

O impacto do ensino de Química Verde com enfoque CTS na formação continuada de professores

The impact of Green Chemistry teaching in CTS focus on continuous teacher training

Júlia Damazio Bouzon

Colégio Pedro II
juliabouzon@gmail.com

Juliana Barreto Brandão

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
profjulianabrandao@gmail.com

Alvaro Chrispino

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
alvaro.chrispino@gmail.com

Resumo

O trabalho apresenta um recorte de pesquisa de doutorado que desenvolveu uma disciplina de curso de especialização em Ensino de Química em uma instituição de ensino federal do Rio de Janeiro, em 2019. Esta teve como eixo temático central o ensino sobre Química Verde (QV) na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e contou com a participação de 18 profissionais da área de ensino de Química e Biologia. São apresentados os resultados da avaliação do impacto dessa disciplina sobre as crenças, valores e atitudes dos participantes acerca do acrônimo CTS, utilizando-se questões do Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS) como um dos instrumentos de análise e validação. Os índices obtidos no pós-teste foram superiores aos iniciais, fato que pode significar que o estudo sobre as dimensões sociais, econômicas e ambientais de QV contribuíram para que os participantes ampliassem a sua visão sobre CTS.

Palavras-chave: química verde, educação CTS, PIEARCTS, formação de professores

Abstract

The work is about a discipline that was elaborated, applied, and evaluated in a specialization course of Chemistry Teaching and it is a part of a doctorate research. It was developed in a federal education institute in Rio de Janeiro in 2019. The central theme was the GC teaching in the CTS perspective. There were 18 participants that worked in Chemistry and Biology Teaching area. Then, the evaluation results of the discipline impact on the beliefs, values, and attitudes of the participants about science, technology and society are presented, using

PIEARCTS questions as one of the instruments of analysis and validation. The indexes obtained in the post-test were higher than those of the pre-test. This fact can mean that the study about social, economic and environmental dimensions of GC contributed to the participants expanding their STS view.

Key words: green chemistry, STS teaching, PIEARCTS, teacher training

Introdução

Na década de 1990, a Química Verde (QV) teve sua origem delineada a partir de iniciativas do setor industrial, em meio aos esforços de realizar intervenções que estabelecessem uma nova forma de relação com o meio ambiente. Nesse período, a técnica concebida ganhou força e se consolidou como campo de estudo, gerando uma mudança de atitude na área que resultou em uma Química mais comprometida com a qualidade ambiental (MARQUES *et al.*, 2020).

Em 1998, Paul Anastas e John Warner publicaram o primeiro livro sobre teoria e prática da QV, na qual a definiram como: “consiste na utilização de um conjunto de princípios que reduzem ou eliminam o uso ou a geração de substâncias perigosas durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos” (ANASTAS e WARNER, 1998, p.11). Os autores sistematizaram o conceito em um conjunto de doze princípios que são uma categorização dos aspectos químicos fundamentais para alcançar metas de geração de produtos e processos benignos, e têm sido usados como diretrizes e critérios de design pelos cientistas (ANASTAS e KIRCHHOFF, 2002).

Por outro lado, de acordo com Serrano e Ruvalcaba (2013), embora a QV tenha raízes na indústria, a difusão da sua filosofia carece de processos educativos para que o modo de pensar e a prática sustentável logrem sucesso. Pinto *et al.* (2009, p. 568) afirmam a importância de “inocular nos estudantes e profissionais o comportamento verde”, enquanto, Zandonai *et al.* (2014, p.80) ressaltam a necessidade de inserir e problematizar a QV no campo da Química, destacando que “a produção de propostas didáticas verdes [...] mostram o potencial para o estabelecimento de condições [...] para o enfrentamento de problemáticas socioambientais”. Nesse sentido, acredita-se que indivíduos inseridos na filosofia dos princípios da QV poderão atuar de modo mais consciente diante de questões decisivas sobre o meio ambiente.

No entanto, faz-se necessário pensar sobre a forma de abordagem desses conceitos no estudo da Química. Segundo Auler (2003; 2007), abordagens centradas apenas nos conteúdos e, totalmente desvinculadas do cotidiano social e de trabalho dos alunos, contribuem para a formação de cientistas, mas não de cidadãos, além de tornarem as aulas desinteressantes levando os estudantes a se questionarem sobre o sentido desse estudo. Marques e Machado (2018) afirmam que as dimensões sociais, econômicas e ambientais de QV apontam para uma perspectiva de educação científica situada nos estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

O ensino pautado na tríade CTS valoriza a aprendizagem dos conteúdos científicos, mas não como uma finalidade e sim como meio para a compreensão da ciência desmitificada, na qual a tecnologia não corresponde a uma consequência da ciência e que gera sempre benefícios para a sociedade. Ao contrário, os três aspectos CTS atuam de forma integrada relacionando a ciência e a tecnologia num contexto social e, dessa forma, possibilitam aos alunos sentirem-se parte desse estudo, uma vez que seus comportamento e pensamento enquanto atores sociais

são partes fundamentais dessa abordagem, ou seja, o estudante deixa de receber um conhecimento pronto.

Sendo assim, o ensino CTS pressupõe que situações cotidianas do meio social possam ser tratadas de forma ampla em sala de aula, como é o caso das questões ambientais. E, nessa perspectiva, o ensino de QV na abordagem CTS tem sido bastante relatado na literatura.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma avaliação sobre as crenças, valores e atitudes de profissionais da área de ensino, após vivenciarem uma disciplina sobre o ensino de QV, pautada na abordagem CTS.

Metodologia

Esse trabalho é um recorte de uma pesquisa de doutorado que construiu, aplicou e avaliou uma disciplina em um curso de Especialização em Ensino de Química, em uma instituição de ensino federal, intitulada Educação em Química, Sociedade e Ambiente, com 10 encontros de 4 horas, no ano de 2019. Diversas foram as formas de análise dessa avaliação, sendo o Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS) uma delas.

O PIEARCTS

O PIEARCTS é um projeto internacional envolvendo pesquisadores de sete países da Ibero América (Espanha, Portugal, Argentina, México, Brasil, Colômbia e Panamá) que busca avaliar de forma cooperativa temas acerca da Natureza da Ciência e da Tecnologia (NCeT) ou de Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Essa avaliação é feita a partir de um formulário que foi proposto a partir de outras duas pesquisas também esquematizadas na forma de formulários: o *Views on Science, Technology and Society* – VOSTS (AIKENHEAD E RYAN, 1992; AIKENHEAD, RYAN E FLEMING, 1989) e o *Teacher's Belief about Science-Technology-Society/TBA-STs* (RUBBA E HARKNESS, 1993; RUBBA, SCHONEWEG E HARKNESS, 1996). Esses projetos foram desenvolvidos de forma empírica, se utilizando de pesquisas, entrevistas e respostas abertas que foram dadas por professores e alunos. As frases resultantes do VOSTS e do TBA-STs constituem as questões de pesquisa que foram utilizadas para a adaptação e consequente concepção de um novo questionário de 100 questões.

O *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS) é um banco que foi construído a partir da adaptação dos questionários mencionados para as culturas espanhola e portuguesa (MANASSERO E VÁZQUEZ, 1998; VÁZQUEZ E MANASSERO, 1999; MANASSERO, VÁZQUEZ E ACEVEDO, 2001, 2003). Ele foi aprimorado, deixando de ser um questionário de múltipla escolha, passando a um modelo de resposta múltipla, por meio da Escala de *Likert*, que permite a utilização de métodos estatísticos, avaliando questões complexas acerca do conhecimento interdisciplinar da ciência, envolvendo a história da ciência, a sociologia e a epistemologia, além do conhecimento didático da ciência (VÁZQUEZ *et al.*, 2008). Todas essas questões são mutáveis com o tempo e difíceis de convergir para consensos, o que dificulta para avaliá-los. É importante pontuar que, por ser



um questionário empiricamente desenvolvido, possui uma validade inerente como método de avaliação.

Esse questionário é, então, dividido em quatro blocos: o que abrange a definição de ciência e tecnologia; o que aborda as interações CTS, ou seja, de que forma é concebida a relação entre os três entes do acrônimo; o bloco que traz a epistemologia da ciência, e outro que expõe dois aspectos da sociologia: a sociologia externa (que trabalha a influência da sociedade na ciência e na tecnologia, a influência da ciência e da tecnologia na sociedade), e a sociologia interna da ciência (que apresenta as características dos cientistas, itens de construção social, bem como do processo de tomada de decisão tecnológica) (BENNÁSSAR *et al.*, 2010).

Desse universo de 100 questões, trinta fazem parte do questionário do PIEARCTS, aplicado a um universo de quase 20.000 respondentes nos 7 países.

Sendo assim, inicialmente, foram selecionadas dez questões dentre as trinta disponíveis, que se aproximaram das discussões feitas ao longo da disciplina, para que os discentes respondessem na forma de pré e pós-testes, com o propósito de avaliar qual é o impacto que a disciplina teve sobre as crenças, valores e atitudes de cada um deles, validando (ou não) o trabalho feito.

As dez questões respondidas pela turma possuem o mesmo formato: um breve relato sobre alguma situação-problema relacionada à ciência, tecnologia e/ou sociedade, seguido de frases que são possíveis respostas a esse relato. Essas frases são identificadas por uma letra (a, b, c ...) e, para cada uma, deve-se colocar um grau de concordância do participante com aquela proposição de acordo com a legenda do Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Índice de concordância do PIEARCTS

DESACORDO				Indeciso	ACORDO				OUTROS	
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	Não a entendo	Não sei
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Fonte: formulário do PIEARCTS.

A fim de sistematizar esses números que são concedidos às frases, as respostas são convertidas em um índice atitudinal que pode ir de -1 a +1. Esses índices são relacionados diretamente com a avaliação feita por peritos juízes da área de natureza da ciência e tecnologia, que julgaram as frases em ingênuas, plausíveis e adequadas. Quanto mais próximo de +1, mais adequado é o pensamento acerca de uma crença ou valor da ciência e da tecnologia. Por outro lado, quanto mais próximo do -1, mais distante da adequada é a abordagem sobre aquele tema, ou seja, mais ingênuo, sempre comparado ao juízo emitido pelo conjunto de peritos.

É preciso analisar três cenários possíveis para compreender a pontuação das questões:

- a) Caso o indivíduo discorde de uma proposição, ou seja, atribua de 1 a 4 para uma frase:
 - a. se essa frase for classificada como adequada, seu índice atitudinal será considerado negativo, visto que está em discordância com os juízes, podendo chegar ao limite (-1), caso a escolha tenha sido o número 1;
 - b. caso seja considerada plausível, o valor partirá de um número positivo, podendo se tornar negativo, caso se aproxime do número 1; no entanto,



- c. se ela for considerada ingênua, seu índice será positivo, visto que está em concordância com os juízes, podendo chegar ao limite (+1), caso sua escolha tenha sido o número 1.
- b) Caso o indivíduo concorde com uma frase, ou seja, atribua de 6 a 9 para ela:
- a. se a frase for considerada adequada, seu índice será positivo, visto que está em concordância com os juízes, podendo chegar no limite (+1), caso tenha atribuído o número 9 a esta sentença;
 - b. se for plausível, o número partirá de um valor positivo e quanto mais próximo do 5, maior será, podendo se tornar negativo, caso se aproxime do 9; e,
 - c. caso ela seja considerada ingênua, o índice atitudinal será considerado negativo, visto que está em discordância com os juízes, podendo chegar a -1, que é o limite, caso a escolha seja o 9.
- c) Caso o indivíduo esteja indeciso em relação a uma sentença, ou seja, marque 5: se ela for considerada ingênua ou adequada, o índice atitudinal é neutro, logo, é atribuído o valor 0 a ele; no entanto, se ela for considerada plausível, a metodologia é diferenciada, e é atribuído o valor máximo ao índice.

Por conseguinte, é importante agregar as duas informações para que se consiga transformar as respostas em números estudáveis: o índice de concordância com o “gabarito” proposto pelos peritos que classificaram todas as questões, chegando, assim, em um índice de -1 a +1 para cada questão respondida.

Como o PIEARCTS é um instrumento internacionalmente reconhecido e valorizado na área de CTS, foi escolhido para ser um dos métodos de avaliação da disciplina. No entanto, apesar de trazer itens que discutem temas extremamente importantes para a ciência dentro dessas trinta questões, era necessário que fosse feito um delineamento daqueles que mais se aproximavam da temática de QV proposta na disciplina, a fim de que não ficasse um questionário longo e que avaliasse temas não discutidos na disciplina. Além disso, o intuito de estabelecer proposições que têm relação direta com o que foi trabalhado em sala de aula era o de avaliar se a disciplina conseguiu atingir seu objetivo modificando a crença e atitudes em CTS a ponto de ser captada na mudança do índice atitudinal dos participantes.

Dessa forma, foi feita uma leitura dos trinta itens propostos pelo PIEARCTS e buscou-se selecionar questões que tivessem: alguma temática relacionada ao meio ambiente (seja com ciência ou tecnologia), a relação entre a tríade CTS, algo relacionado à tomada de decisões (seja no campo moral ou tecnológico), a influência da escola, a importância da responsabilidade de cada ser humano. Essas ideias iniciais foram trabalhadas em sala de aula e o intuito era observar de que forma se comportariam antes e depois da disciplina.

A partir do recorte, foram selecionadas dez questões que possuem as categorias expostas abaixo:

- 20141 - Influência do governo
- 30111 - Interações CTS
- 40161 - Responsabilidade social – sobre contaminação
- 40221 - Decisões morais
- 40531 - Bem-estar social
- 80131 - Decisões tecnológicas

- 20511 - Instituições educativas
- 40131 - Responsabilidade social – sobre informação
- 40211 - Decisões sociais
- 40421 - Resolução de problemas

Para que haja aprendizagem significativa, os critérios adotados internacionalmente definem que é necessária uma mudança de 0,100 pontos nas médias finais gerais, enquanto, individualmente, é necessária uma modificação de 0,200 pontos (BENNÁSSAR *et al.*, 2010). Dessa forma, foi preciso analisar a média de cada questão separadamente para entender se houve ou não uma aprendizagem por parte dos respondentes. Por isso, das dez questões respondidas, extraiu-se os resultados daquelas que tiveram variação de pontuação entre o pré e o pós-teste acima de 0,100 pontos para a turma do ano de 2019, que contou com 18 cursistas, sendo um bacharel em Química, um tecnólogo em Química, um Engenheiro Químico, um licenciado em Biologia e, os demais, licenciados em Química.

Resultados e discussão

As médias da turma de 2019 podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2: Médias do PIEARCTS da turma de 2019

Questão	Média pré-teste	Média pós-teste	Melhora entre os testes
20141 - Influência do governo	0,337	0,392	SIM
20511 - Instituições educativas	0,211	0,361	SIM
30111 - Interações CTS	0,475	0,651	SIM
40131 - Responsabilidade social (informação)	0,277	0,310	SIM
40161 - Responsabilidade social (contaminação)	0,360	0,447	SIM
40211 - Decisões sociais	-0,180	-0,071	SIM
40221 - Decisões morais	0,132	0,194	SIM
40421 - Resolução de problemas	-0,328	-0,280	SIM
40531 - Bem-estar social	-0,061	0,160	SIM
80131 - Decisões tecnológicas	0,138	0,261	SIM
Média	0,136	0,243	SIM

Fonte: elaboração própria.

Como exposto no Quadro, é possível inferir que cinco das dez questões apresentaram diferença no índice atitudinal superior a 0,100 pontos (40531, 30111, 20511, 80131 e 40211). Dessa maneira, é importante analisar o que foi apontado como ingênuo, plausível e/ou adequado para que se entenda a mudança significativa.

40531 – Bem-estar social: Esta questão aborda a relação direta da tecnologia com o aumento da qualidade de vida do país e, inicialmente, obteve uma média de índice atitudinal negativa (-0,061), o que representava uma aproximação de uma visão ingênua acerca desta relação,



mas era superior à média global. Após o teste final, esta média se tornou positiva (0,160) e, apesar de não ser o maior valor dentre as médias finais, foi a que apresentou a maior variação entre os dois testes (0,221 pontos) e a segunda maior diferença entre a média final e a média global (0,283 pontos), o que caracteriza maior mudança no pensamento dos respondentes. Em relação às frases que tiveram maior desacordo por entenderem que são ingênuas (e realmente serem) foram:

- Sim, porque a tecnologia sempre melhorou o nível de vida e não há razão para que o não faça agora.
- Sim, porque a tecnologia cria trabalho e prosperidade. A tecnologia ajuda a tornar a vida mais agradável, mais eficiente e mais divertida.

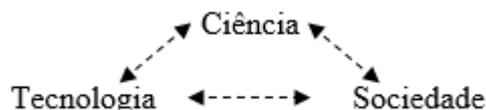
Enquanto as frases que obtiveram maior acordo e, de fato são consideradas adequadas, dos componentes da pesquisa foram:

- Sim, mas só para aqueles que a podem usar. Mais tecnologia destruirá postos de trabalho e fará com que haja mais gente abaixo da linha de pobreza.
- Sim e não. Mais tecnologia tornaria a vida mais agradável e mais eficiente, MAS também causaria mais contaminação, desemprego e outros problemas. O nível de vida pode melhorar, mas a qualidade de vida pode não melhorar.

30111 – Interações CTS: Esta foi uma questão que, inicialmente, alguns discentes não tinham entendido como responder por não ser uma frase, mas sim, um esquema. Houve uma explicação breve sobre o que a questão estava pedindo (identificar de que forma os respondentes achavam que ciência, tecnologia e sociedade se relacionavam; se um implicava diretamente no outro ou não e se era linear ou havia troca, além da diferença entre as setas que estavam relacionando os três) e, foi interessante observar que, durante as aulas, vários discentes apontaram que tinham respondido de maneira equivocada porque todos se relacionavam de maneira bilateral e não como haviam colocado. Isso pode ter refletido diretamente no resultado, o qual obteve a maior média final (0,651) dentre as dez questões e a maior diferença entre a média final e a média global (0,325 pontos). No entanto, como a média do pré-teste havia sido elevada, obteve-se a segunda maior diferença entre os testes (0,176 pontos).

O esquema proposto que obteve a maior média e foi considerado o mais adequado para a turma foi o da letra E, representado pelo esquema que apresenta apenas relações bilaterais e onde toda a tríade se relaciona entre si (Figura 1):

Figura 1: Esquema da questão 30111 do PIEARCTS



Fonte: Elaboração própria.

Em contraponto ao adequado, os esquemas que foram considerados os mais ingênuos, foram os propostos pelas letras A, B e G, expostos abaixo:

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

G)

Ciência ←-----→ Tecnologia

Sociedade

20511 – Instituições educativas: Esta questão apresenta a quarta maior média final (0,361) e a terceira maior diferença entre as médias finais e iniciais (0,150 pontos). Além disso, a diferença entre o pós-teste e a média global foi de 0,119 pontos, sendo a quinta maior dentre as dez.

A questão relaciona o êxito da ciência e da tecnologia diretamente com a existência de bons cientistas, técnicos e engenheiros. A partir disso, justifica que para isso existir, é necessário que as escolas foquem mais no estudo de ciências e fornece justificativas para que os alunos estudem ou não mais ciências em seus colégios.

A única frase considerada adequada e que justifica que os alunos precisam ter mais aulas de ciências na escola foi:

- Deve fomentar-se (incentivar) que os estudantes estudem mais ciências, mas um tipo diferente de cursos de ciências. Devem aprender como a ciência e a tecnologia afetam as suas vidas diárias.

Em contrapartida, três frases foram consideradas as mais ingênuas, obtiveram maior grau de desacordo por parte dos respondentes e são justificativas para que não estudem mais ciências nas escolas. São elas:

- Porque não funcionará. Algumas pessoas não gostam da ciência. Forçar-lhes o estudo, será perder tempo e afastá-los-á da ciência (vai afastá-los da ciência).
- Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência, apesar de que isso os ajudaria nas suas vidas.
- Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência. A ciência não é realmente necessária para todos.

80131 – Decisões tecnológicas: A questão obteve a quarta maior diferença entre o pré-teste o pós-teste (0,123 pontos) e a terceira maior entre a média final e a média global (0,250 pontos). Além disso, possui a sexta maior média final (0,261) dentre as dez questões escolhidas para serem respondidas.

Esta questão aborda a colocação em prática de novas tecnologias desenvolvidas e que essa escolha depende diretamente das vantagens que elas trazem para a sociedade sendo melhores quando comparadas às desvantagens. Em seguida, traz proposições que discutem essa afirmativa, sendo que as duas consideradas mais adequadas tanto para os respondentes da pesquisa quanto para os peritos juízes foram:

- 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.
- Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.

Enquanto isso, a frase que possuiu maior desacordo por parte dos discentes foi:

- 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 essa pode travar o seu desenvolvimento posterior.

É importante pontuar que mesmo sendo uma frase com certo grau de desacordo, o índice dessa frase, mesmo depois da melhora considerável da turma ainda se aproximou mais da categoria ingênuas, ou seja, alguns discentes ainda atribuíram graus de concordância a uma



frase que é considerada ingênua. No entanto, como houve uma melhora considerável, é válido ressaltar.

40211 – Decisões sociais: Esta foi a quinta questão com maior diferença entre os testes final e inicial (0,109 pontos), mas, apesar disso, não conseguiu superar a média global, sendo uma das duas que não alcançaram esta média. Além disso, é importante pontuar que foi uma das questões que obteve média final negativa.

É uma questão que aponta que os cargos mais importantes perante a ciência (cientistas e engenheiros) devam ser os únicos a tomarem a decisão sobre assuntos científicos porque são as pessoas que mais conhecem sobre estes assuntos no país. Em seguida, as frases são propostas para discutir sobre esta sentença que introduziu o assunto.

A respeito dos resultados, é interessante apontar que:

- A frase “a decisão deveria ser tomada de maneira partilhada. As opiniões dos cientistas e engenheiros, outros especialistas e os cidadãos informados deveriam ser tidas em conta nas decisões que afetam a nossa sociedade” foi a que teve maior concordância entre os participantes, sendo que ela é considerada adequada, ou seja, o índice atitudinal foi alto;
- A frase “porque têm o conhecimento e podem tomar melhores decisões que os burocratas do governo ou as empresas privadas, que têm interesses criados” teve alguma concordância por parte dos respondentes, sendo que ela é considerada uma frase ingênua, pois, justifica que as decisões devam ser tomadas apenas por quem for instruído academicamente no assunto, apresentando assim, um índice negativo;

As demais frases tiveram um aumento em relação aos índices atitudinais, mas não foram suficientes para superarem a média global, considerada baixa, talvez por trazer conceitos ainda enraizados na sociedade, onde as pessoas que devem tomar decisões são aquelas com alguma relevância na mesma área que se está discutindo e não a partir da opinião de todos os envolvidos na decisão.

Conclusão

A fim de mensurar o quanto a disciplina sobre ensino de QV impactou nas crenças, atitudes e valores dos estudantes em relação à ciência e à tecnologia, foi aplicado o questionário do PIEARCTS com dez questões que se aproximavam das temáticas discutidas ao longo da disciplina. O objetivo, então, era colocar em números as concepções dos cursistas e o quanto isso foi alterado após a leitura dos textos e as dinâmicas feitas em sala de aula, chegando, assim, a uma classificação quanto a ingenuidade e/ou adequação dessas concepções.

Inicialmente, o índice aferido no pré-teste foi de 0,136 pontos. Apesar de ser um valor maior mais próximo do extremo positivo (+1), esse resultado inicial pode refletir que, até o momento do teste, os cursistas apresentavam algumas concepções ainda consideradas ingênuas, como: achar que a tecnologia sempre melhora o nível de vida, além de criar prosperidade; entender a relação CTS de forma linear, ou seja, ciência gera tecnologia que, por sua vez, gera bem-estar social; concordar que a ciência não é realmente necessária para todos e que somente os especialistas têm conhecimento para tomar decisões a respeito de assuntos que envolvam CTS. Essas concepções podem ter relação com a formação inicial desses professores que, possivelmente, não destacaram esses tipos de discussões (KUBIAK; MACHADO; SILVEIRA, 2020).

É importante destacar que mesmo aqueles que possuíam, além da graduação, cursos de formação continuada, como mestrados e doutorados, apresentaram esse tipo de concepção.

Além disso, nesta turma, a maioria dos cursistas estava trabalhando como docente responsável em suas escolas.

Após a disciplina, a turma conseguiu atingir 0,243 pontos, o que caracteriza um resultado bastante positivo, pois superaram a faixa de 0,100 pontos (0,107 pontos), que é o considerado internacionalmente como um parâmetro para o resultado ser eficaz. Além disso, é importante ressaltar que todas as questões tiveram melhora entre os testes, o que demonstra que os cursistas estavam mais bem-informados.

Diversos são os motivos que podem fazer esses testes sofrerem melhora, mas é essencial pontuar que a participação efetiva e o interesse dos cursistas nas discussões que ocorreram fez toda a diferença na condução das aulas. Essa é uma consequência da apropriação da abordagem CTS, que possibilita aos estudantes uma construção acerca dos impactos sociais da ciência e da tecnologia, mostrando a eles a importância da sua participação consciente e crítica na sociedade (ACEVEDO DÍAZ, 2009; SOUZA; CHRISPINO, 2021; LORENCINI JÚNIOR *et al.*, 2016.; ASSAI; ARRIGO, 2015). Dessa maneira, desenvolver os conceitos de QV a partir da abordagem CTS foi encarado como uma alternativa que trouxe interesse, participação ativa e, ainda, melhor informação em CTS, medida pela evolução nos testes do PIEARCTS.

Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Cambiando la practica docente em la enseñanza de las ciencias através de CTS. In **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Documento de trabajos n. 3, OEI, 2009. Disponível em <http://www.oei.es/DOCUMENTO3caeu.pdf>. Acesso em 05 out. 2020.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. The development of a new instrument: “Views on science-technology-society” (VOSTS). **Science Education**, v.76, n.5, p. 477-491, 1992.

ANASTAS, P.T.; WARNER, J.C. **Green Chemistry: theory and practice**. Oxford University Press: Oxford, 1998.

ANASTAS, P.T.; KIRCHHOFF, M.M. Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry. **Accounts of Chemical Research**, v.35, p.686-694, 2002.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G.; FLEMING, R. W. **Views on science-technology-society** (form CDN.mc.5). Saskatoon (Canada): Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan, 1989.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, n.1, p.68-83, 2003.

AULER, D. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. **Contexto e Educação**, v.22, n.77, p.167-188, 2007.

ASSAI, N. D. S.; ARRIGO, V. CTS no ensino de Química: as concepções de licenciandos. In: Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e CTSA e Educação de Ciências. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**. 2015.

BENNÁSSAR, A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; GARCÍA-CARMONA, A. (Org.). **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 OEI, 2010.

KUBIAK, F.; MACHADO, C. J.; SILVEIRA, R. M. C. F. Concepções CTS dos professores da educação básica. **EDUCA – Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, p. 327-349, 2020.

LORENCINI JÚNIOR, A.; BROIETTI, F. C. D.; ASSAI, N. D. S.; ARRIGO, V. O ensino CTS na formação inicial de professores de química: implicações de uma proposta didática. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 19, p. 132-146, 2016.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. **Opinions sobre ciència, tecnologia i societat**. Palma de Mallorca: Govern Balear, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports, 1998.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J. A. **Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat**. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

MANASSERO, M.A.; VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J.A. **Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología i societat (COCTS)**. Princeton, NJ: Educational Testing Service, 2003.

MARQUES, C.A.; MARCELINO, L.V.; DIAS, E.D.S; RUNTZEL, P.L.; SOUZA, L.C.A.B.; MACHADO, A. Green chemistry teaching for sustainability in papers published by the journal of chemical education. **Química Nova**, v.43, n.10, p.1510-1521, 2020.

MARQUES, C.A.; MACHADO, A.A.S.C. Una visión sobre propuestas de enseñanza de la química verde. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 17, n.1, p.19-43, 2018.

PINTO, A.C.; ZUCCO, C.; ANDRADE, J.B.; VIEIRA, P.C. Recursos humanos para novos cenários. **Química Nova**, v.32, n.3, p.567-570, 2009.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. Examination of preservice and inservice secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society Interactions. **Science Education**, v.77, n.4, p.407-431, 1993.

RUBBA, P. A.; SCHONEWEG, C. S.; HARKNESS, W.L. A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. **Science Education**, v.18, n.4, p.387-400, 1996.

SERRANO, M. C. D.; RUVALCABA, R. M. Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química. **Educación Química**, v. 24, 2013.

SOUZA, P. S.; CHRISPINO, A. Aplicação da técnica da controvérsia controlada para a construção do pensamento crítico sobre as relações CTSA de alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n.2, p. 164-184, 2021.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. **International Journal of Science Education**, v.21, n.3, p.231-247, 1999.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A.; ACEVEDO DIAZ, J.A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, n.27, p. 34-50, 2008.

ZANDONAI, D.P.; SAQUETO, K.C.; ABREU, S.C.S.R.; LOPES, A.P.; ZUIN, V.G. Química Verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência

