



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

**José Josiel Régis Júnior**

**Análise de crenças e atitudes de estudantes do curso de Licenciatura em  
Química sobre natureza da tecnologia como indicadores da alfabetização  
científica e tecnológica**

**Recife**

**2022**

**José Josiel Régis Júnior**

**Análise de crenças e atitudes de estudantes do curso de Licenciatura em Química sobre natureza da tecnologia como indicadores da alfabetização científica e tecnológica**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado (a) em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

**Recife**

**2022**

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)

---

- R337a Régis, Josiel  
Análise de crenças e atitudes de estudantes do curso de Licenciatura em Química sobre natureza da tecnologia como indicadores da alfabetização científica e tecnológica / Josiel Régis. - 2022.  
53 f. : il.
- Orientadora: Ruth do Nascimento .  
Inclui referências e anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2022.
1. Alfabetização científica e tecnológica . 2. Natureza da tecnologia. 3. Formação inicial de professores. 4. Crenças e atitudes discentes. I. , Ruth do Nascimento, orient. II. Título

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

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**José Josiel Régis Júnior**

**Análise de crenças e atitudes de estudantes do curso de Licenciatura em  
Química sobre natureza da tecnologia como indicadores da alfabetização  
científica e tecnológica**

Aprovado em: 27 de maio de 2022.

**Banca Examinadora**

---

Orientadora – Professora Doutora Ruth do Nascimento Firme  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Primeira Avaliadora – Professora Doutora Angela Fernandes Campos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Segunda Avaliadora – Professora Doutora Ednara Félix Nunes Calado  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que dedicaram, dedicam e virão a dedicar suas vidas à nobre missão de ensinar. Em especial às professoras Betânia e Iranilda por me ensinarem, logo cedo, que a educação é o melhor caminho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais por todo o apoio e incentivo à minha educação.

A todos os amigos que fiz durante a graduação. À Débora, se não fosse por ela eu teria trancado o curso no quarto período, sou grato por te ter em minha vida.

À Thais por ser meu maior porto seguro durante todos esses anos e não me deixar reprovar as cadeiras de cálculo.

À Rhaysa por ser a melhor amiga que eu poderia ter tido.

A Rony, sem ele ainda estaria preso em Física L1.

A Allan por ser um exemplo de pessoa e estar sempre disposto a me ajudar.

À Professora Doutora Ruth do Nascimento Firme por todas as orientações e ensinamentos. O que seria de mim na Universidade sem ela?

À minha banca de defesa, Professoras Doutora Ednara Calado e Doutora Angela Campos pela contribuição e tempo dedicado.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e a toda sua equipe por me proporcionar uma graduação excelente.

Ao CNPq por me proporcionar a oportunidade de iniciar uma vida como pesquisador.

Aos estudantes de Licenciatura em Química que se voluntariaram a ajudar no desenvolvimento da pesquisa.

"A tecnologia não é simples. A tecnologia é uma maneira de revelar. Se nós dermos atenção a isso, então outro reino inteiro para a essência da tecnologia se abrirá até nós. É o reino da revelação, ou seja, da verdade." (Martin Heidegger).

## RESUMO

A tecnologia faz parte de diversos contextos do mundo atual, fato este que corrobora com a necessidade da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) por parte dos cidadãos. A ACT contempla, além dos conceitos e procedimentos científicos, a compreensão da Natureza da Ciência e Tecnologia. Nesta pesquisa, direcionamos nosso estudo para a Natureza da Tecnologia (NdT) como uma componente da ACT, e mais especificamente, para a formação inicial de professores de Química, considerando que pesquisas sobre a NdT e os professores de Química em formação ainda são incipientes no Brasil. Portanto, nesta pesquisa temos como objetivo analisar crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a Natureza da Tecnologia (NdT), considerando-as como indicadores da ACT deles. Contamos com a participação de quinze estudantes que cursavam o último período do curso. Para a análise dos dados adotamos abordagens qualitativa e quantitativa e as seguintes etapas metodológicas: 1) seleção das questões do COCTS que envolvem aspectos da NdT; 2) aplicação das questões selecionadas com estudantes de um curso de licenciatura em Química do último período; e 3) análise qualitativa e quantitativa das respostas dos estudantes participantes às questões do COCTS. A partir das análises realizadas, como resultados principais destacamos que os estudantes expressaram crenças e atitudes plausíveis para sete das oito questões do COCTS relativas à NdT, como, por exemplo, sobre a tecnologia e sobre a interdependência entre ciência e tecnologia, e crenças e atitudes adequadas sobre as relações CTS. Adicionalmente, vale ressaltar que era esperado que os estudantes expressassem acordos parciais frente às frases plausíveis das questões e não que concordassem ou discordassem em alto grau com elas como foi observado. Portanto, os resultados obtidos nesta pesquisa apontam evidências da necessidade de se discutir sobre a NdT no âmbito da formação inicial de professores de Química, na perspectiva da ACT deles.

**Palavras-chave:** Alfabetização científica e tecnológica, natureza da tecnologia, formação inicial de professores, crenças e atitudes discentes.

## ABSTRACT

Technology is part of several contexts in today's world, a fact that corroborates the need for Scientific and Technological Literacy (STL) on the part of citizens. The STL includes, in addition to scientific concepts and procedures, the understanding of the Nature of Science and Technology. In this research, we direct our study to the Nature of Technology (NoT) as a component of the STL, and more specifically, to the initial training of Chemistry teachers, considering that research of NoT and Chemistry teachers in training are still incipient in Brazil. Therefore, in this research we aim to analyze the beliefs and attitudes of students in graduation in Chemistry about the Nature of Technology (NoT), considering them as indicators of their STL. We count on the participation of students who attended the last period of the course. For data analysis, we adopted qualitative and quantitative approaches and the following methodological steps: 1) selection of COCTS questions that involve aspects of NoT; 2) Application of the selected questions with students of a degree course in Chemistry of the last period; and 3) qualitative and quantitative analysis of student responses to COCTS questions. From the analysis of the research carried out, as main results we highlight those students expressed plausible beliefs and attitudes for seven of the eight COCTS questions related to NoT, such as technology and the interdependence between science and technology, and appropriate beliefs and attitudes about STS relationships. Additionally, it is worth mentioning that students were expected to express partial agreement with the plausible phrases of the questions and not to strongly agree or disagree with them, as observed. Therefore, the results obtained in this research point to evidence of the need to discuss NoT within the scope of the initial training of Chemistry teachers, from the perspective of their STL.

**Keywords:** Scientific and technological literacy, nature of technology, initial teacher training, student beliefs and attitudes.

## LISTAS DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10211.	32
<b>Gráfico 2</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10411.	34
<b>Gráfico 3</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10412.	35
<b>Gráfico 4</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10421.	37
<b>Gráfico 5</b> - IA dos estudantes por frase da questão 30111.	39
<b>Gráfico 6</b> - IA dos estudantes por frase da questão 40221.	41
<b>Gráfico 7</b> - IA dos estudantes por frase da questão 40531.	43
<b>Gráfico 8</b> - IA dos estudantes por frase da questão 90131.	45

## LISTAS DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Questões selecionada e seus temas e subtemas.	24
<b>Quadro 2</b> - Questão 10211 suas frases e categorizações.	25
<b>Quadro 3</b> - Questão 10411 suas frases e categorizações.	25
<b>Quadro 4</b> - Questão 10412 suas frases e categorizações.	25
<b>Quadro 5</b> - Questão 10421 suas frases e categorizações.	26
<b>Quadro 6</b> - Questão 30111 suas frases e categorizações.	27
<b>Quadro 7</b> - Questão 40221 suas frases e categorizações.	27
<b>Quadro 8</b> - Questão 40531 suas frases e categorizações.	28
<b>Quadro 9</b> - Questão 80131 suas frases e categorizações.	28
<b>Quadro 10</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 10211.	31
<b>Quadro 11</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10211.	31
<b>Quadro 12</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 10411.	32
<b>Quadro 13</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10411.	33
<b>Quadro 14</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 10412.	34
<b>Quadro 15</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10413.	35
<b>Quadro 16</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 10421.	36
<b>Quadro 17</b> - IA dos estudantes por frase da questão 10421.	36
<b>Quadro 18</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 30111.	38
<b>Quadro 19</b> - IA dos estudantes por frase da questão 30111.	38
<b>Quadro 20</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 40221.	40
<b>Quadro 21</b> - IA dos estudantes por frase da questão 40221.	40
<b>Quadro 22</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 40531.	41
<b>Quadro 23</b> - IA dos estudantes por frase da questão 40531.	42
<b>Quadro 24</b> - Média dos IA dos estudantes para a questão 80131.	44
<b>Quadro 25</b> - IA dos estudantes por frase da questão 80131.	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COCTS	Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
E/UP	Estudantes do Último Período
IA	Índice Atitudinal
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação e da Cultura
NdT	Natureza da Tecnologia
NEPCTS	Núcleo de Estudos e Pesquisas em CTS
PIBIC	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica
PIERCTS	Projeto Iberoamericano de Avaliação das Atitudes Relacionadas com a Ciência, Tecnologia e a Sociedade
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	18
2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	18
2.2 NATUREZA DA TECNOLOGIA	19
2.3 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	20
<b>3. METODOLOGIA</b>	22
3.1 SUJEITO PARTICIPANTE E CONTEXTO DE PESQUISA	22
3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA	22
3.3 ETAPAS METODOLÓGICAS	29
3.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	31
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	48
<b>REFERÊNCIAS</b>	49
<b>APÊNDICE A</b>	52

## 1 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. Este contexto fez emergir n

ovas necessidades culturais para os cidadãos do século XXI, dentre as quais, destacamos a Alfabetização Científica e Tecnológica (ALONSO, 2010).

Na perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica como uma das necessidades culturais dos cidadãos do século XXI podemos citar a compreensão da aplicação científica e tecnológica associada à atividade de mineração e a contribuição econômica desta atividade para o Brasil, bem como, o desenvolvimento de posicionamento crítico diante de acidentes decorrentes dessas atividades, como aqueles que ocorreram nas cidades de Brumadinho e Mariana, com consequências sociais, econômicos e ambientais. Portanto, um cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente é aquele que se posiciona, age, e exerce sua cidadania diante de questões com implicações sociais relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico.

A Alfabetização Científica e Tecnológica (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” (ALONSO, 2010, p. 51). Para Alonso (2010), um cidadão científica e tecnologicamente alfabetizado, no plano pessoal, 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.

Nesta pesquisa adotamos uma compreensão de ACT como a condição de “saber ler a realidade, uma realidade concreta marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico” (MARCO-STIEFEL, 2001, p. 34). Desta forma, 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” (ALONSO, 2010, p. 61). Portanto, a ACT extrapola a aprendizagem do conhecimento de conceitos e métodos de investigação científicos, e exige a compreensão do “como funciona e o que representa a ciência no mundo atual” (ALONSO, 2010, p. 54).

Dessa forma, o conhecimento da “natureza da ciência e tecnologia é um dos componentes essenciais da ACT, cujo objetivo é a compreensão das implicações e aplicações

da ciência e tecnologia nos contextos de experiência e participação pessoal e social dos cidadãos” (ROIG et al, 2010, p. 7) (tradução nossa). Roig et al. (2010, p. 8) mencionam que é consenso entre cientistas, educadores e organizações internacionais da educação científica a defesa de que os estudantes deveriam desenvolver concepções adequadas sobre a natureza da ciência e da tecnologia, ao considerar que “a natureza da ciência e da tecnologia compreende as diversas e complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade [...]”.

Considerando a ACT como uma necessidade cultural dos cidadãos da sociedade contemporânea, e a compreensão da natureza da ciência e da tecnologia como um dos requisitos deste processo, destacamos a compreensão da Natureza da Tecnologia (NdT) como foco desta investigação.

Justificamos esta opção considerando quatro aspectos. O primeiro aspecto refere-se ao fato de que a disseminação da palavra tecnologia na sociedade contemporânea, não tem garantido, por exemplo, uma melhor compreensão do seu sentido e a construção de “uma competência para emitir opiniões racionais fundamentadas sobre aspectos tecnológicos que nos afetam a todos” (SANTOS, 1999, p. 87). Firme e Miranda (2020), por exemplo, ao analisarem impactos de um processo formativo na ACT de licenciandos em Química, identificaram como um dos impactos, o aumento de percentuais de concepções ingênuas dos estudantes referentes às relações ciência-tecnologia e tecnologia-sociedade.

O segundo aspecto considera que “aquilo que denominamos tecnologia se apresenta, pois, como uma realidade polifacetada: não apenas em forma de objetos e conjuntos de objetos, mas também como sistemas, como processos, como modos de proceder, como certa mentalidade” (CUPANI, 2016 citado por FIRME, 2020, p. 69). E essas diferentes manifestações precisam ser abordadas nos contextos educativos para uma compreensão de tecnologia em suas diferentes dimensões.

O terceiro aspecto refere-se ao fato de vivermos em uma sociedade tecnológica, onde a tecnologia está presente em diversos aspectos da vida dos cidadãos, entretanto, mesmo diante da importância da tecnologia, muitas vezes esta é compreendida como aplicação da ciência (ACEVEDO DÍAZ, 1996). Sobre esse aspecto, Medina (1989 apud ACEVEDO DÍAZ, 1996), destaca que a marginalização da tecnologia diante da ciência decorre do dogma cultural que prioriza o conhecimento teórico em detrimento do conhecimento relacionados às técnicas.

Para Fleming (1987 apud ACEVEDO DÍAZ, 1996) concepções equivocadas acerca da tecnologia e sua relação com a ciência interferem na ACT, visto que em termos gerais, estudantes se confundem ao distinguir as finalidades e definições de ciência e tecnologia,

estabelecendo uma relação de interdependência equivocada entre ambas, onde elas são vistas como uma entidade única, a tecnociência.

O quarto aspecto considera alguns resultados de pesquisa sobre concepções acerca da tecnologia. Ricardo *et al* (2007) analisaram as percepções de professores da área das ciências da natureza, matemática e suas tecnologias sobre tecnologia e destacaram como resultados que as compreensões dos professores não são claras e sinalizam uma confusão entre ciência aplicada e tecnologia.

Veraszto *et al* (2013) desenvolveram uma pesquisa com alunos de graduação de diferentes regiões do Estado de São Paulo e um dos objetivos foi o de entender as concepções e atitudes deles frente ao desenvolvimento tecnológico. Os autores concluem que, de modo geral, os graduandos entendem a tecnologia como “intelectualista e sinônimo de ciência, bem como sendo instrumentalista e neutra” (VERASZTO *et al*, 2013, p. 772).

O trabalho de Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016), por sua vez, teve o objetivo de analisar as concepções de tecnologia apresentadas por alunos do Ensino Médio durante uma intervenção didático-pedagógica com Enfoque CTS em uma escola da rede pública de ensino da região metropolitana de Curitiba-PR. Segundo os autores, os “estudantes apresentam diferentes visões sobre o que vem a ser a tecnologia e o modo como ela influencia e é influenciada pelo contexto sociocultural em que se insere” (OLIVEIRA; GUIMARÃES; LORENZETTI, 2016, p. 121).

Em conjunto, estes quatro aspectos corroboram com a necessidade de pesquisas sobre a NdT. Adicionalmente, Firme (2020, p. 70) destaca que “trabalhos cujo objeto de estudo seja a natureza da tecnologia [...] ainda são incipientes no Brasil”. Portanto, consideramos a pertinência de direcionamos nosso olhar para a pesquisa sobre a NdT no âmbito da formação inicial de professores de Química, partindo do pressuposto de que esta formação precisa contribuir para a ACT dos futuros professores.

Ricardo (2020) reforça a importância de se discutir sobre tecnologia na formação inicial de professores, visto que, como propõem as Diretrizes de Formação Inicial, proposta no Brasil pela LDB 9.394, todo processo formativo deve estar em sintonia com o mundo moderno.

Nesta perspectiva, parece relevante investigarmos crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a Natureza da Tecnologia (NdT), como indicadores da ACT deles. Adicionalmente, tais crenças e atitudes poderão ou não favorecer a construção de uma prática docente futura que promova a ACT como um dos objetivos do ensino de Química na atualidade.

Um dos instrumentos para o diagnóstico das crenças e atitudes sobre a natureza da ciência e da tecnologia dos cidadãos é o *Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad* (COCTS). Este questionário é composto por um conjunto de questões sobre o como funcionam a ciência e a tecnologia no mundo atual, sobre aspectos da natureza da ciência e tecnologia e sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Temas CTS), sendo estas questões consideradas como componente central da ACT e constitutivas de uma linha de investigação inovadora na Didática das Ciências (MANASSERO MAS, 2010).

Diversas pesquisas sobre crenças e atitudes estão sendo desenvolvidas com o uso do COCTS. Figueiredo e Paixão (2010) investigaram crenças e atitudes de estudantes portugueses. Segundo as autoras, os resultados obtidos revelam atitudes moderadamente adequadas e informadas sobre a natureza da ciência e da tecnologia. Maciel e Bispo Filho (2010) analisaram crenças de um grupo de estudantes e professores brasileiros. Como um dos resultados, os autores evidenciam a necessidade de se investir cada vez mais nos processos de formação, visando minimizar a distância entre professores e alunos no que diz respeito aos interesses, crenças, valores e atitudes sobre temas CTS. Bispo Filho et al (2013) analisaram concepções de professores em exercício das áreas de Ciências Naturais, Ciências Humanas e Ciências Exatas e da Terra. Segundo os autores, os resultados sinalizaram fragilidades nas crenças e atitudes atribuídas pelos professores aos temas CTS.

Portanto, considerando a compreensão da Natureza da Tecnologia (NdT) como uma dimensão da ACT, e a necessidade de investigações sobre a Natureza da Tecnologia (NdT), principalmente, no âmbito da formação inicial de professores de Química, esta investigação foi conduzida pela seguinte questão de pesquisa: quais são as crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a Natureza da Tecnologia (NdT), considerando-as como indicadores da ACT deles?

A partir da questão em tela, delimitamos como objetivo geral dessa pesquisa: analisar crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a Natureza da Tecnologia (NdT), considerando-as como indicadores da ACT deles.

Esperamos que os resultados dessa investigação possam contribuir para as discussões e ações no âmbito da formação inicial de professores de Química sobre a NdT, na perspectiva da ACT deles.

Além dessa introdução, estruturamos essa monografia da seguinte forma: no tópico referente à fundamentação teórica, discutimos sobre alfabetização científica e tecnológica, natureza da tecnologia e formação inicial de professores de química; no tópico relativo à

metodologia, apresentamos o desenho metodológico da pesquisa; em seguida, os resultados da pesquisa são analisados e discutidos, e finalmente, apresentamos algumas considerações finais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo discutimos sobre a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), sobre a Natureza da Tecnologia (NdT) e sobre a formação inicial de professores de Química.

### 2.1. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Segundo Acevedo *et al* (2003), uma das maiores demandas da educação científica no século XXI é a implementação de um processo de ensino e aprendizagem cujo objetivo é a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Isso porque, em um mundo cada vez mais impregnado de ciência e de tecnologia, a ACT torna-se essencial para uma participação democrática e responsável de todos os cidadãos na sociedade (FOUREZ, 1997 *apud* ACEVEDO *et al*, 2003).

A ACT não deve contemplar apenas conhecimentos e habilidades específicos, mas:

[...] prover para a grande maioria da população conhecimentos científicos e tecnológicos com uma perspectiva global, vinculados a problemas de desenvolvimento social, de métodos de trabalho úteis para a vida futura, dos valores morais e, muito particularmente, a capacitação para uma aprendizagem permanente e independente para ajudar a resolver problemas e necessidades de saúde, meio ambiente entre outros (ANDRÉS, 2006, p. 1) (tradução livre do autor).

É nesse sentido que Acevedo *et al* (2003, p. 81) destacam:

Coincidindo com as reformas educativas projetadas, desenvolvidas e implantadas em muitos países na década de noventa, foi revitalizado o debate internacional e se reivindica com frequência a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica como parte essencial da educação básica e geral de todas as pessoas (ACEVEDO *et al*, 2003, p. 81) (tradução livre do autor).

Portanto, destacamos a necessidade da formação dos cidadãos à luz da ACT, para que esses consigam se posicionar e agir ativamente, através da tomada consciente de decisão, na sociedade em que vivem, exercendo seu papel de cidadão e portando-se como agentes transformadores de sua realidade e vivências (KORTLAND, 1996 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2001).

Entretanto, vale destacar que a ACT contempla tanto os conceitos e processos próprios da Ciência e Tecnologia, como o conhecimento sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia, extrapolando a aprendizagem do conhecimento de conceitos e métodos de investigação científicos, e exigindo a compreensão do “como funciona e o que representa a ciência no mundo atual” (ALONSO, 2010, p. 54).

Nesse sentido, podemos dizer que “a natureza da ciência e tecnologia é um dos

componentes essenciais da ACT, cujo objetivo é a compreensão das implicações e aplicações da ciência e tecnologia nos contextos de experiência e participação pessoal e social dos cidadãos” (ROIG *et al*, 2010, p. 7) (tradução nossa).

Portanto, considerando que a compreensão da natureza da ciência e da tecnologia é um dos requisitos da ACT, destacamos a compreensão da Natureza da Tecnologia (NdT) como foco desta investigação.

## 2.2 NATUREZA DA TECNOLOGIA (NdT)

Segundo Bazzo (2017), a tecnologia tem conformado as vidas das pessoas. Na tentativa de definir o que é tecnologia, é necessário considerar que esta possui um caráter complexo devido aos diferentes aspectos envolvidos (FIRME, 2020):

- tecnologia tem relação com a ciência, com a técnica e com a sociedade;
- tecnologia integra elementos materiais – ferramentas, máquinas, equipamentos – e não materiais – saber fazer, conhecimentos, informações, organização, comunicação e relações interpessoais;
- tecnologia tem relações com fatores econômicos, políticos e culturais;
- evolução da tecnologia é inseparável das estruturas sociais e econômicas de uma determinada sociedade (BAZZO, 2017, p. 136).

Nesse sentido, considerando os diferentes aspectos apontados por Bazzo (2017), compreender a NdT não é uma tarefa trivial, visto que esta possui um caráter complexo dadas as diferentes concepções acerca da tecnologia (FIRME, 2020).

Firme (2020) citando Cupani (2016) e Mitcham (1994), sintetiza, sob a perspectiva filosófica, quatro formas de manifestação da tecnologia: 1) tecnologia como artefato, quando esta relaciona-se ao “saber-fazer” e a fabricação produtos para realizar tarefas específicas; 2) tecnologia como modo de conhecimento, relativos ao saberes técnicos que visam resolver problemas humanos a partir da elaboração de objetos e artefatos, observando-se maneiras específicas de conhecer o mundo material, independentes do conhecimento científico; 3) tecnologia como atividade humana, destacando-se a influência da sociedade sobre a tecnologia e como o contexto e interesse social interferem na produção das inovações tecnológicas; e 4) tecnologia como volição, referindo-se às diferentes formas que o indivíduo pode relacionar-se com ela, dado os seus aspectos positivos e negativos.

Para Chrispino (2017), quando busca-se definir o que é tecnologia, historicamente são apresentados dois equívocos: a tecnologia como sinônimo de técnica e como ciência aplicada. De fato, diversos trabalhos discutem concepções equivocadas da relação entre ciência e tecnologia. Uma dessas concepções é aquela que compreende a tecnologia como aplicação da

ciência, uma visão que atribui à tecnologia um status inferior à ciência e invalida o seu papel na sociedade (MAIZTEGUI, 2002).

Segundo Acevedo (1996), a visão filosófica helenística que enaltece a ciência pura e os conhecimentos teóricos frente aos saberes ligados às capacidades operativas próprias das técnicas, é um dos principais fatores que contribuem para essa visão reducionista da tecnologia frente à ciência. Ademais, como aponta o autor, é comum encontrarmos, também, a compreensão equivocada de tecnologia e ciência como uma entidade única, a tecnociência.

Portanto, é considerando que concepções equivocadas sobre a NdT podem comprometer a ACT dos indivíduos que direcionamos as discussões nesta pesquisa para o âmbito da formação inicial de professores de Química, dado que professores científica e tecnologicamente alfabetizados têm maiores condições de desenvolver suas práticas docentes na perspectiva da ACT de seus alunos.

### 2.3. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Ao ingressarem no curso de formação, os futuros professores têm vivências sobre o contexto escolar construídas quando eles eram estudantes ao longo da educação básica, e é nesse contexto em que irão atuar. O que Flores (2010) aponta como “aprendizagem pela observação”, é o processo pelo qual o futuro professor, ao longo de toda sua vida escolar, aprendeu sobre a profissão através da observação de seus próprios professores. No entanto, a formação inicial de professores não se resume, nem de longe, a isso.

Desde o ano 1980, os Estados Unidos e o Canadá reformularam a maneira em que se vê a formação inicial de professores a fim de adquirir um status profissional para profissionais de educação. Vários pesquisadores da época mobilizaram uma base de conhecimento, objetivos e princípios comuns para a iniciação à docência, sendo eles:

Conceber o ensino como atividade profissional que se apoia num sólido repertório de conhecimento; considerar os professores como práticos reflexivos; ver a prática profissional como um lugar de formação e de produção de saberes pelos práticos; instaurar normas de acesso à profissão e estabelecer ligação entre as instituições universitárias de formação e as escolas de Educação Básica (ALMEIDA; BIAJONE, 2007, p. 283).

Em outras palavras, conforme Flores (2010), os futuros professores devem ser instruídos a serem práticos e reflexivos no sentido de desenvolverem compreensões profundas acerca do ensino e aprendizagem para que possam, através da sua própria prática, perceber e investigar possíveis falhas no processo de aquisição de conhecimento. Além disso, a autora discorre sobre a importante missão de unir teoria, tudo aquilo que é visto na universidade,

com a prática levando toda bagagem de conhecimento adquirido na formação para sua prática docente, isso deve ser feito visando unir universidade e escola.

Especificamente, sobre a formação inicial de professores de Química, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica dizem que:

o licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média (MEC, 2001, p. 4).

Este documento apresenta diversas habilidades específicas que o professor de química deve adquirir na sua formação inicial, entre elas destacamos: a capacidade de ler, compreender e interpretar textos científicos-tecnológicos; e compreender e avaliar criticamente aspectos sociais e tecnológicos relacionados às aplicações da química na sociedade.

Portanto, se considerarmos que o objetivo da ACT é a compreensão das implicações e aplicações da ciência e tecnologia nos contextos de experiência e participação pessoal e social dos cidadãos” (ROIG *et al*, 2010, p. 7) (tradução nossa), podemos dizer que a ACT é uma condição para que professores de Química em formação inicial possam, por exemplo, compreender e avaliar criticamente aspectos sociais e tecnológicos relacionados às aplicações do conhecimento químico na sociedade, como previsto em uma das habilidades das Diretrizes.

A vista disso, ressaltamos a necessidade de que a formação inicial contribua para a ACT dos futuros professores de Química, visto que este é um processo construído ao longo da vida deles. Fazemos esse destaque considerando que “professores carecem de formação adequada sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia e têm concepções equivocadas a este respeito” (FIRME; MIRANDA, 2020, p. 116).

### 3 METODOLOGIA

Esta monografia é um recorte de um projeto de pesquisa desenvolvido no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) no período de 2020-2021, com financiamento do CNPQ, e no âmbito do Núcleo de Estudos e Pesquisas em CTS (NEPCTS).

Para esta monografia seguimos abordagens qualitativa e quantitativa dos dados, considerando que elas são complementares e enriquecem as análises e discussões (MINAYO, 1997). A abordagem qualitativa é caracterizada como “uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e características do resultado das informações obtidas [...]” (OLIVEIRA, 2003, p. 57). Nessa perspectiva, nos aproximamos da 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).

A abordagem quantitativa tomou por base análises estatísticas para a determinação de índices atitudinais (IA) normalizados que expressaram crenças e atitudes dos estudantes de um curso de Licenciatura em Química, participantes da pesquisa, sobre a Natureza da Tecnologia (NdT).

#### 3.1 SUJEITOS PARTICIPANTES E CONTEXTO DA PESQUISA

Os sujeitos participantes voluntários desta pesquisa foram quinze (15) estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma universidade federal pública brasileira que estavam cursando o último período do curso. Optamos por este último período considerando que os estudantes, no final do curso, poderiam ter concepções acerca da NdT mais coerentes com as concepções postas na literatura como desejáveis.

#### 3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA

Esta investigação utilizou o questionário como instrumento de pesquisa. Mais especificamente, foi adotado o *Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad* (COCTS). O COCTS é um instrumento de avaliação que contempla todos os temas CTS, é “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 dimensões qualitativa e quantitativa da pesquisa. O COCTS é um

instrumento comum a todos os países associados ao Projeto Iberoamericano de Avaliação das Atitudes Relacionadas com a Ciência, Tecnologia e a Sociedade (PIERCTS), inclusive o Brasil (MANASSERO-MAS, 2010). Este questionário é considerado como um dos melhores instrumentos elaborados com emprego de papel e lápis para avaliar crenças e atitudes sobre temas CTS (MANASSERO MAS, 2010). Em sua forma original, o COCTS é composto por 100 questões de opções múltiplas, independentes entre si, que podem ser aplicadas de modo flexível e aberto (MANASSERO-MAS, 2010). Todas as questões têm um 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.

Nesta pesquisa, utilizamos a versão brasileira adaptada do COCTS composta de 30 questões divididas em dois questionários: forma A e forma B, com 15 questões cada. Esta divisão partiu da ideia de que os dois questionários (forma A e forma B) devem ser aplicados em momentos diferentes para não cansar o participante ) (MANASSERO MAS, 2010). 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 para as quais ele não consegue atribuir um valor da escala, podem ser respondidas como Não-Entendo (E) ou Não-Sei (S) (MANASSERO MAS, 2010).

Todas as opções possíveis das frases do questionário COCTS foram analisadas por especialistas das áreas de sociologia, filosofia e histórica da ciência, e classificadas e categorizadas em adequadas, plausíveis e ingênuas (MANASSERO-MAS, 2010). A frase é considerada adequada se expressar uma crença apropriada da perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência. Caso não seja completamente adequada, a frase é plausível quando expressa alguns aspectos apropriados da perspectiva citada anteriormente. Por último, uma frase é ingênua quando expressa uma crença que não é nem adequada nem plausível. Considerando a classificação das frases em adequada, plausível e ingênua, é realizado o cálculo dos índices de atitudes (IA) normalizados entre -1 e +1, conforme 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-Mas (2010).

Vale destacar que das trinta (30) questões da versão adaptada do COCTS, trabalhamos nesta pesquisa com oito (8) delas, as quais foram selecionadas considerando que representavam aspectos relativos às concepções de tecnologia, sua natureza e interações com a ciência e a sociedade. Neste sentido, as questões do COCTS disponibilizadas aos estudantes estão listadas no quadro 1, em termos de temas e subtemas.

**Quadro 1-** Questões do COCTS selecionadas e seus temas e subtemas.

Questões	Tema	Subtema
10211	Tecnologia	Tecnologia
10411	Ciência e Tecnologia	Interdependência
10412	Ciência e Tecnologia	Interdependência
10421	Ciência e Tecnologia	Interdependência
30111	Influência triádica	Interações CTS
40221	Influência da ciência e da tecnologia na sociedade	Decisão moral
40531	Influência da ciência e da tecnologia na sociedade	Bem-estar econômico
80131	Construção social da tecnologia	Decisões tecnológicas

Fonte: Adaptado de Roig *et al* (2010).

As questões selecionadas e aplicadas, bem como a categorização de cada uma de suas frases em adequadas (A), plausíveis (P) e ingênuas (I), definidas por especialistas, estão ilustradas nos quadros 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Estes especialistas são representados por dezesseis juízes que cumprem a condição de compartilhar, em maior ou menor grau, certa especialidade em temas CTS, 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) (ALONSO *et al*). “A maioria (doze) tem uma atividade de pesquisa reconhecida no âmbito da didática das ciências ou na educação em Ciência Tecnologia-Sociedade [...]” (ALONSO *et al*, 2008, p. 35).

**Quadro 2** - Questão 10211 suas frases e categorizações.

<b>Frases</b>	<b>Questão 10211:</b> Definir o que é a tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia, PRINCIPALMENTE, é:	<b>Categorias</b>
<b>A</b>	Muito parecida com a ciência.	<b>P</b>
<b>B</b>	A aplicação da ciência	<b>I</b>
<b>C</b>	Novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para uso diário.	<b>P</b>
<b>D</b>	Robôs, eletrônicos, computadores, sistemas de comunicação, automatismos, máquinas.	<b>P</b>
<b>E</b>	Uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos.	<b>P</b>
<b>F</b>	Inventar, desenhar e ensaiar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores e veículos espaciais).	<b>P</b>
<b>G</b>	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.	<b>A</b>
<b>H</b>	Saber como fazer coisas (por exemplo, instrumentos, maquinaria, aparelhos).	<b>P</b>

**Quadro 3** - Questão 10411, suas frases e categorizações.

<b>Frases</b>	<b>Questão 10411:</b> A ciência e a tecnologia estão estreitamente relacionadas entre si:	<b>Categorias</b>
<b>A</b>	Porque a ciência é a base dos avances tecnológicos, mas é difícil ver como é que a tecnologia poderia ajudar a ciência.	<b>I</b>
<b>B</b>	Porque a investigação científica conduz a aplicações práticas tecnológicas, e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade para fazer investigação científica.	<b>A</b>
<b>C</b>	Porque apesar de serem diferentes, atualmente estão tão estreitamente unidas que é difícil separá-las.	<b>A</b>
<b>D</b>	Porque a tecnologia é a base de todos os avances científicos, ainda que seja difícil ver como é que a ciência pode ajudar a tecnologia.	<b>I</b>
<b>E</b>	Ciência e tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.	<b>P</b>

**Quadro 4** - Questão 10412, suas frases e categorizações:

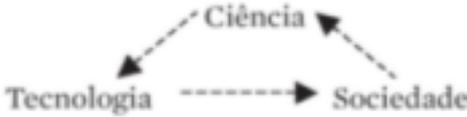
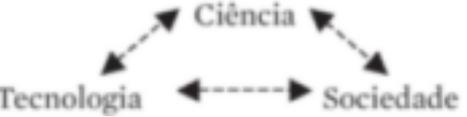
<b>Frases</b>	<b>Questão 10412:</b> A ciência influencia a tecnologia?	<b>Categorias</b>
---------------	--	-------------------

<b>A</b>	A ciência não tem muita influência na tecnologia.	<b>I</b>
<b>B</b>	Tecnologia é ciência aplicada.	<b>I</b>
<b>C</b>	O avanço na ciência conduz a novas tecnologias.	<b>P</b>
<b>D</b>	A ciência torna-se mais valiosa quando se usa na tecnologia	<b>P</b>
<b>E</b>	A ciência é o conhecimento base para a tecnologia.	<b>P</b>
<b>F</b>	Os conhecimentos da investigação científica aplicada usam-se mais na tecnologia que os conhecimentos da investigação científica pura.	<b>P</b>
<b>G</b>	A tecnologia é a aplicação da ciência para melhorar a vida.	<b>I</b>

**Quadro 5** - Questão 10421, suas frases e categorizações.

<b>Frases</b>	<b>Questão 10421: Para melhorar a qualidade de vida do país, seria melhor gastar dinheiro em investigação tecnológica EM VEZ DE em investigação científica.</b>	<b>Categorias</b>
<b>A</b>	Investir em investigação tecnológica porque pode melhorar a produção, o crescimento económico e o emprego. Tudo isto é muito mais importante que qualquer coisa que ofereça a investigação científica.	<b>I</b>
	Investir em ambas:	
<b>B</b>	Porque não há realmente diferenças entre ciência e tecnologia.	<b>P</b>
<b>C</b>	Porque o conhecimento científico é necessário para fazer avanços tecnológicos.	<b>P</b>
<b>D</b>	Porque ambas interatuam e se complementam entre si, por igual. A ciência dá à tecnologia tanto como a ciência dá à tecnologia.	<b>A</b>
<b>E</b>	Porque cada uma à sua maneira oferece vantagens à sociedade. Por exemplo, a ciência proporciona avanços médicos e no meio ambiente, enquanto a tecnologia dá maior eficiência e comodidade.	<b>P</b>
<b>F</b>	Investir em investigação científica, isto é, investigação médica ou sobre o meio ambiente, porque estas são mais importantes que fazer melhores aplicações, computadores ou outros produtos da investigação tecnológica.	<b>I</b>
<b>G</b>	Investir em investigação científica porque melhora a qualidade de vida (por exemplo, curas médicas, respostas a problemas de contaminação e aumento do conhecimento). A investigação tecnológica, por outro lado, piorou a qualidade de vida (por exemplo bombas atômicas, contaminação e automatização).	<b>I</b>
<b>H</b>	Não investir em nenhuma. A qualidade de vida não melhorará com os avanços na ciência e na tecnologia, mas apenas com investimentos noutros sectores da sociedade (por exemplo, bem-estar social, educação, criação de emprego, artes, cultura e ajudas de outros países).	<b>I</b>

**Quadro 6** - Questão 30111, suas frases e categorizações.

Frases	<b>Questão 30111:</b> 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		I
D		I
E		A
F		A
G		I

**Quadro 7 - Questão 40221, suas frases e categorizações.**

Frases	<b>Questão 40221:</b> A ciência e a tecnologia podem ajudar as pessoas a tomar algumas decisões morais (isto é, decidir como deve atuar uma pessoa ou um grupo em relação a outras pessoas).	Categorias
	A ciência e a tecnologia podem ajudar a tomar algumas decisões morais:	
A	Fazendo com que a nossa informação sobre as pessoas e o mundo que nos rodeia seja melhor. Esta informação básica pode ajudar a confrontar-nos com os aspectos morais na vida.	P
B	Dando informação básica; mas as decisões morais devem ser tomadas pelas pessoas.	A
C	Porque a ciência inclui áreas como a psicologia, que estuda a mente e os sentimentos humanos.	I
	A ciência e a tecnologia NÃO podem ajudar a tomar decisões morais:	

<b>D</b>	Porque ciência e tecnologia não têm nada que ver com decisões morais; só descobrem, explicam e inventam coisas. O que as pessoas fazem com os seus resultados não é assunto dos cientistas.	<b>I</b>
<b>E</b>	Porque as decisões morais tomam-se somente com base em valores e crenças de cada pessoa.	<b>P</b>
<b>F</b>	Porque se as decisões morais se baseiam em informação científica, com frequência as decisões conduzem ao racismo, supondo que um grupo de pessoas é melhor que outro grupo.	<b>I</b>

**Quadro 8** - Questão 40531, suas frases e categorizações.

<b>Frases</b>	<b>Questão 40531: Mais tecnologia pode melhorar o nível de vida do nosso país?</b>	<b>Categorias</b>
<b>A</b>	Sim, porque a tecnologia sempre melhorou o nível de vida e não há razão para que o não faça agora.	<b>I</b>
<b>B</b>	Sim, porque quanto mais sabemos, melhor podemos resolver os nossos problemas e cuidar de nós mesmos.	<b>P</b>
<b>C</b>	Sim, porque a tecnologia cria trabalho e prosperidade. A tecnologia ajuda a tornar a vida mais agradável, mais eficiente e mais divertida.	<b>I</b>
<b>D</b>	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.	<b>A</b>
<b>E</b>	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.	<b>A</b>
<b>F</b>	Não, porque somos irresponsáveis com a tecnologia que agora temos; como exemplos podemos citar a desmesurada produção de armas e o uso abusivo dos recursos naturais.	<b>P</b>

**Quadro 9:** Questão 80131, suas frases e categorizações.

<b>Frases</b>	<b>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.</b>	<b>Categorias</b>
<b>A</b>	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>I</b>
<b>B</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.	<b>A</b>
<b>C</b>	Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros.	<b>P</b>
<b>D</b>	Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.	<b>A</b>

E	Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutros casos, dependerá de outras coisas.	A
---	---	---

### 3.3 ETAPAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

As etapas metodológicas desta investigação foram: 1) seleção das questões do COCTS relativas à NdT 2) aplicação do COCTS com estudantes de um curso de licenciatura em Química que estavam cursando o último período do curso; e 3) análise qualitativa e quantitativa das respostas dos estudantes ao COCTS.

Quanto à aplicação das questões do COCTS, destacamos que, devido a pandemia da COVID-19 e, por conseguinte, o isolamento social, o questionário foi aplicado de maneira remota e os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa através das mídias sociais, sendo elas *whatsApp*, *instagram* e *e-mail*.

Após o convite e o aceite dos estudantes para participarem da pesquisa, disponibilizamos para eles o questionário na forma de documento do word, junto ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Após um período de espera das devoluções das questões respondidas e do baixo quantitativo de participantes que retornaram as questões respondidas, decidimos disponibilizar o questionário adaptando-o como documento do Google Forms.

Portanto, considerando as questões éticas da pesquisa, os questionários que constituíram os dados empíricos desta pesquisa foram aqueles devolvidos junto ao TCLE assinado pelo participante voluntário.

### 3.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

Para a análise quantitativa e qualitativa dos dados, calculamos, inicialmente, os Índices Atitudinais (IA) dos estudantes. A categorização das frases em adequadas, plausíveis e ingênuas norteou os cálculos dos índices Atitudinais (IA) dos estudantes.

Neste sentido, consideramos a categoria de cada frase (adequada, plausível e ingênuo) das questões e a pontuação dada pelo estudante, lembrando que cada frase é valorizada pelo grau de concordância do entrevistado dentro da escala de 1 a 9 pontos. Estes valores foram transformados em Índice Atitudinal (IA) normalizado no intervalo de -1 a +1 tomando por base os dados apresentados na figura 1.

Para as análises das crenças e atitudes dos estudantes sobre a NdT, consideramos as médias dos IA dos estudantes para cada questão e para as frases das questões. Quanto às médias dos IA das questões, consideramos como categorias analíticas: crenças e atitudes **adequadas**; crenças e atitudes **plausíveis**; e crenças e atitudes **ingênuas**. Nesse sentido, adotamos como critério os seguintes valores das médias dos IA: negativos (crenças e atitudes ingênuas), positivos entre 0,0 e 0,5 (crenças e atitudes plausíveis); positivos acima de 0,5 (crenças e atitudes adequadas).

Dessa forma, identificamos os IA de cada frase e os IA da Questão/COCTS obtidos pela média aritmética. Estes últimos, por sua vez, se constituíram como indicador da atitude global do estudante acerca do tema abordado na Questão/COCTS em análise.

A partir da média dos IA de cada frase de uma questão, foram elaborados quadros e gráficos, onde cada frase foi representada pela numeração da questão a qual pertence, seguida da sua classificação em A, B, C, etc e sua classificação ingênuas (I), adequada (A) ou plausível (P). Por exemplo, a notação 10211G\_A, refere-se à frase G da questão 10211 do COCTS classificada como adequada. A partir dos gráficos e quadros, serão realizadas as discussões dos resultados obtidos. Na figura 2 ilustramos um exemplo de cálculo de IA para uma questão do COCTS:

**Figura 2:** Exemplo de cálculo de IA de uma questão COCTS.

Frases	De frases	Pontos	Índices atitudinais				
			De Categorias		De Questão		
	Categorias		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

**Fonte:** Firme e Miranda (2020).

Realizamos esses procedimentos para as análises dos dados para as oito questões do COCTS relativas aos quinze (15) estudantes do último período.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na discussão dos resultados, consideramos as médias dos IA para cada uma das questões e as médias dos IA por frases das respectivas questões do COCTS aplicadas aos licenciandos em Química, visando analisar suas crenças e atitudes sobre a Natureza da Tecnologia (NdT).

Para a Questão 10211/COCTS (Definir o que é a tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia, PRINCIPALMENTE, é) que trata da compreensão de tecnologia, apresentamos, inicialmente, o resultado da média dos IA para a questão, conforme quadro 10.

**Quadro 10** – Média dos IA dos estudantes para a questão 10211

<b>Média para a questão 10211</b>
0,1724

**Fonte:** Elaboração própria.

A partir da média dos IA dos estudantes para essa questão, de valor 0,1724, podemos dizer que eles têm crenças e atitudes **plausíveis** sobre a tecnologia.

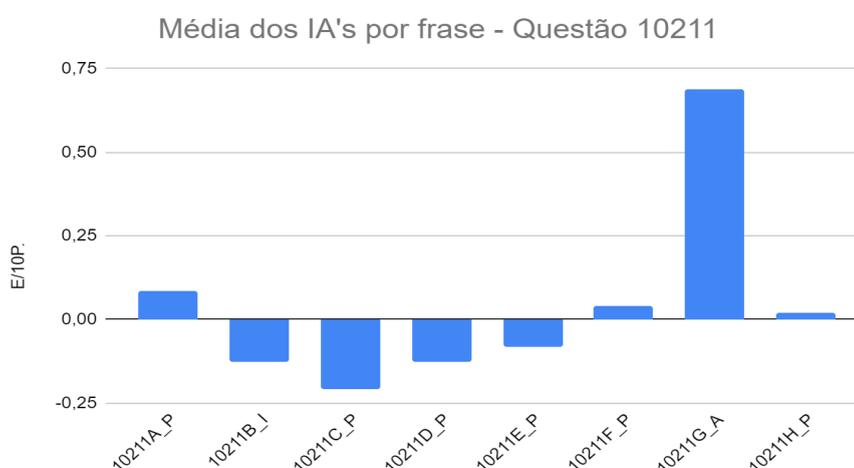
No quadro 11 apresentamos as médias dos IA dos estudantes para as frases da questão 10211.

**Quadro 11-** Médias dos IA dos estudantes por frase da questão 10211.

Frases	IA médio por frase
10211A_P	0,0833
10211B_I	-0,125
10211C_P	-0,2083
10211D_P	-0,125
10211E_P	-0,0833
10211F_P	0,0416
10211G_A	0,6875
10211H_P	0,0208

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA dos estudantes por frase da questão 10211 foram ilustrados no gráfico 1:

**Gráfico 1:** IA dos estudantes por frase da questão 10211

**Fonte:** Elaboração própria.

Observando o gráfico 1, podemos destacar que as frases 10211A\_P, 10211F\_P, 10211G\_A e 10211H\_P obtiveram valores positivos, enquanto as demais obtiveram valores negativos.

A frase de maior média de IA, com valor de 0,6875, foi 10211G\_A (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). Adicionalmente, a frase de menor média de IA para esta questão, com valor igual a  $-0,2083$ , foi para a frase 10211C\_P (Novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para uso diário).

Portanto, sobre a compreensão da tecnologia, os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como adequada, representando um alto grau de acordo com a frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como plausível, o que pode representando um alto grau de acordo ou desacordo com a frase.

Para a Questão 10411/COCTS (A ciência e a tecnologia estão estreitamente relacionadas entre si:) relativa à interdependência entre ciência e tecnologia, calculamos a média dos IA dos estudantes para a questão, conforme o quadro 12.

**Quadro 12** – Média dos IA dos estudantes para a questão 10411

Média para a questão 10411
0,2048

**Fonte:** Elaboração própria.

A partir da média dos IA para a questão 10411 apresentada no quadro 12, com valor igual a 0,2048, podemos considerar que as crenças e atitudes dos estudantes acerca da interdependência entre ciência e tecnologia são **plausíveis**.

No quadro 13 apresentamos as médias dos IA dos estudantes para as frases da questão 10411.

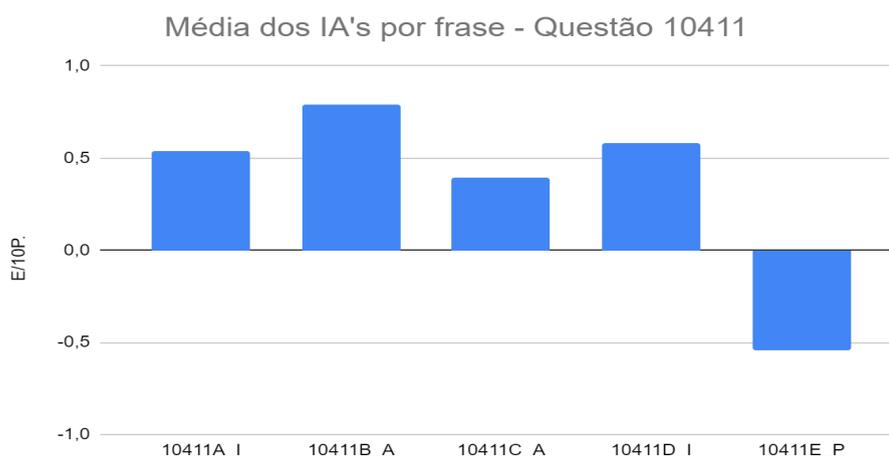
**Quadro 13-** IA dos estudantes por frase da questão 10411.

Frases	IA média por frase
10411A_I	0,5416
10411B_A	0,7916
10411C_A	0,3958
10411D_I	0,5833
10411E_P	-0,5416

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA dos estudantes por frase da questão 10411 foram ilustrados no gráfico 2:

**Gráfico 2:** IA dos estudantes por frase da questão 10411.



**Fonte:** Elaboração própria.

Com base no gráfico 2 percebemos que, com exceção da frase 10411E\_P, todas as frases obtiveram valores de IA positivos. A frase 10411B\_A (Porque a investigação científica conduz a aplicações práticas tecnológicas, e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade para fazer investigação científica) foi a que apresentou maior valor de IA, 0,7916. Adicionalmente, a frase 10411E\_P (Ciência e tecnologia são mais ou menos a mesma coisa) foi a que apresentou menor valor de IA, -0,5416.

Portanto, os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como adequada, representando um grau de acordo quase total para a frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como plausível, representando um alto grau de acordo ou desacordo para a frase.

Para a Questão 10412/COCTS (A ciência influencia a tecnologia?) relativa à influência da ciência sobre a tecnologia, calculamos a média dos IA dos estudantes indicada no quadro 14.

**Quadro 14** – Média dos IA dos estudantes para a questão 10412.

Média para a questão 10412
0,0364

**Fonte:** Elaboração própria.

Com base nos dados do quadro 14, os estudantes obtiveram média dos IA igual a 0,0364, e nesse sentido, podemos dizer que os eles têm crenças e atitudes **plausíveis** sobre influência da ciência sobre a tecnologia.

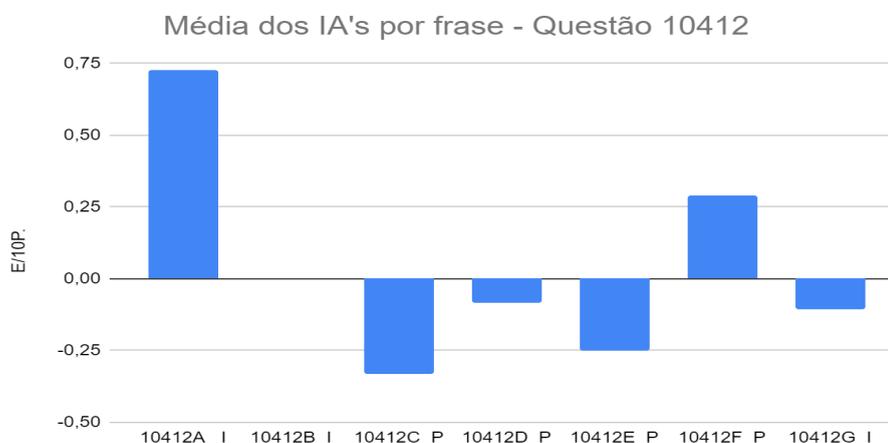
No quadro 15 apresentamos as médias dos IA dos estudantes para as frases da questão 10412.

**Quadro 15-** IA dos estudantes por frase da questão 10412

Frases	IA médio por frase
10412A_I	0,7291
10412B_I	0
10412C_P	-0,3333
10412D_P	-0,0833
10412E_P	-0,25
10412F_P	0,2916
10412G_I	-0,1041

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA dos estudantes por frase da questão 10412 foram ilustrados no gráfico 3:

**Gráfico 3:** IA dos estudantes por frase da questão 10412

**Fonte:** Elaboração própria.

A partir dos dados observados no gráfico 3, as frases 10412A\_I e 10412F\_P obtiveram valores maiores que zero. A frase 10412A\_I (A ciência não tem muita influência na tecnologia) foi a que apresentou maior média de IA com valor positivo 0,7291. E a frase 10412C\_P (O avanço na ciência conduz a novas tecnologias) foi a que obteve menor média de IA, igual a - 0,3333.

Nesse sentido, podemos dizer que os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como ingênua, representando um grau de acordo quase nulo para a

frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como plausível, representando um alto grau de acordo ou desacordo para a frase.

Para a Questão 10421/COCTS (Para melhorar a qualidade de vida do país, seria melhor gastar dinheiro em investigação tecnológica EM VEZ DE em investigação científica.) que trata da prioridade de investimentos entre ciência e tecnologia, calculamos a média dos IA dos estudantes e apresentamos o resultado no quadro 16.

**Quadro 16** – Média dos IA dos estudantes para a questão 10421

<b>Média para a questão 10421</b>
0,3512

**Fonte:** Elaboração própria.

De acordo com o quadro 16, podemos dizer que os estudantes obtiveram média dos IA positiva 0,3512, refletindo crenças e atitudes **plausíveis** acerca da prioridade de investimentos entre ciência e tecnologia.

No quadro 17 apresentamos os IA médios dos E/UP para as frases da questão 10421.

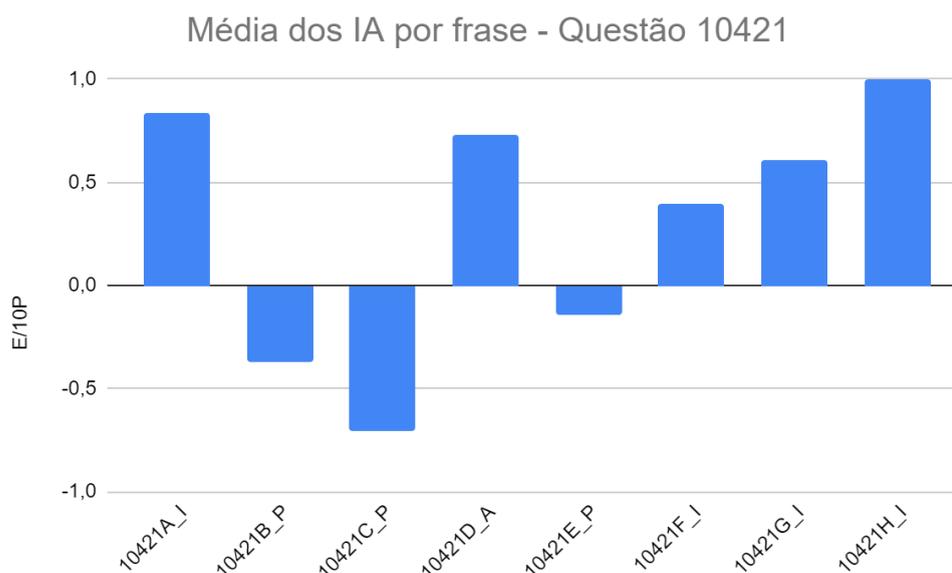
**Quadro 17** – IA dos estudantes por frase da questão 10421

Afirmativas	IA médio por frase
10421A_I	0,8333
10421B_P	-0,375
10421C_P	-0,7083
10421D_A	0,7291
10421E_P	-0,1458
10421F_I	0,3958
10421G_I	0,6041
10421H_I	1

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA por frase da questão 10421 foram ilustrados no gráfico 4:

**Gráfico 4:** IA dos estudantes por frase da questão 10421



Fonte: Elaboração própria.

Segundo o gráfico 4, as frases 10421B\_P, 10421C\_P e 10421E\_P obtiveram valores de IA negativos. As demais frases obtiveram valores positivos, destacando-se a frase 10421H\_I (Não investir em nenhuma. A qualidade de vida não melhorará com os avanços na ciência e na tecnologia, mas apenas com investimentos noutros sectores da sociedade (por exemplo, bem-estar social, educação, criação de emprego, artes, cultura e ajudas de outros países) com média máxima de IA igual a 1,0. A frase de menor média de IA foi a 10421C\_P (Porque o conhecimento científico é necessário para fazer avanços tecnológicos), com valor igual a -0,7083.

Por conseguinte, podemos dizer que os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como ingênua, representando um grau de acordo nulo sobre a frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como plausível, representando um alto grau de acordo ou desacordo para a frase.

Para a Questão 30111/COCTS (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), que trata das interações entre ciência, tecnologia e sociedade (interações CTS), calculamos a média dos IA dos estudantes e apresentamos no quadro 18.

<b>Média para a questão 30111</b>
0,5217

**Fonte:** Elaboração própria.

Segundo o quadro 18 podemos dizer que para essa questão, os estudantes obtiveram média dos IA igual a 0,5217, o que indica crenças e atitudes **adequadas** acerca das interações entre ciência, tecnologia e sociedade (interações CTS).

No quadro 19 apresentamos os IA médios dos estudantes para as frases da questão 30111.

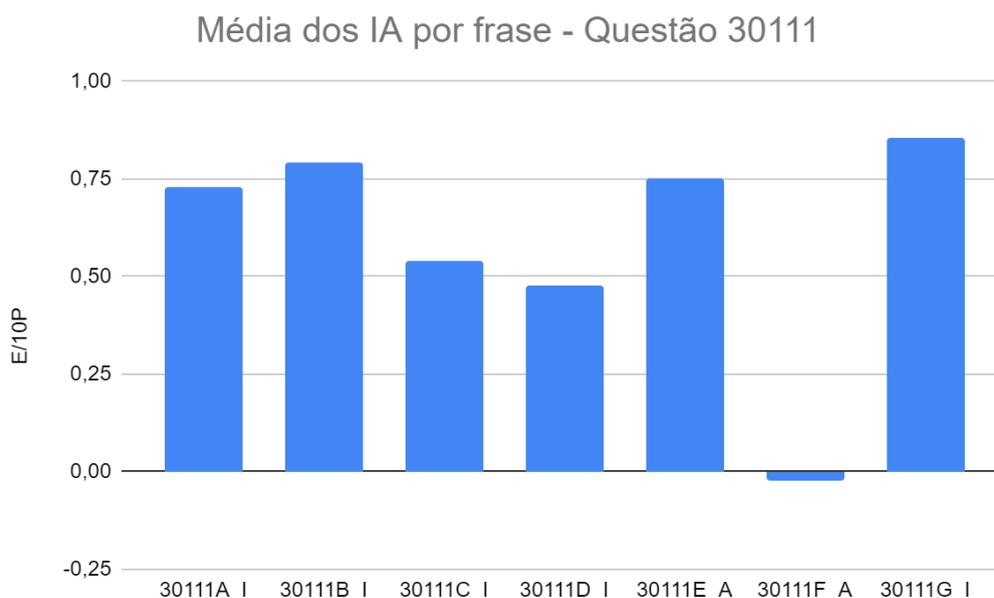
**Quadro 19** - IA dos estudantes por frase da questão 30111

Afirmativas	IA médio por frase
30111A_I	0,7291
30111B_I	0,7916
30111C_I	0,5416
30111D_I	0,4791
30111E_A	0,75
30111F_A	-0,0208
30111G_I	0,8541

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA por frase da questão 10421 foram ilustrados no gráfico 5:

**Gráfico 5:** IA dos estudantes por frase da questão 30111



**Fonte:** Elaboração própria.

Considerando o gráfico 5, os estudantes obtiveram médias de IA positivas para todas as frases, exceto para a frase 30111F\_A. A maior média de IA foi para a frase 30111G\_I (A sociedade à margem das interações entre ciência e tecnologia) com valor igual a 0,8541. E a menor média de IA foi para a frase 30111F\_A, igual a -0,0208, representada na figura 2:

**Figura 3: Interação entre ciência-tecnologia-sociedade (relações CTS)**



**Fonte:** COCTS

Portanto, podemos dizer que os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como ingênua, representando um grau de acordo quase nulo para a frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como adequada, representando um grau de acordo baixo com a frase.

Para a Questão 40221/COCTS (A ciência e a tecnologia podem ajudar as pessoas a tomar algumas decisões morais (isto é, decidir como deve atuar uma pessoa ou um grupo em relação a outras pessoas), que trata da influência da ciência e tecnologia na decisão moral das pessoas, calculamos a média dos IA dos estudantes conforme quadro 20.

**Quadro 20** – Média dos IA dos estudantes para a questão 40221.

<b>Média para a questão 40221</b>
0,1611

**Fonte:** Elaboração própria.

De acordo com o quadro 20, os estudantes obtiveram média dos IA igual a 0,1611, o que indica crenças e atitudes **plausíveis** frente à influência da ciência e tecnologia na decisão moral das pessoas.

No quadro 21 apresentamos os IA médios dos estudantes para as frases da respectiva questão.

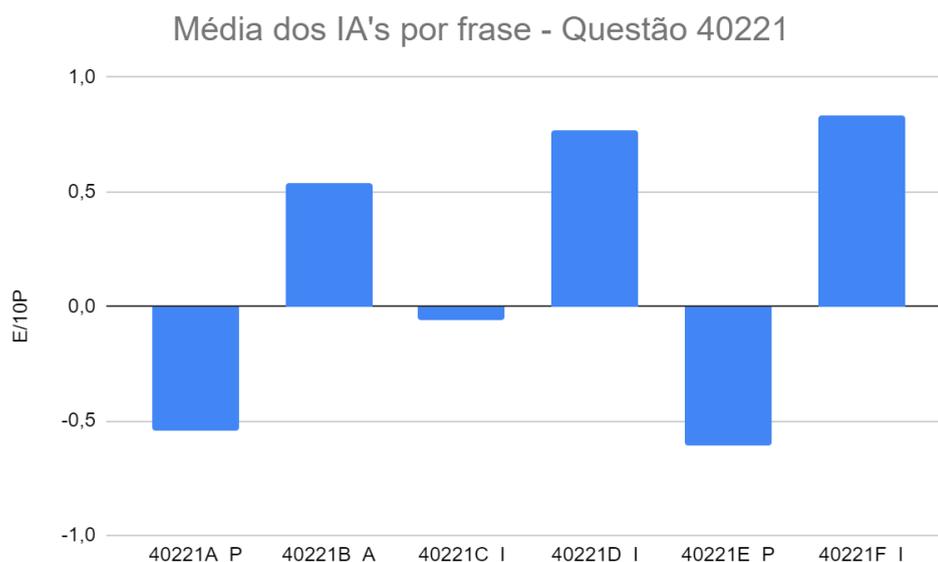
**Quadro 21** - IA dos estudantes por frase da questão 40221

Afirmativas	Média dos IA por frase
40221A_P	-0,5416
40221B_A	0,5416
40221C_I	-0,0625
40221D_I	0,7708
40221E_P	-0,6041
40221F_I	0,8333

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA dos estudantes por frase da questão 10421 foram ilustrados no gráfico 6:

**Gráfico 6:** IA dos estudantes por frase da questão 40221.



**Fonte:** Elaboração própria.

Analisando o gráfico 6, podemos observar que as frases 40221A\_P, 40221C\_I e 40221E\_P obtiveram valores de IA negativos, enquanto as demais frases obtiveram valores de IA positivos. A frase 40221F\_I (Porque se as decisões morais se baseiam em informação científica, com frequência as decisões conduzem ao racismo, supondo que um grupo de pessoas é melhor que outro grupo) teve a maior média dos IA com valor igual a 0,8333.

A frase de menor média de IA foi a 40221E\_P (Porque as decisões morais tomam-se somente com base em valores e crenças de cada pessoa), cujo valor foi o de -0,6041 .

Nesse sentido, podemos dizer que os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como ingênua, representando um grau de acordo quase nulo com a frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como plausível, representando um alto grau de acordo ou desacordo para a frase.

Para a **Questão 40531/COCTS** (Mais tecnologia pode melhorar o nível de vida do nosso país?) que trata da influência da ciência e da tecnologia na sociedade para o bem-estar econômico, calculamos a média dos IA dos estudantes e apresentamos os resultados no quadro 22.

**Quadro 22** – Média dos IA dos estudantes para a questão 40531

<b>Média para a questão 40531</b>
0,0902

**Fonte:** Elaboração própria.

Considerando o quadro 22, a média dos IA para essa questão teve valor igual a 0,0902, indicando crenças e atitudes dos estudantes **plausíveis** acerca da influência da ciência e da tecnologia na sociedade para o bem-estar econômico.

No quadro 23 apresentamos as médias dos IA dos estudantes para as frases da questão 40531.

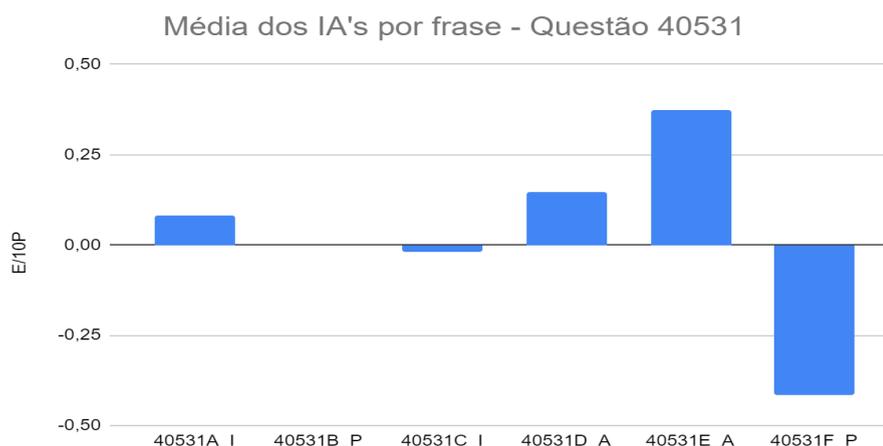
**Quadro 23** - IA dos estudantes por frase da questão 40531

Frases	Média dos IA por frases
40531A_I	0,0833
40531B_P	0
40531C_I	-0,0208
40531D_A	0,1458
40531E_A	0,375
40531F_P	-0,416

**Fonte:** Elaboração própria.

Os valores das médias dos IA dos estudantes por frase da questão 40531 foram ilustrados no gráfico 7:

**Gráfico 7:** IA por frase da questão 40531 para E/UP.



**Fonte:** Elaboração própria.

Observando os dados do gráfico 7, destacamos que apenas as frases 40531C\_I e 40541F\_P obtiveram IA menores que zero, tendo as demais frases IA positivos.

A frase de maior média de IA foi a 40531E\_A (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) com o valor igual a 0,375.

A frase 40531F\_P (Não, porque somos irresponsáveis com a tecnologia que agora temos; como exemplos podemos citar a desmesurada produção de armas e o uso abusivo dos recursos naturais) foi a que apresentou menor média de IA, com valor igual a -0,416.

Por conseguinte, podemos dizer que os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como adequada, representando um alto grau de acordo, e menor média de IA para uma frase caracterizada como plausível, representando um grau de acordo ou desacordo alto para a frase.

Para a Questão 80131/COCTS (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) que trata da decisão social da tecnologia e das decisões tecnológicas, calculamos a média dos IA dos estudantes e apresentamos o resultado no quadro 24.

**Quadro 24** – Média dos IA dos estudantes para a questão 80131

<b>Média para a questão 80131</b>
0,1157

**Fonte:** Elaboração própria.

A partir da média dos IA para essa questão, com valor igual a 0,1157, destacamos que as crenças e atitudes dos estudantes acerca da decisão social da tecnologia e das decisões tecnológicas, são plausíveis.

No quadro 25 apresentamos as médias dos IA dos estudantes para as frases da questão 80131.

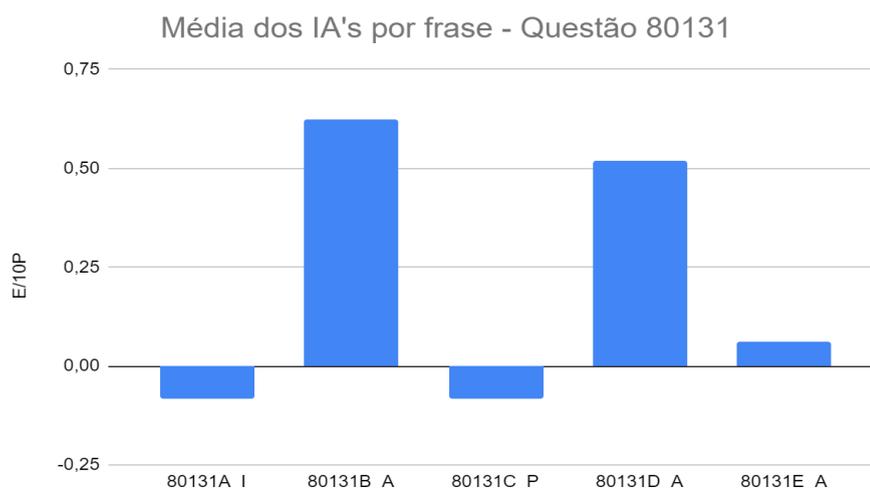
**Quadro 25** - IA dos estudantes por frase da questão 80131

Frases	IA médio por frase
80131A_I	-0,0833
80131B_A	0,625
80131C_P	-0,0833
80131D_A	0,5208
80131E_A	0,0625

**Fonte:** Elaboração própria.

As médias dos IA dos estudantes por frase da questão 80131 foram ilustrados no gráfico 8:

**Gráfico 8:** IA dos estudantes por frase da questão 80131.



**Fonte:** Elaboração própria.

Conforme o gráfico 8, podemos dizer que as frases 80131A\_I e 80131D\_A foram as que apresentaram IA médios negativos, tendo as demais frases IA médios positivos.

A frase de maior média de IA foi a 80131B\_A (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) com valor igual a 0,625. E as frases com menores médias de IA foram a 80131A\_I (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.) e a 80131C\_P (Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros.), com valores iguais a -0,0833.

Nesse sentido, podemos dizer que os estudantes apresentaram maior média de IA para uma frase caracterizada como adequada, representando um grau de acordo alto para a frase, e menor média de IA para uma frase caracterizada como ingênua, representando um grau de acordo alto para ela, para outra frase categorizada como plausível, representando um alto grau de acordo ou desacordo para com ela.

A partir dos resultados apresentados destacamos que os estudantes expressaram crenças e atitudes **plausíveis** para a maioria das questões, as quais são relativas a alguns dos aspectos da NdT. De forma mais específica, os estudantes expressaram crenças e atitudes **plausíveis** quanto à: 1) tecnologia; 2) interdependência entre ciência e tecnologia; 3) influência da ciência sobre a tecnologia; 4) prioridade de investimentos entre ciência e tecnologia; 5) influência da ciência e tecnologia na decisão moral das pessoas; 6) influência da ciência e da tecnologia na sociedade para o bem-estar econômico; e 7) decisão social da tecnologia e das decisões tecnológicas.

Em outras palavras, nas crenças e atitudes dos estudantes relativas à NdT, estão

presentes alguns dos aspectos apresentados na perspectiva da história, filosofia e sociologia da ciência, e não todos (MANASSERO-MAS, 2010).

No conjunto dessas crenças e atitudes plausíveis sobre a NdT, os estudantes expressaram alto grau de acordo para frases adequadas e grau de acordo quase nulo para frases ingênuas. Portanto, alguns desses resultados se constituem como indicadores da ACT deles. Por exemplo:

- Quando os estudantes expressaram um alto grau de acordo com a frase 10211G\_A (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) relativa à compreensão de tecnologia, expressaram crenças e atitudes sobre a tecnologia que aproximam-se do entendimento de que esta “integra elementos materiais – ferramentas, máquinas, equipamentos – e não materiais – saber fazer, conhecimentos, informações, organização, comunicação e relações interpessoais” (BAZZO, 2017, p. 136).
- Quando os estudantes expressaram um grau de acordo quase total com a frase 10411B\_A (Porque a investigação científica conduz a aplicações práticas tecnológicas, e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade para fazer investigação científica) relativa à interdependência da ciência e tecnologia, expressaram crenças e atitudes que se aproximam do entendimento de que a tecnologia “tem relação com a ciência [...]” (BAZZO, 2017, p. 136) em uma perspectiva diferente daquela que considera a tecnologia como aplicação da ciência, sendo a primeira inferior à segunda (MAIZTEGUI, 2002) e daquela que a ciência pura e os conhecimentos teóricos frente em detrimento aos saberes ligados às capacidades operativas próprias da tecnologia (ACEVEDO, 1996).

Um outro aspecto a destacar como resultado foi o fato de os estudantes expressarem crenças e atitudes **adequadas** acerca das interações CTS. Nesse sentido, eles expressaram crenças e atitudes que se aproximam de uma compreensão de que a tecnologia tem “relações com fatores econômicos, políticos e culturais”, cujo desenvolvimento “é inseparável das estruturas sociais e econômicas de uma determinada sociedade” (BAZZO, 2017, p. 136).

Contudo, os estudantes também expressaram alto grau de acordo para frases ingênuas, como, por exemplo, para a frase 10412B\_I (Tecnologia é ciência aplicada), e altos graus de acordo ou desacordo para frases plausíveis, dado que médias de IA de valores negativos para frases plausíveis sinaliza que eles concordaram ou discordaram em alto grau com elas. Nesse sentido, vale ressaltar que, com relação às frases plausíveis, é esperado que eles expressassem acordo parciais diante delas e não que concordassem ou discordassem em alto grau.

Portanto, em síntese, podemos dizer que esses resultados são evidências, por exemplo, da necessidade da inserção de discussões acerca da NdT em processos de formação inicial de professores, em especial de professores de Química, na perspectiva da ACT deles.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como discutimos ao longo deste trabalho, vivemos em uma sociedade impregnada de tecnologia, e uma vez nela inseridos, precisamos de conhecimentos para além dos científicos e tecnológicos, precisamos de conhecimentos, sobre a NdT, como por exemplo, sobre as aplicações tecnológicas e suas implicações sociais e sobre os limites do conhecimento tecnológico para promover o bem estar da sociedade. É nessa perspectiva que destacamos a ACT como uma condição para uma participação social mais democrática e efetiva diante de questões relativas às aplicações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico.

Nesse contexto, nosso objetivo neste trabalho foi o de analisar crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a Natureza da Tecnologia (NdT), considerando-as como indicadores da ACT deles.

Como resultados principais destacamos que os estudantes expressaram crenças e atitudes **plausíveis** para sete das oito questões do COCTS relativas à NdT, como, por exemplo, sobre a tecnologia e sobre a interdependência entre ciência e tecnologia, e crenças e atitudes **adequadas** sobre as relações CTS.

Adicionalmente, vale ressaltar que era esperado que os estudantes expressassem acordos parciais frente às frases plausíveis das questões e não que concordassem ou discordassem em alto grau com elas como foi observado.

Nesse sentido, os resultados obtidos nesta pesquisa apontam evidências da necessidade de se discutir sobre a NdT no âmbito da formação inicial de professores de Química, na perspectiva da ACT deles.

Portanto, esses resultados sinalizam possibilidades para pesquisas futuras, como, por exemplo, pesquisas direcionadas para investigar processos formativos para professores de Química sobre a NdT na perspectiva da ACT.

Além disso, os resultados da pesquisa podem, também, refletir em um olhar sobre os currículos dos cursos de formação inicial de professores de Química, no sentido de estratégias curriculares que busquem solucionar essas fragilidades encontradas.

Por fim, gostaríamos de destacar a principal dificuldade encontrada para o desenvolvimento desta pesquisa, a de contactar os estudantes para participarem dela. Isso porque o acesso aos estudantes foi realizado de forma remota, com usos das mídias sociais, dado o cenário da pandemia mundial provocada pela COVID-19.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 35-44, 1996.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

ALMEIDA, P. C. de A; BIAJONE, J. Saberes docentes e a formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 2, p. 281-295, São Paulo, 2007.

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. p. 43-70.

ANDRE, M. E. D. A. de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP: Papirus, 2005.  
ANTONIOLI, P. de M.; CHRISPINO, A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO-MAS, M. A. **Atitudes de professores e alunos de uma instituição tecnológica brasileira sobre tecnologia**. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Universidad de las Islas Baleares, Espanha.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 03, n. 02, p. 122-134, 2001.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 5 Ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2017.

BISPO FILHO, D. de O.; MACIEL, M. D.; SEPINI, R. P.; ALONSO, A. V. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 12, n. 2, p. 313-333, 2013.

Brasília: MEC, 2001. BRASIL. **Parecer CNE/CES 1.303/2001- Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>.

CHRISPINO, A. **Introdução aos enfoque CTS – ciência, tecnologia e sociedade – na educação e no ensino**. Iberciencia, 2017.

FIGUEIREDO, M.; PAIXÃO, F. Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia de estudantes portugueses do ensino superior. In: ROIG, A. B.; ALONSO, A. V.; MANASSERO MAS, M. A.; GARCÍA CARMONA (Coord.). **Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología**. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos. Centro de Altos Estudios Universitarios, 2010. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>.

Acesso em: abril, 2017.

FIRME, R. N. Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 65-82, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14300>.

FIRME, R. do N.; MIRANDA, R. D. Impactos de um processo formativo na alfabetização científica e tecnológica de licenciandos em química. **Educación Química**, v. 31, n. 1, pp. 115- 126, 2020. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2020.1.70356 Acesso 19 de maio de 2020.

FLORES, M. A. Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. **Educação**, vol. 33, n. 3, p. 182-188, 2010.

MACIEL, M. D.; BISPO FILHO, D. de O. Os processos de formação e as crenças de professores e estudantes brasileiros sobre a natureza da ciência e tecnologia. In: ROIG, A. B.; ALONSO, A. V.; MANASSERO MAS, M. A; GARCÍA CARMONA (Coord.). **Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología**. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos. Centro de Altos Estudios Universitarios, 2010. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>. Acesso em: abril, 2017.

MAITEGUI, A. *et al.* Papel de la Tecnología en la Educación Científica: una dimensión olvidada. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 28, p. 129-155, 2002.

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.

MARCO-STIEFEL, B. Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias: estado de la cuestión. In: MEMBIELA, P. (Org.). **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía**. (pp. 33-46) Madri: NARCEA, S.S DE EDICIONES, 2001.

MINAYO, M. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

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

OLIVEIRA, S. de.; GUYIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. O Enfoque CTS e as Concepções de Tecnologia de Alunos do Ensino Médio. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p.121-147, 2016.

RICARDO, E. C. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 190-208, 2007.

RICARDO, E. C. Concepções de Tecnologia na Formação Inicial de Professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, p. 190-208, 2020.

ROIG, A. B.; 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: março, 2020.

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

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

VERASZTO, E. V.; SILVA, D. da.; CAMARGO, E. P. de.; BARROS FILHO, J. Concepções de tecnologia de graduandos do estado de São Paulo e suas implicações educacionais: breve análise a partir de modelagem de equações estruturais. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v.19, n.3, p.761-779, 2013. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132013000300015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132013000300015&lng=en&nrm=iso) Acesso em: 18 de abril de 2020.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132013000300015>.

## APÊNDICE A – Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa Análise de crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a natureza da tecnologia como indicadores da alfabetização científica e tecnológica, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ruth do Nascimento Firme, com endereço Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Departamento de Química – Telefone (81) 33205414 e e-mail [ruthquimica.ufrpe@gmail.com](mailto:ruthquimica.ufrpe@gmail.com) da pesquisadora para contato (inclusive ligações a cobrar).

Também participa desta pesquisa o pesquisador: (José Josiel Regis Junior) Telefone para contato: (81) 993802006 e está sob a orientação de: Ruth do Nascimento Firme Telefone: (81) 33205414, e-mail ([ruthquimica.ufrpe@gmail.com](mailto:ruthquimica.ufrpe@gmail.com)).

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** A pesquisa justifica-se pela necessidade da alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos cidadãos na sociedade contemporânea, e dentre as dimensões da ACT, destacamos a Natureza da Tecnologia (NdT), visto que este objeto de investigação tem sido pouco explorado no Brasil, principalmente na formação inicial de professores de Química. O objetivo é analisar crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a Natureza da Tecnologia (NdT) e o instrumento de coleta de dados será um questionário único **adaptado** da versão brasileira do *Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad* (COCTS) e composto apenas com questões relativas à tecnologia, questões estas selecionadas do conjunto das 15 questões da forma A e das 15 questões da forma B da versão brasileira do COCTS. Na aplicação do questionário único adaptado, inicialmente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) será lido para o possível participante voluntário. Caso ele tenha interesse e aceite participar da pesquisa, responderá o questionário único adaptado neste momento, ou em outro momento a depender de sua disponibilidade, nas dependências da universidade em que estuda. Quando da aplicação do questionário, o pesquisador estará presente junto ao participante voluntário. Após o participante voluntário responder o questionário, o entregará ao pesquisador. Entretanto, por conta da pandemia da Covid-19, a aplicação do questionário prevista para ocorrer nos meses de novembro e dezembro de 2020, poderá ser realizada forma remota.
- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa.** O questionário único adaptado da versão brasileira do COCTS será aplicado aos participantes voluntários da pesquisa em um único momento, a depender de sua disponibilidade, nas dependências da universidade em que estudam.
- **RISCOS diretos para o voluntário:** É previsto que não ocorram danos imediatos ou posteriores, tanto no plano individual ou coletivo dos participantes voluntários. No questionário único adaptado da versão brasileira do COCTS que será aplicado nesta pesquisa não há identificação dos participantes, os participantes, representados por E1, E2, ... EN, atribuirão às frases das questões uma nota em uma escala de acordo e desacordo (entre 1 a 9), e os resultados serão organizados em gráficos. Como os participantes voluntários serão estudantes do curso de licenciatura em Química de uma universidade pública federal, os dados sociodemográficos do COCTS serão excluídos no questionário único adaptado que usaremos nesta pesquisa, e substituídos por outros do interesse da pesquisa, a saber: 1) período do curso; 2) turno em que estuda; 3) participação ou não do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID); 4) participação ou não do Programa Institucional de Bolsas de Residência Pedagógica; e 5) participação ou não do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/PIC). É previsto que não ocorram lesões provocados pela pesquisa, devido à natureza da pesquisa. É previsto que não ocorra desconforto ou constrangimento dado que os licenciandos responderão individualmente ao questionário único adaptado da versão brasileira do COCTS nas dependências da universidade em que estudam e no horário que lhes convier, e o pesquisador, presente neste momento, poderá sanar possíveis dúvidas relativas às questões do questionário. Um dano previsto está relacionado ao tempo que o licenciando disponibilizará para responder o COCTS, dentro do conjunto de suas atividades diárias. Mas, neste caso, o pesquisador estará atento para perceber este dano e, neste sentido, avaliará junto ao licenciando a necessidade de adequação do tempo por ele disponibilizado.
- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.** Um benefício direto é a oportunidade do participante voluntário (o licenciando em Química) refletir e conhecer aspectos sobre a tecnologia, sua natureza e sobre seu papel na sociedade, uma vez que no curso de licenciatura esta temática não é explorada. Adicionalmente, como benefício indireto, os resultados da pesquisa poderão nortear processos de formação de professores das Ciências da Natureza, inclusive de Química, sobre a NdT na perspectiva da ACT.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (questionários respondidos), ficarão armazenados em pastas de arquivo, sob a responsabilidade da pesquisadora orientadora, no endereço acima informado, pelo período mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: [www.cep.ufrpe.br](http://www.cep.ufrpe.br).

\_\_\_\_\_  
(assinatura do pesquisador)

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo Análise de crenças e atitudes de estudantes do curso de licenciatura em Química sobre a natureza da tecnologia como indicadores da alfabetização científica e tecnológica, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Por solicitação de \_\_\_\_\_, que é (deficiente visual ou está impossibilitado de assinar), eu \_\_\_\_\_ assino o presente documento que autoriza a sua participação neste estudo.

Local e data \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):**

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura: