife: Edições Bagaço.
- Sacristán, J. G. e Pérez-Gómez, A. I. (2000). *Compreender e transformar o ensino*. 4a ed. Porto Alegre: Artmed.
- Santos, M. E. do N. V. M. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Vázquez-Alonso, A. (2010). 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. (organizadores), *Ciência, tecnologia e sociedade: pesquisa e ensino*, (pp. 43-70), São Paulo, Terracota.

Recepción: 7 de agosto de 2019 Aprobación: 10 de noviembre de 2019