

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: BIOQUÍMICA**  
**TOXICOLÓGICA**

**Thiago Vinicius Ferreira da Silva**

**UMA INVESTIGAÇÃO DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO E**  
**ARGUMENTAÇÃO DE MATERIAL IMAGÉTICO NO ENSINO DE BIOQUÍMICA**

Santa Maria, RS

2021



**Thiago Vinicius Ferreira da Silva**

**UMA INVESTIGAÇÃO DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO E  
ARGUMENTAÇÃO DE MATERIAL IMAGÉTICO NO ENSINO DE BIOQUÍMICA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Bioquímica Toxicológica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Bioquímica Toxicológica**.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Rosa Chitolina

Santa Maria, RS

2021

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

silva, thiago vinicius ferreira  
UMA INVESTIGAÇÃO DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO E  
ARGUMENTAÇÃO DE MATERIAL IMAGÉTICO NO ENSINO DE  
BIOQUÍMICA / thiago vinicius ferreira silva.- 2021.  
103 p.; 30 cm

Orientadora: Maria Rosa Chitolina  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Bioquímica  
Toxicológica, RS, 2021

1. Habilidades argumentativas 2. Habilidades  
interpretativas 3. Elementos argumentativos 4. Ensino  
de Bioquímica I. Chitolina, Maria Rosa II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, THIAGO VINICIUS FERREIRA SILVA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Thiago Vinicius Ferreira da Silva

**UMA INVESTIGAÇÃO DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO E  
ARGUMENTAÇÃO DE MATERIAL IMAGÉTICO NO ENSINO DE BIOQUÍMICA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Bioquímica Toxicológica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Bioquímica Toxicológica**.

Aprovado em **09 de Setembro de 2021**



---

**Maria Rosa Chitolina, Dr. (UFSM)**

(Presidente, Orientador)

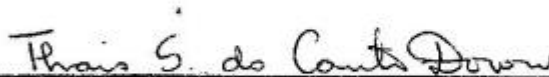
**(Videoconferência)**



---

**Félix Alexandre Antunes Soares, Dra. (UFSM)**

**(Videoconferência)**



---

**Thais Scotti do Canto Dorow, Dra. (UFN)**

**(Videoconferência)**

Santa Maria, RS

2021



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela finalização de uma etapa de minha vida debaixo de suas bênçãos e proteção e por me dar sabedoria e discernimento para a cada passo poder trilhar o caminho que Ele tem preparado para mim.

À minha família, esposa (Aline) e filhos (Agatha e Asaf), sem eles nada teria sentido. Eles são minha base e inspiração, especialmente minha esposa, que esteve ao meu lado a cada dia, enfrentando juntamente comigo as lutas e desafios.

Aos meus pais e irmãos, que também fazem parte dessa caminhada, muito obrigado.

À minha orientadora, Maria Rosa, que pacientemente me orientou e ensinou, dando-me a liberdade para fazer pesquisa.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte dessa caminhada, os quais dedicaram seu tempo para transmitir conhecimentos e experiências, que foram de suma importância para minha formação como pessoa e como profissional.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa (GET) e do laboratório (Enzitox), pelo companheirismo durante esse tempo de trabalho, que estavam sempre dispostos a ajudar quando necessário, meu muito obrigado a vocês.





## RESUMO

### UMA INVESTIGAÇÃO DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO DE MATERIAL IMAGÉTICO NO ENSINO DE BIOQUÍMICA

AUTOR: Thiago Vinicius Ferreira da Silva

ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Rosa Chitolina

Pesquisas com relação à inserção de imagens no ensino, com o intuito de desenvolver habilidades de argumentação, vêm crescendo gradualmente. Com base nesta observação, este trabalho consiste em uma investigação sobre as habilidades de argumentação e interpretação de alunos do Ensino Superior da Universidade Federal de Santa Maria através de material imagético no ensino de Bioquímica. Os dados foram coletados através de questionários, os quais continham imagens e, relacionadas a tais imagens, algumas perguntas abertas, além de um questionário inicial. Os dados foram analisados e caracterizados em níveis de argumentação e habilidade de interpretação. Quanto a essa análise e caracterização referente à argumentação, os dados foram analisados segundo o Padrão de argumentação de Toulmin (2006). Já a análise referente à habilidade de interpretação seguiu os passos para análise de imagem de Litz (2008). Após a coleta e tratamento das respostas, foram realizadas análises quantitativas com os resultados obtidos. Como resultado, encontrou-se um baixo desempenho na elaboração de argumentos nas respostas dos estudantes, além de dificuldades quanto à interpretação das imagens. Pode-se observar também uma correlação entre a dificuldade interpretativa dos estudantes e seu baixo desempenho na elaboração dos argumentos. Outra dificuldade apresentada pelos estudantes está relacionada ao simbolismo e à hierarquia nas representações contidas nas imagens analisadas, além dos conhecimentos específicos relacionados aos conteúdos abordados pelas mesmas. Espera-se que os resultados obtidos neste estudo sirvam de alavanca para promover, futuramente, uma intervenção por parte dos professores e das instituições com relação ao modo de avaliação e com relação a utilização da imagem como uma ferramenta metodológica de ensino-aprendizagem. Dessa forma, espera-se que a imagem seja, cada vez mais analisada com maiores detalhes e utilizada com maior frequência em sala de aula, corroborando assim para o desenvolvimento da argumentação e domínio da linguagem científica na disciplina de Bioquímica no Ensino Superior.

**Palavras-Chave:** Interpretação visual; Processos Argumentativos; Ensino Superior.



## **ABSTRACT**

### **AN INVESTIGATION OF SKILLS OF INTERPRETATION AND ARGUMENTATION OF IMAGETIC MATERIAL IN BIOCHEMISTRY TEACHING**

**AUTHOR:** Thiago Vinicius Ferreira da Silva

**ADVISOR:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Rosa Chitolina

Research regarding the insertion of images in teaching, intending to developing argumentation skills, has been growing gradually. Based on this observation, this work aims to investigate the argumentation and interpretation skills of higher education students at the Federal University of Santa Maria, through image material from the teaching of Biochemistry. The data were collected through questionnaires, which contained images and related to them some open questions and an initial questionnaire. After analyzed, the data were characterized in terms of argumentation and interpretation skills. Relating to data analysis and characterization referring to argumentation, these were analyzed according to Toulmin's Argumentation Pattern (2006). The analysis related to interpretation skills followed the steps for image analysis by Litz (2008). After collecting and processing the data, quantitative analysis was performed with the results obtained. As a result, a low performance was found in the presentation of arguments in the students' answers, in addition to the fact that they presented difficulties regarding the interpretation of the images. It can also be observed a connection between the students' interpretive difficulty and the low performance in the elaboration of arguments. Another difficulty presented by the students is related to the symbolism and hierarchy in the representations contained in the analyzed images and the specific knowledge related to the contents covered by them. It is expected that the results obtained in this study serve as a lever, in such a way as to promote an intervention by teachers and institutions in the future, regarding the mode of assessment and regarding the use of image as a methodological tool for teaching-learning. Thus, it is expected that the image is increasingly analyzed in greater detail and used more frequently in the classroom, thus supporting the development of argumentation and mastery of scientific language in the discipline of Biochemistry in Higher Education.

**Keywords:** Visual Interpretation; Argumentative Processes; University education.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 A IMPORTÂNCIA DA IMAGEM E SUA RELEVÂNCIA NO CONTEXTO EDUCACIONAL .....	18
1.2 IMPORTÂNCIA E OBJETIVOS DA ARGUMENTAÇÃO E SUA ATUAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	18
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>20</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>4 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
4.1 SIGNIFICADO DE IMAGEM E TEORIA SEMIÓTICA.....	22
4.2 ENSINO DE BIOQUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR .....	25
4.3 A ARGUMENTAÇÃO E OS SEUS PROCESSOS .....	26
4.4 A ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO.....	28
4.5 LEITURA DE IMAGEM, ARGUMENTAÇÃO E METACOGNIÇÃO .....	30
<b>5 MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>33</b>
5.1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	33
5.2 MÉTODO PARA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA NA LITERATURA QUANTO A VERIFICAÇÃO DO USO DA IMAGEM COMO UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA .....	35
5.3 MÉTODO PARA ANÁLISE DA HABILIDADES ARGUMENTATIVAS .....	35
5.4 MÉTODO PARA ANÁLISE DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO .....	37
5.5 MÉTODO PARA ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	38
5.6 TRATAMENTO DOS DADOS .....	39
5.7 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E AUTORIZAÇÃO DE IMAGENS .....	39
<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
6.1 ARTIGO - COMO O USO DA IMAGEM PODE SER UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA NA GRADUAÇÃO?.....	40
6.2 QUESTIONÁRIO INICIAL .....	63
6.3 NÍVEL ARGUMENTATIVO .....	64
6.4 NÍVEL ARGUMENTATIVO <i>VERSUS</i> TEMA ABORDADO.....	66
6.5 NÍVEL ARGUMENTATIVO <i>VERSUS</i> CLASSIFICAÇÃO DAS PERGUNTAS COM BASE NAS IMAGENS CONTIDAS NO QUESTIONÁRIO .....	68



6.6 PASSOS DE INTERPRETAÇÃO .....	72
6.7 NÚMEROS DE PASSOS INTERPRETATIVOS .....	73
6.8 PASSOS INTERPRETATIVOS <i>VERSUS</i> TEMA ABORDADO .....	74
6.9 NÚMEROS DE PASSOS INTERPRETATIVOS <i>VERSUS</i> TEMA ABORDADO .....	76
6.10 CORREÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES NO QUESTIONÁRIO APLICADO .....	81
6.11 DIFICULDADE DOS ESTUDANTES NA ANÁLISE DA IMAGEM .....	84
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>85</b>
7.1 QUESTIONÁRIO INICIAL E VERIFICAÇÃO DO USO DA IMAGEM COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA.....	85
7.2 NÍVEL/HABILIDADE DE ARGUMENTAÇÃO .....	88
7.3 PASSOS INTERPRETATIVOS E NÚMERO DE PASSOS INTERPRETATIVOS .....	92
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS PARA ANÁLISE DOS ARGUMENTOS E PASSOS INTERPRETATIVOS .....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO INICIAL.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO B - AUTORIZAÇÃO VIA E-MAIL DA UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DO LIVRO .....</b>	<b>110</b>





## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 A IMPORTÂNCIA DA IMAGEM E SUA RELEVÂNCIA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

No atual cenário em que estamos inseridos, a tecnologia tem ganhado força devido aos grandes avanços tecnológicos. Dessa forma, os registros do mundo microscópico e macroscópico e da natureza ao nosso redor têm se tornado cada vez mais evidentes, sendo possível realizar estudos mais específicos com o auxílio dos registros imagéticos captados por essas tecnologias. Esse avanço não se detém apenas ao estudo da ciência, mas alcança as mais diversificadas áreas de estudo.

Entretanto, há algum tempo atrás, e não muito distante, também eram realizados estudos e pesquisas baseados em fenômenos da natureza observados, reais e captados por nossos olhos ou por nosso imaginário. Nesse período, tais imagens não eram fornecidas por aparatos tecnológicos tal como hoje, mas muitas vezes eram criadas pela mente humana, sendo então fruto da imaginação e observação do ser humano.

Nossa época é marcada por um fenômeno impactante: o uso demasiado da imagem. Isso tem despertado o interesse de estudiosos das mais diversas áreas, estando entre eles os educadores (MACIEL, 2013). Segundo Fontana (2010, p. 47) somos dominados pelas imagens, e é por esse excesso que ainda não aprendemos a ver. Entretanto, apesar da humanidade experimentar a passagem do oral à escrita, hoje constatamos a proliferação dos signos imagéticos (CARLOS, 2002, p.70). Portanto, o campo da educação vem apresentando interesse pelo estudo sobre a imagem a partir da consciência sobre sua utilidade tanto na comunicação quanto no apoio para a construção de conceitos. Tais conceitos se relacionam a todos os conteúdos trabalhados pelas diversas disciplinas que compõem o currículo educacional. O uso da imagem é uma alternativa didática, exclusiva ao paradigma da escrita (CARLOS, 2002).

### 1.2 IMPORTÂNCIA E OBJETIVOS DA ARGUMENTAÇÃO E SUA ATUAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Nos distinguimos dos demais seres vivos pelo fato de termos uma linguagem articulada, de tal forma que podemos estabelecer interações uns com os outros. E é por meio dessa interação que a sociedade moderna busca justificar e desenvolver os acontecimentos. Ainda

dentro desta perspectiva, a linguagem humana é considerada uma preciosa forma de poder e de autoridade por parte de quem a domina (HENRIQUE, 2005).

Essa linguagem articulada, quando trabalhada e dominada, converge para a formação de um pensamento organizado, sendo este pensamento uma manifestação do conhecimento, ou seja, a busca pela verdade (SOUZA, 2007). Portanto, a argumentação consiste na apresentação de um pensamento organizado que engloba o argumento e o raciocínio, através dos quais se pretende obter determinados resultados (FRASSON, 1992).

Quando olhamos para a atuação da argumentação dentro do contexto educacional, percebemos o crescente interesse no que concerne a pesquisas sobre esse tema, principalmente voltadas ao ensino de Ciências (LIM et al., 2014). Pois quando ao quesito relacionado à prática docente trazemos à tona importantes questões relacionadas à aprendizagem significativa. Tais práticas estão relacionadas às possibilidades de promover meios eficazes de apropriação do conhecimento científico emergente a partir de discussões. Esses debates são estabelecidos pelos pares e promovem a defesa de pontos de vista, além da verificação, da prova e do monitoramento dos procedimentos adotados durante a apresentação de um problema (BRITO; MELO, 2013).

Portanto, a construção de um processo argumentativo passou a ser um dos eixos que deve estar contido dentro do currículo educacional, tanto básico como superior. Com isso, surge também a necessidade de compreender como este recurso pode ser utilizado em sala de aula, de modo a desenvolver os processos críticos-reflexivos e de construção de conhecimento (SILVA, 2018).

## 2 JUSTIFICATIVA

A procura e o interesse registrado na literatura no que concerne a estudos focados em como promover a construção do conhecimento e o desenvolvimento das habilidades de raciocínio crítico-científico dos estudantes têm se tornado evidente. Esse interesse tem por motivação a dificuldade apresentada por esses estudantes com relação à assimilação de conteúdos e à apropriação da linguagem científica.

Pesquisas pertinentes ao ensino de Ciências, por exemplo, sobre a alfabetização visual e científica (NETO, 2016), sobre as imagens no ensino de Ciências (CARNEIRO et al., 2003) e sobre a leitura de imagens e a formação de leitores (FONSECA, 2006) têm buscado avaliar as intervenções realizadas por uma metodologia que, timidamente, vem sendo inserida no âmbito educacional. Tal metodologia consiste no trabalho com imagens, que podem auxiliar no desenvolvimento de habilidades de argumentação ou de alfabetização científica dos estudantes. Entretanto, de acordo com a literatura, essas intervenções e investigações se concentram nos níveis de ensino básico, se comparado ao nível superior.

No ensino superior, observam-se apenas intervenções e investigações que pretendem verificar o desenvolvimento da argumentação científica por parte dos estudantes, onde utiliza-se, para tal processo, metodologias ativas, tais como: aprendizagem baseada em problemas (ABP) (SILVA; CHIARO, 2018), aprendizagem experimental investigativa (LEAL, 2019), entre outras. Entretanto, as imagens não fazem parte do processo metodológico utilizado por essas intervenções como um todo. A imagem até é utilizada, porém como um método visual estético e não propriamente como algo que possa auxiliar no processo de desenvolvimento da argumentação científica.

Frente a tal situação, buscou-se desenvolver neste trabalho uma investigação sobre como estão as habilidades de construção de argumentos e de interpretação visual de alunos e alunas do Ensino Superior em relação à leitura de imagens relacionadas aos conteúdos estudados em Bioquímica. Portanto, faz-se necessário que tal investigação aconteça para que, de acordo com os resultados obtidos, seja possível realizar intervenções com o objetivo de melhor resolver as dificuldades que possam surgir por parte dos alunos e alunas, melhorando assim o ensino-aprendizagem na disciplina de Bioquímica.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar as habilidades dos estudantes de Ensino Superior de cursos da área da Saúde quanto à interpretação e a argumentação através da observação e análise de imagens fixas (gráficos, tabelas, esquemas) presentes em um recurso pedagógico (livro), utilizado na disciplina de Bioquímica.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar uma análise bibliográfica na literatura, quanto a verificação do uso da imagem como uma ferramenta metodológica no desenvolvimento da argumentação científica no Ensino de Bioquímica.

Analisar a habilidade dos estudantes em organizar seus conhecimentos e os dados obtidos nas imagens para a construção de argumentos em forma escrita.

Analisar a habilidade dos estudantes na identificação de dados implícitos e explícitos presentes nas imagens.

Analisar a habilidade dos estudantes quanto à aplicação da linguagem científica em seus argumentos.

Analisar se há algum tipo de intervenção da habilidade interpretativa visual dos estudantes na construção dos argumentos.

Analisar se há dificuldades dos estudantes quanto a interpretação das imagens.

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 SIGNIFICADO DE IMAGEM E TEORIA SEMIÓTICA

Com o avanço das mídias e dos meios de comunicação, muitas vezes utiliza-se o termo imagem com um sentido comum e como sinônimo dos meios de comunicação que abrangem propagandas publicitárias, como televisão, jornais e revistas. Contudo, eles não são sinônimos (JOLY, 1994, p.14).

Uma definição bem antiga de imagem surgiu com Platão, que denominou de imagem “as sombras, depois os reflexos que vemos nas águas ou na superfície de corpos opacos, polidos e brilhantes e todas as representações do gênero”. Nesse conceito de imagem descrito por Platão, observou-se uma relação entre o objeto e a imagem que ele representaria de acordo com leis particulares. Tomando como base, neste momento, o raciocínio de Platão, compreendemos que a imagem, embora nem sempre remeta ao visível, toma alguns traços emprestados do visual e, de qualquer modo, depende da produção de um sujeito: imaginário ou concreto, a imagem passa por alguém que a produz ou reconhece (JOLY M, 1994, p.13-14). Casarus (1979, p.32) complementa que a imagem é tida como a representação inteligível de alguns objetos com capacidade de ser reconhecida pelo homem, necessitando concretizar-se materialmente”.

Portanto, o termo imagem abrange desde as mídias como imagens de mídia, bem como pode se apresentar no campo das lembranças. Neste último, o termo imagem se refere a uma representação visual que evoca uma semelhança. Temos também a relação do termo imagem com as origens da comunicação, porque todas as formas de comunicarmos que hoje em dia estabelecemos têm uma origem em comum: por meio das imagens que se constituíram as primeiras formas de comunicação. Por todas as partes do mundo, os seres humanos deixaram vestígios de suas faculdades imaginativas sob a forma de desenhos, dos tempos mais remotos do paleolítico à época moderna (FLAMMARION, 1973).

Ainda podemos abordar o termo imagem no campo do psiquismo para falar de certas atividades psíquicas como as representações mentais, o sonho, a linguagem por imagem, por exemplo. Quando lemos ou ouvimos a descrição de um lugar, temos a tendência de formar em nossa mente uma imagem mental referente a ele. Da mesma forma, temos a capacidade de estabelecer esquemas mentais que reúnem traços visuais suficientes e necessários para reconhecer um desenho ou uma forma visual qualquer (JOLY M, 1994, p.19). A linguagem, em seu desenvolvimento, nivela-se ao jogo simbólico, à imitação diferida e à imagem mental

enquanto imitação interiorizada. De acordo com o pressuposto de Piaget (1973), a imitação garante a transição das condutas sensório-motoras para as condutas simbólicas e representativas, uma vez que sua diferenciação e interiorização permite a distinção entre significantes e significados. Essa acepção vincula-se diretamente ao desenvolvimento da função simbólica, a qual favorece o aparecimento da representação simbólica (símbolo) e da representação conceitual (signo).

Por último, o termo imagem está inserido também no meio científico. Nesse campo, as imagens são visualizações de fenômenos que ajudam a observar e interpretar os diversos eventos naturais, físicos e químicos. Para a interpretação desses tipos de imagens, na maioria dos casos, necessita-se do apoio de processamentos numéricos e da teoria já conhecida e associada a determinado fenômeno para controlar as observações ou completá-las (JOLY M, 1994, p. 23).

Até aqui, vimos que o termo imagem possui significações específicas e segue leis particulares quando abordado em determinado campo de atuação ou área de estudo. Para que se possa entender melhor o termo imagem e seu significado, é preciso apresentar uma teoria mais global que permita que possamos ir além das categorias funcionais da imagem. Essa teoria é a teoria da semiótica (JOLY M, 1994, p.28). Mitchell (apud CONTRERA; HATTORI, 2003) classifica as imagens com uma abordagem mais didática, diferindo-as em gráficas (pinturas, estátuas e desenhos), ópticas (geradas pelo espelhamento e projeção), perceptuais (as que nos chegam através dos sentidos e do reconhecimento de aparência), mentais (realizadas pelos sonhos, pela memória e pelas ideias), e verbais (descritas pelas palavras e sugeridas por metáforas). Esta classificação não exclui, entretanto, a possibilidade de fusão entre os conceitos para a compreensão do significado da imagem. Afinal, podemos trabalhar com uma imagem verbal, sugerida por uma metáfora, e com uma imagem mental, gerando uma ideia ou um pensamento.

A palavra “semiótica” vem da raiz grega “seme”, como em *semeiotikos*, que significa intérprete de signos. Já “signos” deriva do latim *signum*, que vem do grego *secnom* e significa “cortar”, “extrair uma parte de”. Isso gerou em nossa língua, por exemplo, palavras “secção”, “seccionar”, “sectário”, “seita”, entre outras. A semiótica, portanto, como disciplina, é a análise dos signos ou o estudo do funcionamento do sistema de signos (FERNANDES, 2018).

Podemos dizer que abordar ou estudar certos fenômenos em seu aspecto semiótico é considerar seu modo de produção de sentido, ou seja, a maneira como provocam significações, isto é, interpretações. Para esse estudo, faz-se a análise de signos, os quais exprimem ideias,

provocando na mente daquele ou daqueles que o percebem uma atitude interpretativa (JOLY M, 1994, p. 29). Para Peirce (2005) a noção de signo foi considerada tão ampla, que não precisa ter uma natureza plena de linguagem, podendo ser uma mera ação ou reação que verbaliza uma emoção ou sentimento.

Existem dois termos que empregamos com frequência e que parecem ter o mesmo sentido, mas são diferentes: Semiótica e Semiologia. A semiótica de origem americana é designada como a filosofia das linguagens. Já a semiologia de origem europeia é compreendida como o estudo das linguagens particulares, que vão de imagens a gestos, etc. Esses dois termos se originam do grego *semeion*, que quer dizer “signo” (JOLY M, 1994, p. 30). Segundo Saussure (1973), a semiologia é o estudo de uma ciência geral dos signos. Deste modo, essa teoria busca apresentar os princípios operatórios para compreender o que é uma imagem, o que ela “diz” e, sobretudo, como “diz”. Segundo Peirce (1978), um signo tem uma materialidade que pode ser percebida com um ou com vários de nossos sentidos, sendo possível vê-lo, ouvi-lo, senti-lo, tocá-lo ou ainda saboreá-lo. Além disso, um signo é algo que está no lugar de alguma coisa para alguém, em alguma relação ou qualidade, sendo, portanto, uma representação.

Temos ainda os estudos de Santo Agostinho, que distinguiu os signos naturais dos signos convencionais. Para ele, os signos naturais são aqueles produzidos sem a intenção de uso como signo, mas que nem por isso conduzem a cognição de outra coisa. Já os signos convencionais são aqueles “que todos os seres vivos trocam mutuamente para demonstrar sentimentos da mente”. Santo Agostinho contribuiu, assim, para delimitar o estudo dos signos ao expressar que palavras parecem ser os correlatos de palavras mentais (FERNANDES, 2018). De modo geral, o pragmatismo aponta “as bases filosóficas para uma análise linguística que relacione a todo momento signo e falante, antes de qualquer coisa, compondo ambos o que se chama fenômeno linguístico” (PINTO, 2001, p.57).

Nessa mesma linha de estudo, surgiu a semiologia da imagem. Essa teoria surge para explicar melhor como compreender o emprego da palavra imagem, sendo que o ponto comum entre as significações dessa palavra é que imagem é algo que se assemelha a outra coisa. Partindo-se do entendimento que a imagem é uma representação de algo, isso quer dizer que ela é percebida como um signo. A partir disso, propõe-se considerar a imagem como um ícone, isto é, como signo analógico que, estando em harmonia perfeita com seu emprego, pode nos permitir compreendê-lo melhor (JOLY M, 1994, p. 39).

## 4.2 ENSINO DE BIOQUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR

A disciplina de Bioquímica é um importante componente curricular em variados cursos de Instituições de Ensino Superior, por apresentar um conteúdo básico e fundamental para a compreensão de outras disciplinas (MOTA, 2017).

Apesar da importância de tal disciplina, de acordo com Scatingo (2013) nota-se uma grande dificuldade no aprendizado da mesma. Dentre os motivos para tal dificuldade, tem-se o pouco conhecimento em Química, a representação de fenômenos Bioquímicos ser muito abstrata, bem como a falta de associação entre a disciplina e a prática profissional futura. Portanto, o processo de ensino e aprendizagem no Ensino superior merece atenção, pois o professor passa a assumir o papel de orientador do processo de aprendizagem e facilitador da aquisição e desenvolvimento de competências básicas e profissionais dos estudantes, promovendo dessa forma sua autonomia, o pensamento crítico e a reflexão sobre o seu próprio processo de aprendizagem (ZABALZA, 2002).

Devido a este cenário, atualmente, a Educação Superior tem buscado se renovar, acerca do ensino-aprendizagem, por meio do uso de metodologias diferenciadas, tal como as metodologias ativas, que contribui com a motivação dos estudantes e promove a produção de conhecimento (GARZÓN et al. 2014); (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004). Pois o empenho de alunos e professores na construção de conhecimento de forma ativa, acaba afastando atitudes que não fazem parte de um processo de ensino construtivista, tais como: transmissão de conhecimentos, passividade, omissão, desinteresse e reprodução. Em contrapartida, valoriza a pesquisa, a análise, a produção, a criação, a leitura e o aprofundamento nas discussões propostas (SCATIGNO, TORRES, 2016; DEBALD, 2003).

Dessa forma, a adoção desses tipos de estratégias prevê mudanças no papel dos professores, por transmitir o centro do processo educativo para os estudantes. Pois há uma grande necessidade de que os docentes do ensino superior desenvolvam competências profissionais para preparar os estudantes numa formação crítico social. Entretanto, para isso é preciso substituir as formas tradicionais de ensino por metodologias ativas de aprendizagem, que podem ser utilizadas como recurso didático na prática docente cotidiana (BORGES; ALENCAR, 2014).

Portanto, o processo de ensino precisa promover estratégias de aprendizagem diferenciadas que favoreçam a participação ativa e o protagonismo do aluno para a conquista de níveis complexos de pensamento e de comprometimento em suas ações. Essas metodologias



vão proporcionar, por sua vez, uma sala de aula e o ensino mais interativos, cativantes, instigantes e motivadores para os alunos, além de facilitar processos de compreensão e de concentração durante o desenvolvimento das atividades curriculares (SCHNEIDER et al., 2018).

### 4.3 A ARGUMENTAÇÃO E OS SEUS PROCESSOS

Não é de hoje que utilizamos a fala e a escrita para expressarmos nossas opiniões. Com o avanço da ciência e dos meios de comunicação em nossa sociedade atual, além das discussões sobre tantos temas abordados mundialmente, necessitamos ainda mais melhorar e desenvolver nossa capacidade de argumentação. Isso para que possamos defender ou contrariar uma ideia, hipótese ou teoria, que nos estiver sendo apresentada.

Segundo o dicionário Aurélio, “opinião” é “o modo de pensar; aquilo em que se pensa sobre determinado assunto ou pessoa”. Segundo esse mesmo dicionário, “argumentação” é o “ato ou estado de argumentar, de discutir apresentando e contrapondo razões que através do raciocínio lógico, levem a uma conclusão”. Segundo Philippe Breton (1996), a opinião é, ao mesmo tempo, o conjunto das crenças, dos valores, das representações de mundo e da confiança nos outros que um indivíduo forma para ser ele mesmo; o argumento, por sua vez, nada mais é do que uma opinião colocada para convencer um ou mais interlocutores sobre a adequação de um determinado ponto de vista acerca de certo assunto. A opinião precede o argumento, podendo existir como tal mesmo antes de sua colocação na forma de um argumento.

Sabemos que todo argumento é constituído de palavras, as quais assumem um papel fundamental em sua construção. O uso da palavra, em detrimento do uso da força, como instrumento a ser empregado na tentativa de resolução de conflitos vem acompanhando a marcha civilizatória da humanidade (FIORIN, 2016). Nesse caminho evolutivo, a linguagem tem assumido papel fundamental, e o discurso argumentativo tem ganhado importância.

Anscombe e Ducrot passam a privilegiar a noção de argumentação. Seu conceito de argumentação nada tem a ver com a discursivização, como entendia a milenar tradição retórica, que a considerava uma estratégia discursiva com a finalidade de persuadir o auditório. Para eles, um locutor produz argumentação quando apresenta um enunciado. Portanto, se todo enunciado orienta para determinada conclusão, e essa orientação faz parte do sentido, a argumentação é um fato da língua e não de discurso.

Por isso, nesse segundo momento, postula-se uma pragmática integrada, ou seja, indissociável da semântica. O componente retórico não é algo que se acrescenta ao componente

semântico, mas faz parte desse componente. Dizem os autores, no prefácio da obra *L'argumentation dans la langue*: “o sentido de um enunciado comporta como parte integrante, constitutiva, essa forma de influência que é denominada força argumentativa. Significar para um enunciado é orientar”(ANSCOMBRE; DUCROT, 1988, p.5).

A utilização de um enunciado tem uma finalidade tão essencial quanto a de informar sobre a realização de suas condições de verdade, que é orientar o destinatário para certas conclusões e não para outras (ANSCOMBRE; DUCROT, 1988, p.113). Sendo assim, pressupõe que as circunstâncias de enunciação são mobilizadas para explicar o sentido real de uma ocorrência particular de um enunciado somente depois que uma significação tenha sido atribuída ao próprio enunciado, independentemente de qualquer recurso ao contexto (DUCROT, 1987, p.16).

Os *tópoi*, repertoriados por Aristóteles nos Tópicos, e que faziam parte da *inventio* guardam tênue relação com a noção que Anscombe, por exemplo, empresta a esse termo. Para o Estagirita, o *tópos* é uma espécie de modelo com que muitos argumentos podem ser construídos. Na pragmática integrada, os *tópoi* são princípios gerais que servem de apoio aos raciocínios, mas não são raciocínios (ANSCOMBRE, 1995, p.39).

Dessa forma, se para a pragmática integrada a argumentação é o encadeamento dos enunciados que conduzem a certa conclusão, seu domínio preferencial é o estudo dos conectores que realizam esse encadeamento. Além disso, estuda a orientação argumentativa dos enunciados, bem como os *tópoi* que estão na base dos encadeamentos, realizados pelos conectores. Esses conectores, responsáveis por estabelecer relações de sentido, foram cunhados por Ducrot (1972) como “operadores argumentativos”. Nesta perspectiva, a linguagem pode ser caracterizada como um processo dialógico-social, uma vez que envolve o intercâmbio contínuo de sentidos. As funções básicas dos operadores argumentativos são assegurar a argumentatividade textual, ligando termos, orações ou períodos completos. Sem a presença de tais termos ou a partir de seu uso inadequado, a argumentação textual perde força, pois suas engrenagens se encontram travadas. Segundo Carone (1993, p. 77),

O sistema linguístico põe à disposição do falante diferentes arranjos sintáticos para a expressão de relações semânticas, lógicas e argumentativas. Por mais requintado e complexo que seja seu pensamento, ele deverá procurar, no repertório de sua língua, os mecanismos sintáticos que lhe permitem exprimi-lo.

Koch (2002) aponta para o tratamento periférico que a gramática tradicional confere aos operadores argumentativos, não considerando-os pertencentes a nenhuma das dez classes tradicionais. A NGB (Nomenclatura Gramatical Brasileira) se posiciona acerca de tais palavras

e expressões definindo-as como “expressões de realce”, “palavras expletivas”, “palavras e expressões denotativas” ou “palavras sem classificação definida”. Entretanto, para a Linguística Textual, e mais especificamente para a Semântica Argumentativa, estes termos são considerados “conectores argumentativos”, e sua função principal é a criação de relações de sentidos específicos, levando em conta o seu contexto de uso (MAINGUENEAU, 1996).

Segundo Ducrot (1972), tais elementos servem para expressar a força argumentativa dos enunciados de uma língua. Ele elabora sua teoria com a criação de dois conceitos-chave: o de classe argumentativa e o de escala argumentativa. A classe argumentativa se refere à ocorrência de enunciados argumentativos de peso igual, que concorrem para uma mesma conclusão. Já o conceito de escala argumentativa refere-se à existência de enunciados de pesos argumentativos diferentes, como uma escala de força, direcionando a uma mesma conclusão.

Dentro da construção dos processos argumentativos, a lógica informal tem como intuito desenvolver procedimentos para análise, interpretação, avaliação, crítica e construção da argumentação no discurso cotidiano. Nesse campo da lógica informal, Toulmin (1958) define “argumento” como sendo uma afirmativa acompanhada de sua justificativa, e propõe um esquema que apresenta os elementos constitutivos de um argumento e suas relações. Esses elementos podem ser dados, conclusão, garantia, apoio, qualificador modal e refutação.

É importante destacar ainda que, no domínio da lógica formal, ao avaliar a qualidade de um argumento, enfatiza-se as relações semânticas entre as proposições, ou seja, o argumento é entendido como um conjunto de proposições cuja relevância está na sua verdade ou falsidade. Além disso, o contexto mais amplo do diálogo não é levado em consideração no julgamento da qualidade daquele argumento (WALTON, 2006). A lógica informal, pelo contrário, enfatiza o uso que o argumentador faz das proposições para alcançar um objetivo.

#### 4.4 A ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO

Os estudos sobre a argumentação no âmbito do ensino têm recebido bastante ênfase. Isso porque desenvolver habilidades de argumentação entre os alunos e alunas aumenta de alguma forma sua alfabetização científica e pode desenvolver um conhecimento maior sobre a linguagem científica e sua aplicação.

De acordo com Moreira (2015), a sociedade moderna é cada vez mais dependente de conceitos científicos para tomar decisões acerca de como avançar tecnologicamente. Sendo assim, todas as pessoas deveriam saber utilizar as informações e os conceitos científicos para

poder se posicionar sobre questões que envolvem assuntos tecnológicos, científicos e socioambientais.

É importante a adoção de uma pedagogia que desenvolva habilidades de argumentação, trabalho em grupo e pensamento crítico, pois essas habilidades são reconhecidas como essenciais para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem por vários pesquisadores renomados da área de Educação em Ciências (KELLY; DRUKER; CHEN, 1998; DRIVER, NEWTON; OSBORNE, 2000; DORI; TAL; TSAUSHU, 2003). Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003) e Sá e Queiroz (2009), entre os diversos benefícios da argumentação para a aprendizagem na educação científica, também têm salientado que argumentar colabora na aquisição da linguagem científica e permite relacionar justificativas e dados. Tudo isso favorece a avaliação de enunciados, teorias e modelos que podem auxiliar fortemente a compreensão sobre a ciência.

Quanto à análise científica e à produção de uma argumentação, temos, de acordo com Kuhn (1992, 1993), que argumentar é a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz de dados empíricos ou procedentes de outras fontes. O autor afirma ainda que a prática científica na aprendizagem, juntamente com o desenvolvimento da argumentação científica, pode gerar cidadãos capazes de compreender a lógica científica, entender e criar argumentos científicos e processar e avaliar informações científicas durante a tomada de decisões.

Dessa forma, para Mortimer e Scott (2002) há necessidade de intervenções pedagógicas do professor, de forma a aumentar a habilidade argumentativa dos estudantes e melhorar a qualidade de sua argumentação. Ademais, não apenas para estimular que os alunos apresentem argumentos, mas para que busquem fazer julgamentos sobre a natureza de seus argumentos.

São também necessárias algumas estratégias pedagógicas como, por exemplo, considerar não apenas explicações singulares sobre um determinado fenômeno, mas várias possibilidades (MONK; OSBOURNE, 1997). Segundo Pontecorvo (2005), a argumentação ocorre com mais facilidade quando estão em jogo asserções sobre a verdade dos fatos ou interpretações. A adoção dessa metodologia se torna importante, pois os e as cientistas consomem muito tempo avaliando, criticando e defendendo evidências para convencer outros em favor de seus argumentos (SAMPSON; ENDERLE; GROOMS, 2013). No *Dictionnaire de l'argumentation* (PLANTIN, 2016), a Ciência – química, física, biologia, medicina, etc. – é reconhecida como um dos múltiplos domínios em que a argumentação é central.

Nessa perspectiva, entende-se que argumentação e suas relacionadas refutações são elementos inerentes ao progresso da ciência, pois muitos pesquisadores estão se interessando em investigar processos argumentativos na escola e na universidade. Isso tem evidenciado o papel formador da argumentação enquanto componente e meio para o ensino de conteúdos e de práticas epistêmicas, especialmente os científicos (MIRZA; PERRET-CLERMONT, 2009; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008). Já que a linguagem científica é baseada em argumentos, aos alunos deve ser dada a oportunidade de “falar ciência” (LEMKE, 1990). Por tais razões, de acordo com Queiroz e Sá (2007), são dignos de nota os estudos desenvolvidos com o intuito de identificar estratégias pedagógicas capazes de promover a habilidade de argumentação nos alunos e alunas dos cursos de Ciências e, também, com o objetivo de avaliar a qualidade de argumentação em discussões de aspectos científicos e sociocientíficos.

#### 4.5 LEITURA DE IMAGEM, ARGUMENTAÇÃO E METACOGNIÇÃO

Estudos relacionados ao uso da argumentação em sala de aula vêm mostrando o potencial desse tipo de discurso para os fins acima explicitados. Isso ocorre porque a sua própria organização discursiva possibilita que os indivíduos envolvidos façam reflexões a nível não apenas cognitivo, como também metacognitivo, já que leva os envolvidos a movimentos de revisão e de construção de conhecimentos a partir da reflexão sobre seus próprios pensamentos (CANDELA, 1998; DE CHIARO, 2001; DE CHIARO; LEITÃO, 2005; JIMENEZ-ALEXANDRE; ERDURAN, 2008; BAKER, 2009; SCHWARZ, 2009; LEITÃO, 2007, 2009, 2011).

Em consonância com a linha de pensamento apresentada no parágrafo anterior, temos, de acordo com Flavell (1979), que o termo metacognição é compreendido enquanto um processo no qual os indivíduos monitoram e controlam seu próprio funcionamento cognitivo. Em concordância, Mercer (2013) e Whitebread (2013) trazem a metacognição como sendo a habilidade do indivíduo de pensar sobre seus próprios pensamentos e utilizar diferentes formas de uso da linguagem, as quais podem ter distintas influências no desenvolvimento cognitivo e metacognitivo desse sujeito. É nesse sentido que surge o interesse em entender as relações entre uma forma específica de organização linguística, a argumentação, e o desenvolvimento metacognitivo.

Segundo Sanmarti (2003), a argumentação é uma ação de caráter social, intelectual e verbal, útil para justificar ou refutar opiniões. Por meio dela, busca-se desenvolver no aluno

uma postura indagativa e crítica própria das Ciências (SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2011). O uso da argumentação em sala de aula pode ser compreendido como uma maneira de ampliar a complexidade do conhecimento, as possibilidades de revisão crítica deste e, assim, a qualidade do raciocínio envolvido (KUHN, 1991, 2005; RAPANTA; GARCIA-MILA; GILABERT, 2013). Os autores mencionados defendem que tais possibilidades de pensamento de alta ordem – definidas como o controle metacognitivo propiciado pela argumentação – resultam em ganhos educacionais. Para eles, a argumentação parece propiciar oportunidades aos estudantes de refinar suas compreensões sobre determinado assunto, possibilitando-os diferenciar aquilo que é relevante do que é irrelevante, fazer conexões entre contextos e ampliar o poder explicativo de seus conhecimentos.

De acordo com Aufschnaiter et al. (2008) e Caamaño (2010), a habilidade argumentativa contribui para a compreensão dos conceitos científicos e da natureza da Ciência. Tal habilidade pode ajudar alunos e alunas a ver a Ciência como um processo social e epistemológico em que o conhecimento é gerado, adaptado, reorganizado e, às vezes, refutado (EVAGOROU; OSBORNE, 2013).

A leitura de imagem aos poucos vem tomando espaço no ambiente de ensino e tem por principal objetivo auxiliar no desenvolvimento das capacidades cognitivas superiores. Tais capacidades estão ligadas a funções psicológicas superiores como atenção, memória, imaginação, pensamento e linguagem, as quais são organizadas em sistemas funcionais, tendo como finalidade organizar adequadamente a vida mental de um indivíduo em seu meio. Assim, as imagens podem ser inseridas nas diversas áreas do ensino (VERONEZI; DAMASCENO; FERNANDES, 2005).

Segundo Mirzoeff (2003), a distância entre a riqueza da experiência visual na cultura contemporânea e entre a habilidade para analisar esta observação cria a oportunidade e a necessidade de converter a cultura visual em um campo de estudo. Pois, segundo Loureiro e Fonte (2003), a educação não pode ignorar as representações culturais que contribuem para o processo de formação das individualidades. Deve-se cada vez mais questionar e problematizar as verdades estabelecidas com base nos produtos imagéticos.

Ainda nesse sentido, Costa, Albuquerque e Leão (2017) destacam a necessidade de investir na alfabetização visual de tal modo que as pessoas possam desenvolver habilidades de leitura de imagens, sobretudo na formação de alunos do Ensino Superior, e especialmente daqueles que atuarão posteriormente no ensino. Complementar a essa habilidade citada anteriormente, tem-se a habilidade de argumentação, que, segundo Lourenço, Abid e Murillo

(2016), pode ser inserida na formação superior pois esse espaço é favorável à orientação de processos educativos contemporâneos.

Freire (1989, p. 9) diz que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra”. Joly (2004, p.43) complementa essa afirmação dizendo que, nas séries iniciais, antes mesmo da criança aprender a decodificar os textos, exercita a análise de imagens e, a partir daí, é estimulada a expressar seus pensamentos e verbalizar seus textos, “desde muito pequenos, aprendemos a ler imagens ao mesmo tempo em que aprendemos a falar”. As imagens também servem como suporte para o aprendizado da linguagem escrita e falada. Isso mostra sua importância no desenvolvimento da interpretação de mundo, podendo ser estendida ao mundo científico.

É importante destacar que o argumento se constitui de palavras, que são uma manifestação verbal ou escrita formada por um grupo de fonemas e com uma significação, da mesma forma, as imagens se constituem de signos e de códigos e são uma manifestação visual. Porém, demandam conhecimento para que se possa compreender seus significados e obter entendimento, já que a imagem é considerada uma ferramenta pedagógica essencial em conjunto com o domínio da linguagem visual no desenvolvimento do ensino-aprendizagem.

## 5 MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa aqui apresentada é de cunho descritivo, sendo utilizada para melhor organização e posterior análise dos dados uma metodologia mista, de forma qualitativa e quantitativa (GÜNTHER, 2006).

Quanto ao público alvo, este foi composto por alunos e alunas do Ensino Superior da área de Ciências da Saúde, especificamente estudantes do curso de Farmácia pertencentes ao 3º Semestre e de Medicina pertencentes ao 2º Semestre, da Universidade Federal de Santa Maria, localizada na cidade de Santa Maria (RS). A escolha de tal público se deu por conveniência pois já havia um contato prévio com a professora responsável pelas turmas.

O trabalho contou com a participação de 20 estudantes da turma de Farmácia e com 27 estudantes da turma de Medicina, totalizando 47 estudantes participantes da pesquisa, além da colaboração da professora responsável pelas turmas.

No que se refere à aplicação da pesquisa, a mesma foi realizada no primeiro semestre de 2020 e ocorreu em momento posterior àquele no qual os estudantes estudaram os conteúdos abordados pelos questionários da pesquisa.

### 5.1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A ferramenta utilizada, para verificação na literatura quanto a utilização da imagem como uma ferramenta metodológica no desenvolvimento da argumentação científica no Ensino de Bioquímica no Nível Superior, foi a análise documental, a qual visa comparar a diferença entre dados de diferentes épocas ou constatar semelhanças de informação ao decorrer do tempo, visando sempre o tratamento do máximo de dados possíveis.

Para a análise das habilidades de interpretação e argumentação dos estudantes, a ferramenta utilizada foi um questionário com perguntas abertas (apêndice A), que possuía imagens diretamente relacionadas às representações de conteúdos já estudados por esses estudantes. Além disso, aplicou-se um questionário inicial com perguntas abertas para conhecer a visão dos e das estudantes sobre o uso de imagens em sala de aula no processo de ensino aprendizagem (apêndice B). As imagens utilizadas no questionário foram retiradas da 7ª edição do livro *Princípios de Bioquímica de Lehninger* (NELSON; COX, 2019).



Devido à pandemia de Covid-19<sup>1</sup>, essa pesquisa foi realizada na modalidade *online*. Foi enviado um questionário aos alunos e às alunas participantes através de seus e-mails individuais para que os mesmos preenchessem de acordo com seus conhecimentos e com base nas imagens contidas no questionário, sendo sugerido que não consultassem a literatura. Esse questionário foi preparado através do programa Microsoft Word.

No Quadro 1, estão os conteúdos abordados no questionário (apêndice A) e os respectivos tipos de representações.

Quadro 1 - Conteúdos abordados e imagens correspondentes

<b>Conteúdos</b>	<b>Tipo de imagem</b>
Processo de glicólise: destinos do piruvato	Esquema
Princípios da Regulação Metabólica: diferenças na regulação do metabolismo de carboidratos no fígado e no músculo	Esquema
Ciclo do Ácido Cítrico: Regulação da Enzima Citrato-sintase	Gráfico
Catabolismo dos Ácidos Graxos: produção de ATP durante a oxidação de uma molécula de palmitoil-CoA, CO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O	Tabela

Fonte: Autores.

No tocante à escolha dos conteúdos a serem trabalhados com os estudantes, teve-se como base os programas das disciplinas de cada um dos dois cursos participantes deste estudo, sendo o critério para tal escolha foi a similaridade em ambos os programas. Já quanto ao critério de escolha das imagens, as mesmas foram selecionadas de acordo com o grau de complexidade e forma de abordagem do conteúdo por elas representado.

<sup>1</sup> A Covid-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e distribuição global (Ministério da Saúde: BRASIL, 2021).

## 5.2 MÉTODO PARA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA NA LITERATURA QUANTO A VERIFICAÇÃO DO USO DA IMAGEM COMO UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA

Para análise dos artigos científicos, presente na literatura, mas especificadamente na Revista de Ensino de Bioquímica, utilizou-se o método de inclusão e exclusão.

Quanto ao critério de inclusão, estes baseavam-se na coleta de artigos científicos completos voltados a estratégias didáticas que desenvolvessem o potencial argumentativo, relacionado ao Ensino de Bioquímica, no contexto da graduação, publicados entre 2009-2019.

Já no que diz respeito aos critérios de exclusão, estes baseavam-se na exclusão de artigos de revisão, dissertações de mestrado, teses de doutorado, editoriais, e estudos que não abordavam o Ensino de Bioquímica.

A aplicação dos critérios de inclusão e exclusão basearam-se na análise de 23 resumos de artigos científicos, verificando aqueles que abordavam os critérios de inclusão. Posteriormente à análise dos resumos, os artigos eram obtidos na íntegra e em seguida examinados.

Após examinados, eram extraídas as seguintes informações: palavras sinônimas de argumentação ou que indicaram tal presença, aparecimento ou não de conteúdo imagético, estratégia didática de ensino presente no estudo, conteúdos de bioquímica abordados, e ano de publicação.

## 5.3 MÉTODO PARA ANÁLISE DA HABILIDADES ARGUMENTATIVAS

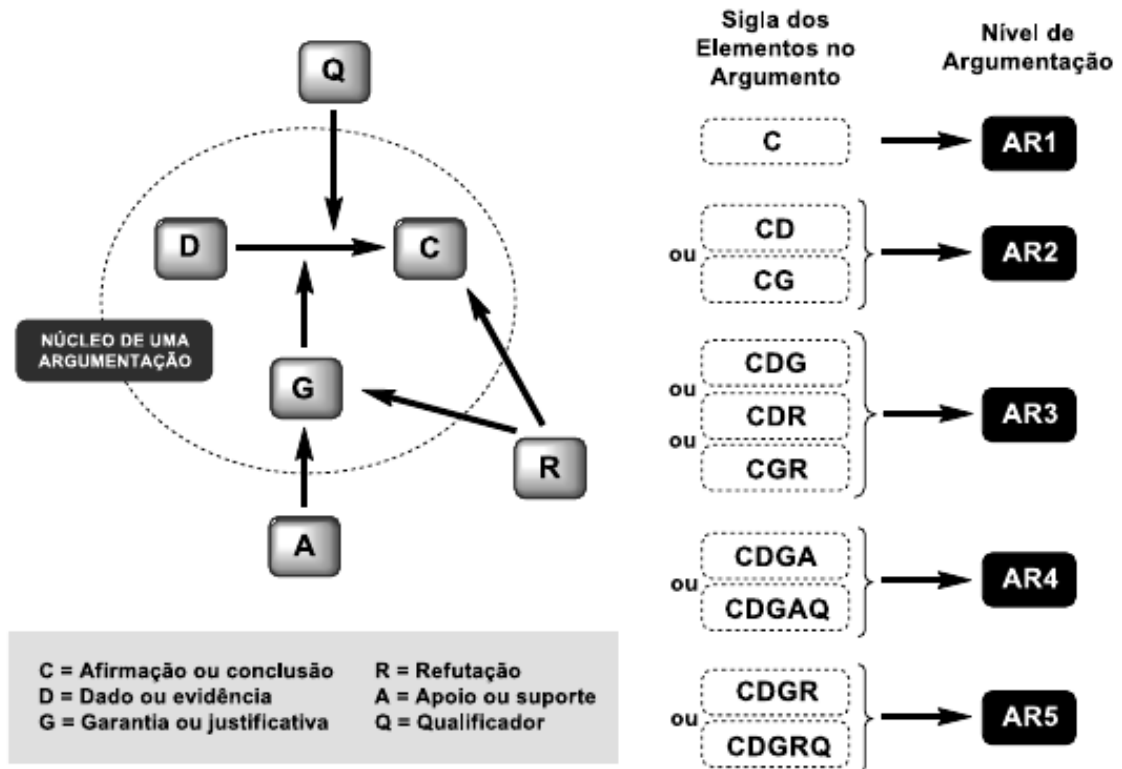
Concernente à metodologia utilizada para realizar as análises relacionadas à investigação das habilidades de argumentação dos estudantes, utilizou-se o método Padrão de Argumento de Toulmin (TAP), o qual destaca o núcleo da argumentação com três elementos básicos, que são: Fatos ou Dados (D), Afirmação ou Conclusão (C), Justificativa ou Garantia (G). Além disso, há outros três elementos que complementam esse núcleo, que são: Apoio (A), Refutação (R), e Qualificador (Q), sendo esse o padrão utilizado para identificar e analisar os argumentos dos estudantes através das respostas concedidas pelos mesmos nos questionários.

Para a organização e o nivelamento dos elementos argumentativos apresentados pelos e pelas estudantes em suas respostas ao questionário, de acordo com o método de Toulmin (TAP), foi empregado o nivelamento de argumentação (ERDURAN et al., 2004; OSBORNE et al., 2004; SIMON; JOHNSON, 2008), método que revela o nível de argumentação, o qual está

atrelado à habilidade argumentativa dos e das estudantes.

A figura 1 mostra um esquema desses dois métodos relacionados à avaliação das habilidades argumentativas.

Figura 1 - Nivelamento do grau de argumentação considerando o TAP.



Fonte: Leal, 2019.

Para melhor condução das investigações e análises com relação às habilidades argumentativas dos estudantes, estas foram analisadas em três perspectivas diferentes, de acordo com os métodos descritos na Figura 1, sendo elas: Nível argumentativo geral dos estudantes; Nível argumentativo versus o tema abordado; e Nível argumentativo versus a classificação da pergunta contida no questionário (apêndice A). Referente à análise em relação ao nível argumentativo com base no tipo de pergunta, esta foi realizada com o intuito de verificar se haveria dificuldades na elaboração dos argumentos dos alunos devido ao tipo de pergunta relacionada à imagem contida no questionário aplicado. Quanto à classificação de perguntas utilizada para análise das habilidades argumentativas, recorreu-se ao método de classificação de perguntas de Machado e Sasseron (2012) adaptado.

#### 5.4 MÉTODO PARA ANÁLISE DAS HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO

O método utilizado para análise de habilidades de interpretação seguiu os passos de Litz (2008) adaptados, os quais consistem em: identificar a procedência da imagem; identificar a finalidade à qual essa imagem se destina; identificar o conteúdo ou tema abordado pela imagem, observando a hierarquia dos elementos presentes na mesma e buscando algo que auxilie a interpretação; analisar o simbolismo utilizado na imagem, verificando se é possível identificar símbolos e sua relação com conhecimentos prévios, bem como se há articulação com o tema representado pela imagem. Foram avaliados, através deste método, os modos pelos quais os e as estudantes chegam a determinadas conclusões com base nas perguntas acompanhadas pelas imagens, sendo também avaliados os elementos nos quais se basearam para chegar a tal leitura, como a identificação de símbolos ou signos. Pelo mesmo método, foi analisado o conhecimento prévio dos estudantes quanto ao conteúdo abordado pelas imagens, buscando verificar a sua aptidão para identificá-lo, bem como para identificar elementos implícitos ou explícitos presentes nas mesmas.

Para melhor condução das investigações e análises com relação às habilidades concernentes à interpretação das imagens, estas foram analisadas em três perspectivas diferentes, sendo elas: Passos interpretativos de forma geral, com ambas as turmas submetidas ao estudo, de tal forma a poder verificar quais passos foram utilizados para análise/interpretação das imagens; Número de passos interpretativos de forma geral, com ambas as turmas, utilizados para melhor interpretar as imagens contidas no questionário aplicado. Também foi analisada a relação entre passos interpretativos e número de passos interpretativos utilizados para analisar/interpretar as imagens de acordo com os conteúdos abordados por elas, verificando, assim, se há alguma por parte dos estudantes.

Com o intuito de melhorar a compreensão dos passos interpretativos e número de passos interpretativos utilizados por tal metodologia para análise dos dados, seguem-se os Quadros 2 e 3.

Quadro 2 - Relação entre a classificação dos passos interpretativos e a descrição dos mesmos

<b>Classificação dos passos interpretativos</b>	<b>Descrição dos passos interpretativos</b>
P1	Identificar procedência e elaboração da imagem.
P2	Finalidade e relação da imagem no contexto no qual está inserida.
P3	Observação das hierarquias das representações, bem como a identificação do tema ou conteúdo abordado.
P4	Análise do simbolismo presente e relação do mesmo com o conhecimento prévio.

Fonte: Autores.

Quadro 3 - Classificação dos passos interpretativos e categoria de número de passos interpretativos correspondente

<b>Classificação dos passos interpretativos</b>	<b>Categoria referente ao número de passos interpretativos</b>
P1, P2, P3, P4	NP1
P5= P1+P2 P6= P1+P3 P7= P1+P4 P8= P2+P3 P9= P2+P4 P10= P3+P4	NP2
P11= P1+P2+P3 P12= P1+P2+P4 P13= P1+P3+P4	NP3

Fonte: Autores.

## 5.5 MÉTODO PARA ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Para a análise em questão, as respostas apresentadas pelos e pelas estudantes através do questionário foram analisadas na íntegra. Depois, foram organizadas de forma a serem

classificadas de acordo com os padrões identificados nas ideias principais contidas nas respostas. Sendo possível, portanto, analisar as visões dos e das estudantes em relação à importância das imagens no ensino-aprendizagem de um modo geral.

## 5.6 TRATAMENTO DOS DADOS

Para realização do tratamento dos dados de forma a organizá-los e classificá-los de acordo com os métodos utilizados de maneira qualitativa e quantitativa, teve-se como instrumento de tratamento o LibreOffice Writer e o LibreOffice Calc, respectivamente.

## 5.7 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E AUTORIZAÇÃO DE IMAGENS

O projeto que deu origem ao trabalho aqui apresentado foi aprovado pelo Comitê de Ética, número CAAE: 27608720.0.0000.5346 (Anexo A).

A utilização das imagens do livro de Nelson, D. L.; Cox, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. 1272 p., teve autorização de uso pela editora (Anexo B).

## 6 RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes ao estudo proposto. Os resultados aqui descritos foram divididos em tópicos para melhor visualização. Quanto ao modo de apresentação, os mesmos encontram-se representados de forma quantitativa, sendo demonstrados através de gráficos, e também de forma qualitativa, sendo demonstrados por quadros onde encontram-se as respostas dos acadêmicos e das acadêmicas de acordo com os questionários aplicados.

No tópico a seguir, encontram-se os resultados referente a análise bibliográfica da literatura, quanto a verificação do uso da imagem como ferramenta metodológica para o desenvolvimento da argumentação científica no Ensino de Bioquímica no Ensino Superior. Tais resultados estão apresentando na íntegra em formato de artigo, já publicado, como mostrado a seguir:

### 6.1 ARTIGO - COMO O USO DA IMAGEM PODE SER UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA NA GRADUAÇÃO?

**Manuscrito aceito para publicação**  
**Revista Humanidades & Inovação**  
**Qualis A2 (Ensino)**  
**Submetido: 05/06/2020**  
**Aceito: 03/07/2021**



### COMO O USO DA IMAGEM PODE SER UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA NA GRADUAÇÃO?

### HOW CAN THE USE OF IMAGE BE A METHODOLOGICAL TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC ARGUMENTATION IN THE TEACHING OF BIOCHEMISTRY IN GRADUATION?

**Thiago Vinicius Ferreira da Silva**  
**Luana Ehle Joras**  
**Maria Rosa Chitolina Schetinger**

**Resumo:** Pesquisas em educação e ensino têm se preocupado em desenvolver metodologias ou estratégias, onde os estudantes possam melhor compreender os conteúdos tratados em sala de aula. Neste sentido, este estudo tem como objetivo verificar se o uso da imagem apresenta eficiência como uma ferramenta metodológica efetiva ou auxiliadora no desenvolvimento da argumentação científica no Ensino de Bioquímica. Desta forma, foi realizada uma análise comparativa entre diferentes estratégias de ensino, em quais observou-se a utilização de imagens, e estudos sem presença de imagens. Foram analisadas 23 publicações coletadas do banco de dados da revista de Ensino de Bioquímica no período de 2009-2019, e verificaram-se 18 palavras sinônimas de argumentação ou que indicaram tal presença. Dentre as 91,3% publicações com utilização de imagens foram encontradas: compreensão (36,75%), discussão (29,48%) e reflexão (3,84%). Dessarte, constatou-se que a imagem pode atuar como uma ferramenta metodológica que promove a argumentação científica no Ensino de Bioquímica.

**Palavras-chave:** Ensino superior. Estratégia de ensino. Metavizualização. Metacognição.

**Abstract:** Research in education and teaching has been concerned with developing methodologies or strategies, where students can better understand the content treated in the classroom. In this sense, this study aims to verify if the use of the image presents efficiency as an effective methodological tool or aid in the development of scientific argumentation in the Teaching of Biochemistry. Thus, a comparative analysis was carried out between different teaching strategies, in which the use of images was observed, and studies without the presence of images. Twenty-three publications collected from the database of the journal of Teaching of Biochemistry were analyzed between 2009 and 2019, and there were 18 words synonymous with argumentation or that indicated such presence. Among the 91.3% publications using images, the following was found: understanding (36.75%), discussion (29.48%), and reflection (3.84%). Thus, it was found that the image can act as a methodological tool that promotes scientific argumentation in the Teaching of Biochemistry.

**Keywords:** Higher education. Teaching strategy. Metavizualization. Metacognition.

## Introdução

<sup>1</sup> Licenciado em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Bioquímica Toxicológica (UFSM). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1562213334161060>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4220-3258>. E-mail: [thiagovsilva@gmail.com](mailto:thiagovsilva@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Licenciada em Ciências Biológicas (UFSM). Doutoranda no (PPGECQVS/UFSM). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4524254015914682>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0596-8139>. E-mail: [luanaehlejas@gmail.com](mailto:luanaehlejas@gmail.com)

<sup>3</sup> Pós-doutorado no Albert Einstein College of Medicine/USA, Doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Mestre em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Licenciada em Ciências Biológicas (UFRGS). Professora titular da Universidade Federal de Santa Maria no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4401319386725357>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5240-8935>. E-mail: [mariachitolina@gmail.com](mailto:mariachitolina@gmail.com)

No Ensino Superior, em áreas Biomédicas, mas também podendo ser estendida para áreas como a Biologia e Farmácia, a Bioquímica sempre se destacou pela sua importância como disciplina e pela dificuldade de os discentes compreenderem os conteúdos abordados (SILVEIRA e ROCHA, 2016).

A dificuldade em compreender os conteúdos de Bioquímica refletido pelos discentes deve-se principalmente à alta abstração e complexidade desses conteúdos nos semestres iniciais dos cursos.



No entanto, esses obstáculos não vedam a presença obrigatória dessa disciplina nos cursos de graduação das respectivas áreas citadas, visto que é considerada de grande importância para o entendimento de aplicações profissionais futuras (PINHEIRO et al. 2009); (SANTOS e ANACLETO, 2007).

Desde o final da década de 70, as dificuldades relacionadas à abstração e complexidade dos conteúdos abordados na disciplina de Bioquímica são motivos de preocupação e atenção por parte dos docentes, visto que provocam impasses na assimilação do conhecimento pelos estudantes (SILVEIRA e ROCHA, 2016); (LOGUERCIO; SOUZA; PINO, 2007). Além disso, com base na grade curricular dos currículos atuais, as disciplinas básicas receberam devida atenção tardiamente, quando se tornaram fundamentais para a atuação profissional (ANDRADE; SILVA; ZIERER, 2017); (SCATIGNO, 2011).

Frente ao respectivo cenário, Castanho (2002) e Esteves (2008), enfatizam que os professores têm procurado aperfeiçoar a qualidade do ensino em sala de aula de diferentes maneiras. Em função disso, as abordagens ou estratégias desenvolvidas tem exibido ênfase na integração da aprendizagem ao aproximar a teoria com a prática profissional, inserindo o discente neste âmbito como protagonista (LOGUERCIO; SOUZA; PINO, 2007); (ESTEVES, 2008); (LEÃO, 1999); (OENNING e OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Leão (1999), o professor por meio da mediação contribui com a construção do aprendizado dos estudantes, opondo-se as aulas meramente expositivas em que o conteúdo e o educador são considerados o centro da prática educacional. Infelizmente, esse modelo ainda continua sendo habitual nas instituições de ensino.

Em razão disso, atualmente, a Educação Superior tem buscado se renovar acerca do ensino-aprendizagem, por meio do uso de metodologias de ensino diferenciadas, tal como as metodologias ativas, que contribuem com a motivação dos alunos e promove a produção de conhecimento (GARZÓN et al. 2014); (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004).

Seguindo ainda nesta linha de pensamento, da qual busca-se estratégias para melhorar a compreensão de conteúdos científicos pertinentes a cada área em específico, tem-se também chamado a atenção de pesquisadores acerca de estudos e aplicações que além de buscar desenvolver uma melhor compreensão dos conteúdos, venham a aprimorar os níveis e habilidades de argumentação crítico científica e letramento científico dos discentes do Ensino Superior.

Segundo Kuhn (1993), a argumentação científica se caracteriza pela habilidade de associar dados e conclusões, verificar informações teóricas por meio de dados empíricos ou através de outras

fontes. Diante disso, de acordo com Henao e Stipcich (2008), o exercício da Ciência vai desencadear o debate, a reflexão, a polêmica, a crítica e a defesa de ideias e explicações.

Neste contexto, com relação às estratégias didáticas utilizadas para melhorar o ensino de Bioquímica, constam-se a argumentação e letramento científico, lembrando que cada área possui suas particularidades dentro da linguagem científica. Deste modo, a presente pesquisa tem como questão norteadora, verificar se a imagem pode ser uma efetiva ferramenta metodológica ou auxiliadora para o desenvolvimento da argumentação científica no Ensino Superior.

Realizou-se uma análise comparativa entre estratégias de ensino (Tabela 2). Com base em estudos que apresentam a utilização de imagens em sua aplicabilidade e estratégias de ensino que trabalham somente com escrita e diálogo (debates), tal como, atividades de resolução de problemas (PBL) e atividades em equipes (ABE).

À vista disso, será exposta uma avaliação de possível eficiência da imagem como ferramenta metodológica para o desenvolvimento da argumentação científica no Ensino de Bioquímica.

## **Metodologia**

A construção e elaboração desta pesquisa considerou as seguintes etapas: delimitação da pesquisa; coleta de dados; procura das palavras-chave; busca e armazenamento dos resultados; eleição de artigos científicos através do resumo de acordo com critérios de inclusão e exclusão estabelecidos neste estudo; extração das informações dos artigos selecionados; síntese e interpretação dos dados.

Com base no problema de pesquisa, formulou-se a seguinte questão: Há desenvolvimento do potencial de argumentação científica na disciplina de Bioquímica quando são utilizadas estratégias de ensino com presença de imagens comparado com os mecanismos de ensino que não utilizam imagens?

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: artigos científicos completos que englobam estratégias didáticas que trabalham ou não com conteúdo imagético. Além disso, desenvolvimento implícito ou explícito do potencial de argumentação, no contexto da graduação, publicados entre 2009-2019. Para mais, foram excluídos artigos de revisão, dissertações de mestrado, teses de doutorado, editoriais, e estudos que não abordavam o ensino de conteúdos de Bioquímica.

Este estudo teve como direcionamento a busca de artigos no banco de dados eletrônico da revista de Ensino de Bioquímica. Em seguida, foi efetuada uma investigação desses artigos baseado nos respectivos resumos, verificando àqueles que abordavam os critérios de inclusão (artigos completos que trabalham ou não com conteúdo imagético e desenvolvimento implícito ou explícito do

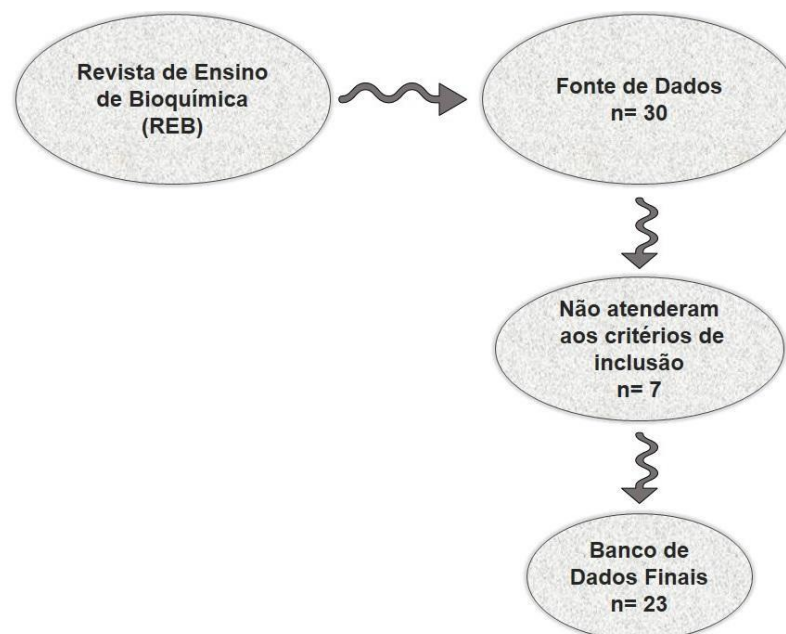
potencial de argumentação, no contexto da graduação, publicados entre 2009-2019). Posteriormente à análise dos resumos, os artigos selecionados foram obtidos na íntegra e, em seguida examinados.

Foram extraídas as seguintes informações dos artigos científicos: palavras sinônimas de argumentação ou que indicaram tal presença, aparecimento ou não de conteúdo imagético, estratégia didática de ensino presente no estudo, conteúdos de bioquímica abordados, e ano de publicação.

### Resultados e Discussão

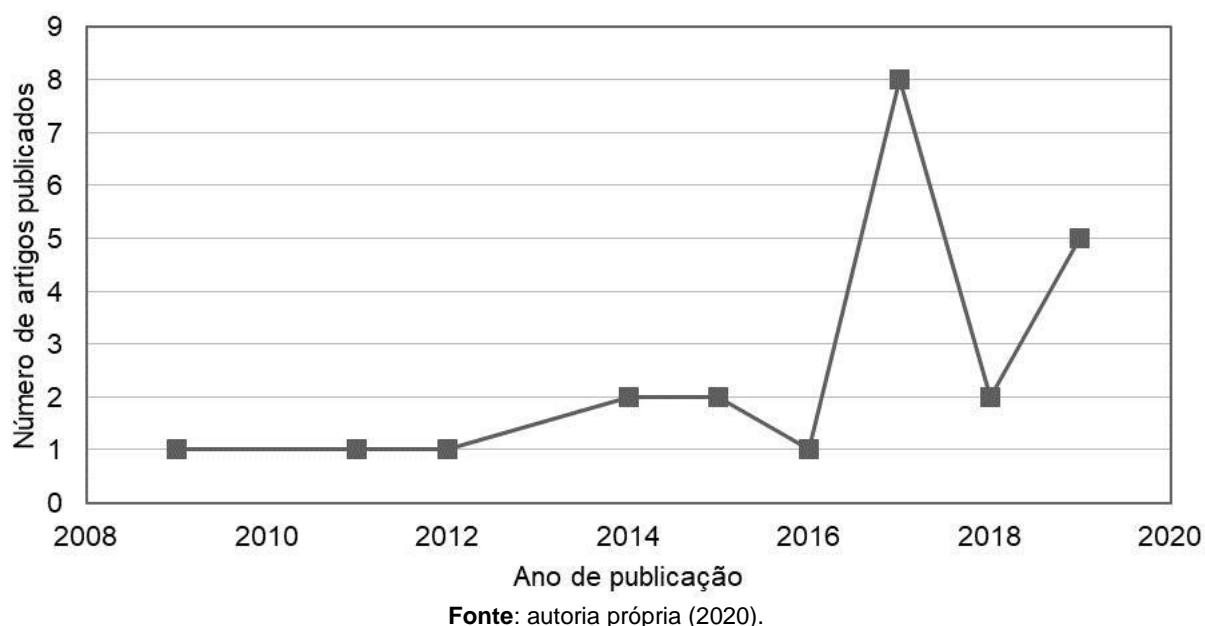
A partir dos critérios de inclusão estabelecidos nesta pesquisa, foram encontrados 23 artigos científicos, de um total de 30 artigos inicialmente coletados do banco de dados da Revista de Bioquímica. Sete foram excluídos, pois apresentavam metodologias voltadas para o Ensino Médio, em função disso, não concordavam com os critérios de inclusão. A seguir, o encadeamento do estudo está demonstrado na Figura 1.

**Figura 1.** Esquema do resultado de buscas em fonte de dados.



**Fonte:** autoria própria (2020).

A média anual de artigos publicados no período analisado de (2009-2019) foi de 2,5%, sendo que o maior número de publicações se concentra no ano de 2017, conforme demonstra a (Figura 2) a seguir:

**Figura 2.** Número de publicações por ano no período de 2009-2019.

A maior parte das publicações analisadas foram desenvolvidas no Brasil (22 publicações), sendo que uma delas foi desenvolvida na Índia. Dentre os artigos produzidos no Brasil, apresentam-se distribuídos entre os estados de São Paulo com 31,81%, em seguida, Minas Gerais com 13,63% e por fim, Rio Grande do Sul com 9,09%. O restante dos estados como Ceará, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiás, Pará, Piauí, Bahia, Paraná, Rio Grande do Norte e Santa Catarina contribuíram com 4,54% cada. Seguidamente, os artigos do banco de dados final estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Artigos com estratégias didáticas para o Ensino de Bioquímica no Ensino Superior entre 2009-2019.

	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>AUTOR(ES)</b>	<b>ANO</b>
1	Proposta de uma metodologia para o ensino da estrutura e função das proteínas na disciplina de Bioquímica.	SABINO, G; AMARAL, F. C; SABINO, C. V. S; KATTAH, L. R.	2009
2	Um objeto de aprendizagem para o estudo interativo da Glicogênese Hepática pelas vias direta e indireta.	TRINDADE, V. M. T; PASTORIZA, B. S; VIANNA, L. P; SALBEGO, C. G; PINO, J. C. D.	2011
3	Estratégia para o ensino do metabolismo dos carboidratos para o curso de farmácia, utilizando metodologia ativa de ensino.	COVIZZI, U. D. S; LOPES-DE ANDRADE, P. F.	2012

- |    |  |  |      |
|----|--|--|------|
| 4  | O ensino-aprendizagem Online de Bioquímica e as ferramentas de mediação: um estudo de caso.  | FERREIRA, A. O; LIMA, C. A; HORNINK, G. G.   | 2014 |
| 5  | Mapas conceituais no Ensino de Bioquímica, uma Integração entre conceitos científicos.   | SCHIMIDT, D. B; HEGGENDORNN, L. H; PEREIRA, H. S; VIEIRA, V; AGUIAR-ALVES, F.                              | 2014 |
| 6  | Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no Ensino de Bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.  | ALCÂNTARA, N. R; FILHO, A. V. M.   | 2015 |
| 7  | Proposta de um modelo de simulação de análise de espectrometria de massa para aulas práticas de bioquímica no ensino superior.   | BARBOSA, E. F.   | 2015 |
| 8  | Diagnóstico e intervenções no Ensino de Bioquímica.  | SCATIGNO, A.C; TORRES, B. B.   | 2016 |
| 9  | Uso de gamificação em aulas de Bioquímica como ferramenta de engajamento e motivação no Ensino Superior.   | SILVA, Y. R. O; TODA, A. M; ISOTANI, S. XAVIER, L. P.  | 2017 |
| 10 | A construção e aplicação de modelos didáticos no Ensino de Bioquímica.   | ZIERER, M. S.  | 2017 |
| 11 | “METABOLIC RIDE” uma ferramenta de avaliação conceitual para o ensino de bioquímica metabólica para os alunos de graduação em ciências biológicas e áreas correlatas.                  | GAETA, H. H; ORTOLAN, B. D; RODRIGUES, C. F. B; COSTA, C. R. C; BELCHOR, M. N; TOYAMA, D. O; TOYAMA, M. H. | 2017 |
| 12 | “Biotechnological War” uma ferramenta de avaliação conceitual e de percepção para o ensino de Biotecnologia e química de proteínas para os alunos de graduação em Ciências Biológicas. | TOYAMA, M. H; GAETA, H. H; ORTOLAN, B. D; RODRIGUES, C. F. B; COSTA, C. R. C; BELCHOR, M. N; TOYAMA, D. O. | 2017 |
| 13 | Bioquímica e Literatura: Contos e Crônicas – uma abordagem por meio da aprendizagem colaborativa.  | PRADO, S. R. T.  | 2017 |
| 14 | Tutorial Estrutura e Estabilidade do DNA: Animações interativas da estrutura tridimensional do DNA.  | FONSECA, L; MARSON, G; SOUZA-PINTO, N.   | 2017 |

15	Impacto do ensino do Ciclo da Ureia por meio do “vídeo animado” versus o método de retroprojeter: percepção dos estudantes do primeiro ano bacharelado em Odontologia.	AZIZ, A. S; SURYAKAR, A. N; DIKSHIT, M.	2017
16	Estudos dirigidos inovadores para a aprendizagem significativa de bioquímica no curso de Biologia: uma pesquisa baseada em design.	COSTA, C; GALEMBECK, E.	2017
17	Ensino híbrido e gamificação aplicado no ensino de Bioquímica.	JÚNIOR, A. A. S; ANDRADE, G. P. V. A; SANTOS, E. A.	2018
18	Realidade virtual no ensino de vias metabólicas.	GARZÓN, J. C. V; MAGRINI, M;	2018
		GALEMBECK, E.	
19	Ferramentas de bioinformática aplicadas ao ensino de biotecnologia.	NASCIMENTO, Y. A. P; SARAIVA, L. F. M.	2019
20	Análise dos conhecimentos dos acadêmicos das áreas biológicas e saúde sobre o dogma “DNA-RNA-Proteína”.	ANDRADE, V. R. M; STAUDT, K. J; MOERSCHBACHER, S. W; AJALA, E. R; FIORIN, T. M; SANTOS, A. V; LAWALL, I. T.	2019
21	Construção de modelos 3D impressos como estratégia para a aprendizagem do conceito de interação enzima-substrato.	ALMEIDA, J. F; KIILL, K. B.	2019
22	Isolamento e purificação de sideróforos bacterianos: uma abordagem educacional multidisciplinar.	CANESCHI, W. L; SANCHEZ, A. B; PEREIRA, J. G; GARCIA, C. C. M; MOREIRA, L. M.	2019
23	Aprendizagem baseada em equipes no ensino de Bioquímica na graduação.	WINTER, E; CARDOSO, F. P.	2019

---

**Fonte:** autoria própria (2020)

Com base na (Tabela 1), pode-se observar um grande número de publicações que utilizam estratégias de ensino relacionadas com as metodologias ativas. Isso demonstra a preocupação dos professores e pesquisadores na aplicação desse tipo de procedimento de uma forma mais intensa, evidenciando que a Educação Superior transita por uma mudança de paradigma com referência ao

ensino-aprendizagem dos estudantes (GARZÓN et al. 2014). A seguir, as metodologias ou estratégias de ensino utilizadas pelos artigos descritos neste trabalho estão exibidas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Estratégias de ensino presentes nos estudos realizados no período de 2009-2019.

<b>ATIVIDADE ACADÊMICA</b>	<b>Nº DE ARTIGOS</b>	<b>PORCENTAGEM DE ARTIGOS (%)</b>
Uso de tecnologias	9	39,13
Uso de jogos	3	13,04
Criação de modelos	2	8,69
Uso de mapas conceituais	2	8,69
Metodologias ativas com estratégias integradas	2	8,69
Atividade experimental	1	4,34
Uso de imagens para o ensino	1	4,34
Aprendizagem baseada em equipes (ABE)	1	4,34
Aprendizagem baseada em problemas (PBL)	1	4,34
Aprendizagem colaborativa	1	4,34

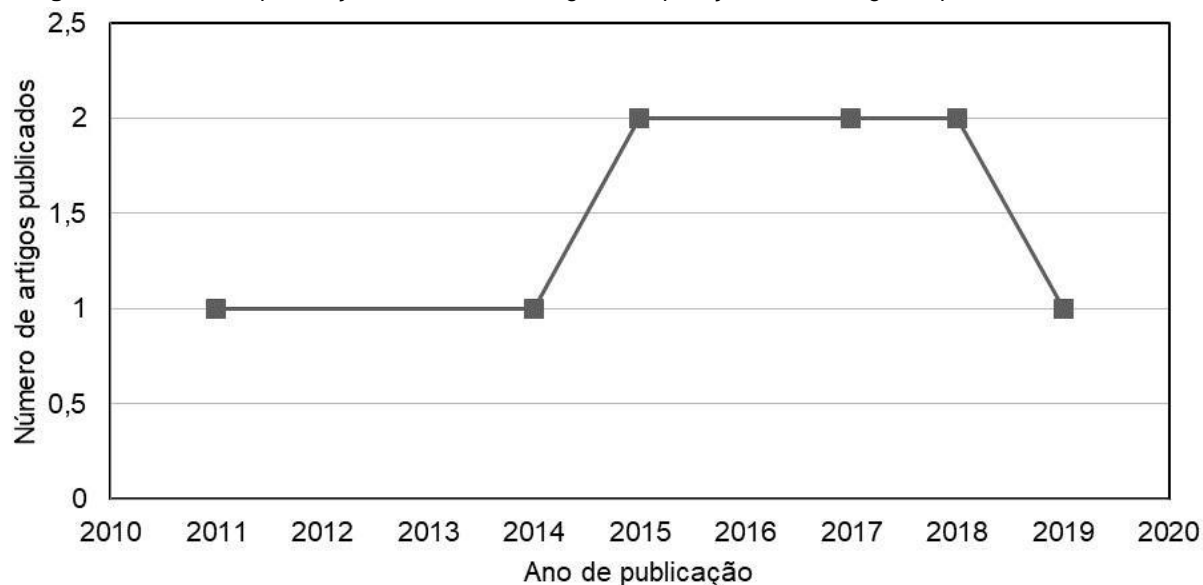
**Fonte:** autoria própria (2020)

Como pode-se observar através da descrição exposta na (Tabela 2), tem-se maior frequência estratégias de ensino voltadas para o uso de tecnologia (39,13%), seguido de uso de jogos (13,04%). Evidenciando que o desenvolvimento dessas estratégias vem se tornando cada vez mais utilizada no ensino-aprendizagem de bioquímica no Ensino Superior.

Contatou-se que em relação a aplicação de estratégias voltadas à tecnologia, foram encontradas atividades como bioinformática (NASCIMENTO e SARAIVA, 2019), realidade virtual (GARZÓN; MAGRINI; GALEMBECK, 2018), aulas presenciais, online e jogos (JÚNIOR; ANDRADE; SANTOS, 2018), elaboração de aplicativos para o ensino de Bioquímica (TRINDADE et al. 2011); (ALCÂNTARA e FILHO, 2015), simulações (BARBOSA, 2015) e animações (FONSECA; MARSON; SOUZA-PINTO, 2017); (AZIZ; SURYAKAR; DIKSHIT, 2017). Com relação a frequência de publicações

anuais, realizadas a partir da utilização de tecnologias, observou-se a seguinte distribuição exibida na Figura 3.

**Figura 3.** Número de publicações anual de estratégias de aplicação de tecnologia no período de 2011-2019.



**Fonte:** autoria própria (2020).

A média anual de publicações de trabalhos relacionados com a utilização de tecnologias como estratégia de ensino entre 2011-2019 foi de 1,5%. Segundo Winter e Cardoso (2014), um dos motivos pelo qual tem-se utilizado esse tipo de metodologia, é que a educação e a comunicação estão frequentemente se modernizando mediante as possibilidades fornecidas pelas mais variadas inovações tecnológicas.

Neste âmbito, conforme Lévy (1993), pode-se constatar três averiguações: 1. Refere-se à velocidade de atualização e aparecimento dos saberes; 2. Relaciona-se com a transação de conhecimentos que evoluem velozmente; 3. Destaca-se que o ciberespaço dá apoio as tecnologias intelectuais, amplificando e exteriorizando muitas utilidades cognitivas do ser humano, tal como (memória ao utilizarmos arquivos digitais, imaginação proporcionada através de simulações, sensores digitais, realidade virtual aumentada e raciocínio lógico associado com a inteligência artificial).

No entanto, o uso de tecnologias como estratégias de ensino, mesmo promovendo vários benefícios, tem sido pouco desenvolvida no meio acadêmico. De acordo com Stinghen (2016), isso se deve à falta de capacitação dos docentes para lidar com esse tipo de ferramenta e resistência quanto ao uso das mesmas.



Sendo assim, deve-se buscar incentivar os profissionais da educação para a aplicação desses recursos, bem como, realização de capacitações a fim de criar uma relação mais confortável entre professores e a utilização de tecnologias.

Posteriormente, estão descritos no (Quadro 1) os conteúdos científicos desenvolvidos nos artigos, número de artigos, presença de imagens de forma direta, presença de imagens de forma indireta, sem presença de imagens e autor(es) correspondente(s).

**Quadro 1.** Relação entre os temas abordados nas estratégias, frequência nos artigos e presença de imagens de forma direta e indireta no período de 2009-2019.

<b>CONTEÚDO</b>	<b>NÚMERO DE ARTIGOS</b>	<b>PRESEÇA DE IMAGENS DE FORMA DIRETA</b>	<b>PRESEÇA DE IMAGENS DE FORMA INDIRETA</b>	<b>SEM PRESEÇA DE IMAGENS</b>	<b>AUTOR(ES)</b>
Conceito de biotecnologia, gene e polimorfismo	1	X			NASCIMENTO e SARAIVA (2019)
Estrutura e função das proteínas	2	X	X		SABINO (2009); TOYAMA et al. (2017)
Síntese de Glicogênio	1	X			TRINDADE et al. (2011)
Metabolismo dos carboidratos	1		X		COVIZZI e LOPES-DE ANDRADE (2012)
Metabolismos com base em conceitos básicos da termodinâmica e via glicolítica	1		X		FERREIRA; LIMA; HORNINK, (2014)
Introdução ao metabolismo	1	X			SCHIMIDT (2014)
Carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos	1	X			ALCÂNTARA e FILHO (2015)

Base química para análise de dados bioquímicos	1	X			SCATIGNO e TORRES (2016)
Macromoléculas; Metabolismo Energético; Biossíntese de Moléculas da Vida	1		X		SILVA et al. (2017)
Modelos de macromoléculas (proteínas, carboidratos, lipídeos, ácidos nucléicos), biossinalização e membranas biológicas	1	X			ZIERER (2017)
Metabolismo; Integração metabólica; Funções e nomenclatura das principais enzimas do metabolismo	1		X		GAETA et al. (2017)
Glicólise e Ciclo de Krebs	1	X			GARZÓN; MAGRINI; GALEMBECK, (2018)
Compreensão de constituição elementar e estruturas das biomoléculas para simulações e análises bioquímicas com	1		X		BARBOSA (2015)

busca em banco de dados online	1		X		BARBOSA (2015)
Conceito de macromoléculas e entendimento de seus metabolismos e inter-relações metabólicas	1			X	PRADO (2017)
Compreensão da estrutura e tipos de interações da molécula de DNA	1	X			FONSECA; MARSON; SOUZA-PINTO, (2017)
DNA, RNA e PROTEÍNA	1	X			ANDRADE et al. (2019)
Metabolismo, Ciclo da ureia.	1	X			AZIZ; SURYAKAR; DIKSHIT, (2017)
Interação enzima substrato	1	X			ALMEIDA e KIILL (2019)
Metabolismo bacteriano, sideróforos e cromatografia	1		X		CANESCHI et al. (2019)
Metabolismo de lipídios	1			X	WINTER e CARDOSO (2019)
Relações entre a estrutura e constituição das proteínas, cinética enzimática e inibição enzimática	2	X	X		COSTA e GALEMBECK (2017); JÚNIOR; ANDRADE; SANTOS, (2018)
<b>Total</b>	(23) 100%	(13) 56,52%	(8) 34,78%	(2) 8,70%	

Fonte: autoria própria (2020).

Mediante o (Quadro 1), pode-se observar que a maior parte das publicações (56,52%) contém a presença de imagens de uma forma direta (PIFD). Onde as imagens auxiliam no desenvolvimento da estratégia, e também são utilizadas como ferramenta principal, para alcançar um melhor desempenho dos estudantes no ensino de Bioquímica. Além disso, foram verificadas publicações em menor parte (34,78%) com presença de imagens de uma forma indireta (PIFI), sendo caracterizada pelo auxílio das imagens, porém não equivalendo como ferramenta principal do estudo. Por fim, foram encontradas publicações sem a presença de imagens (8,70%).

Quanto ao objetivo da presença direta ou indireta das imagens (estáticas ou dinâmicas), respectivamente representadas como imagens 2D e 3D (VRIES; FERREIRA; ARROIO, 2014), são consideradas como ferramenta principal ou ferramenta auxiliar para o ensino de Bioquímica.

Neste contexto, considera-se a questão da visualização àquilo que antes era apenas imaginado. Concebendo um novo ponto de vista aos discentes, com o objetivo de que a educação seja mais benéfica, proporcionando dinamismo na apresentação das informações, dado que se caracteriza como uma metodologia que pode auxiliar na compreensão de etapas bioquímicas mais complexas. Ademais, expressa conceitos teóricos de maneira mais participativa, auxiliando no entendimento dos conteúdos considerados de natureza abstrata (NASCIMENTO e SARAIVA 2019).

Os autores Galagovsky et al. (2003), reiteram que compreender conceitos científicos inclui a habilidade do estudante em relacionar e gerenciar distintos modos representacionais. Tendo como exemplo, formas gráficas, verbais, matemáticas, cinestésicas, experimentais ou diagramáticas. Deste modo, torna-se indispensável o desenvolvimento de novas metodologias de ensino com o intuito de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Sabino (2009), tornar possível a visualização dos conteúdos que englobam a estrutura de biomoléculas permite que os educandos fortaleçam conceitos fundamentais referentes ao tema e colabora com a contextualização dos conteúdos da disciplina de bioquímica acerca de questões do dia a dia e com referência à prática profissional.

Desta maneira, o uso de modelos físicos (principalmente em 3D) contribui para a visualização de conceitos teóricos não observável diretamente abordados nesta disciplina. Sendo assim, os modelos são considerados uma analogia ao fenômeno real construídos de modo a descomplexificar a compreensão de conceitos científicos (SABINO, 2009).

A elaboração de aplicativos para auxiliar no ensino de bioquímica, busca desenvolver dois tipos de espaços, sendo um destinado à informação conceitual e outro à representação em forma de animação. Diante disso, o último é considerado primordial, visto que facilita a compreensão de

conceitos abstratos de modo a alcançar o entendimento das reações químicas constituintes de rotas metabólicas (TRINDADE et al. 2011).

Conforme Silva et al. (2013), uma das vantagens de utilizar Software Educativo (SE) se dá em virtude do apelo visual, que emprega o uso de cores, imagens e personagens, especialmente quando se opõem ao Ensino Tradicional. Contudo, mesmo que não tenham a dinâmica dos aplicativos, quando associados a livros e quadros, influenciam os aprendizes na atração pelo mundo virtual (SILVA; CORTEZ; OLIVEIRA, 2013).

Em relação aos mapas conceituais, estudos indicam que quando os educandos utilizam diagramas e imagens aprimoram modelos mentais de maneira significativa, ao invés de apenas se guiarem através de textos.

Conforme Maffra (2011), no decorrer do desenvolvimento de um mapa conceitual, os conceitos são empregues dentro de uma figura geométrica, ao mesmo tempo que as relações entre eles são apresentadas por meio de frases de ligações, expressadas por linhas que conectam os conceitos. Desta maneira, os mapas conceituais oportunizam que o educando coordene seus conhecimentos em conformidade com os antigos e novos conceitos obtidos.

Outro ponto a destacar é a importância da apresentação visual acerca da estética, sendo um dos motivos responsáveis por manter os aprendizes atraídos pela experiência lúdica, chamando a atenção dos mesmos e mantendo o interesse quanto ao desenvolvimento e aprendizagem dos conteúdos referentes ao ensino de Bioquímica (SILVA et al. 2017).

Nas atividades experimentais, também advém o auxílio de imagens relacionadas com a presença de cores em testes de identificação de análises bioquímicas. Onde, a formação de determinada cor proporciona uma melhor visualização, que caracteriza a presença de substâncias específicas e possibilita uma compreensão acerca do que pode estar ocorrendo em nível submicroscópico (CANESCHI et al. 2019).

Além do mais, é importante ressaltar que com relação a presença de imagens de forma direta ou indireta (PIFD; PIFI) nos artigos mencionados neste estudo, foram encontrados (39,13%) referente a estratégias que visam a utilização de ferramentas tecnológicas e desse total (17,39%) criam modelos didáticos de ensino em 3D, através dessas ferramentas.

Com referência a (Figura 3), na qual consta o período de publicações referente à aplicação de ferramentas tecnológicas no ensino de Bioquímica, no período entre 2011-2019, a média de publicações anuais foi de (1,5%). Neste contexto, pode-se observar que nos últimos 3 anos tem-se publicado estudos sobre a produção de modelos em 3D, utilizados como estratégia metodológica no

ensino superior, decorrente da possível percepção dos educadores com relação aos benefícios desse tipo de estratégia.

Não se trata de qual das expressões de visualização desenvolvidas pelas estratégias (2D ou 3D) são melhores. Uma vez que, ambas têm real importância e significância no processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica no Ensino Superior. Pois, cada uma dessas estratégias apresenta particularidades que trabalham determinado ponto de desenvolvimento do ensino. Porém, quando empregadas de forma conjunta se tornam fundamentais para o processo de compreensão dos conteúdos abordados por cada um dos artigos aqui apresentados.

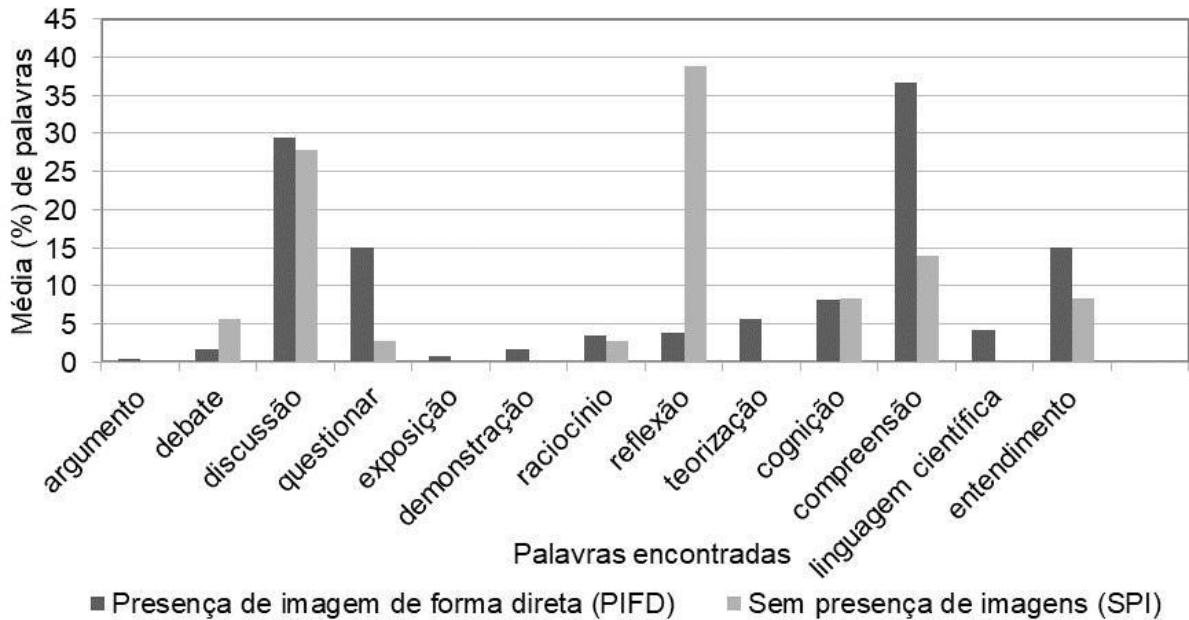
Estudos mostram que muitas das dificuldades de aprendizado são derivadas da desintegração dos níveis representacionais quanto aos fenômenos químicos e bioquímicos: macroscópico, submicroscópico e simbólico fundamentais para a aprendizagem significativa (MARSON e TORRES, 2011).

Até aqui foram apresentadas discussões e resultados frente ao objetivo de trabalhar com imagens, tanto de forma direta quanto de forma indireta, como foi visto em alguns estudos. Além disso, como as imagens podem ser auxiliadoras no processo de ensino e aprendizagem.

Entretanto, a pergunta norteadora deste trabalho frente a todos os resultados e discussões apresentados, visa verificar se a presença de imagens auxilia no desenvolvimento da argumentação científica. Para tal análise, a discussão terá como base a comparação dos resultados apresentados pelos artigos que apresentam imagens de forma direta (PIFD) e os que não utilizam recursos imagéticos para a construção de estratégias de ensino.

Posteriormente, encontram-se descritos na (Figura 4), os artigos com palavras relacionadas ao desenvolvimento da argumentação (sinônimos) ou que indiquem tal presença. Dessas, foram analisadas 18 palavras, e estão expostos os aspectos descritos de forma qualitativa e quantitativa, acerca dos artigos com presença de imagens de forma direta (PIFD) e sem presença de imagens (SPI) no período de 2009-2019.

**Figura 4.** Relação de palavras (sinônimos da palavra argumentação ou que indiquem tal presença) e suas médias percentuais por artigo com (PIFD) ou (SPI), no período de 2009-2019.



Fonte: autoria própria (2020).

Pode-se observar na (Figura 4), entre as palavras-chave (sinônimas ou não da palavra argumentação), em maior quantidade de acordo com suas médias percentuais e considerando suas relações entre os artigos com presença de imagem de forma direta (PIFD) ou sem presença de imagem (SPI) as seguintes palavras: discussão com 29,48% (PIFD) e 27,77% (SPI); reflexão com 3,84% (PIFD) e 38,88% (SPI); e compreensão com 36,75% (PIFD) e 13,88% (SPI).

Através dos resultados encontrados, observa-se que no quesito referente a palavra discussão, nos artigos com a presença de imagens de forma direta (PIFD) foram analisados 13 estudos e com base nos artigos sem a presença de imagens (SPI) foram examinados três trabalhos. Com relação aos aspectos da metodologia apresentada por esses estudos, consta-se uma abordagem com referência a discussão, como uma das formas de fazer com que os educandos possam desenvolver a argumentação científica.

Em conformidade com Perelman (1987), a argumentação é constituída pela comunicação, diálogo e discussão. Além disso, de acordo com Perelman e Olbrechts-Tyteca (1996), o objeto de investigação da teoria da argumentação é formada pelos recursos discursivos de modo a alcançar a aceitação dos indivíduos, com ênfase na técnica que usa a linguagem a fim de persuadir e convencer.

A palavra referente ao aspecto de reflexão, é identificada nos artigos (SPI) em uma proporção muito maior se comparada com a presença da mesma nos artigos (PIFD), sendo respectivamente 38,88% e 3,84%.

À vista disso, a maior parte da média percentual com relação a presença da palavra reflexão está localizada no artigo “Bioquímica e Literatura: Contos e Crônicas - uma abordagem por meio da aprendizagem colaborativa” do autor Prado (2017), exposto na (Tabela 1).

O respectivo estudo, apresenta uma metodologia de forma colaborativa entre as disciplinas de Bioquímica e Literatura, que tem como objetivo promover uma prática mais reflexiva, com a finalidade de aprimorar a habilidade de escrita de diferentes textos que divergem da respectiva formação técnica, como também, exercitar a apresentação oral de trabalhos e desenvolvimento da capacidade reflexiva de autoavaliação.

Dentre os artigos analisados, constatou-se um estudo que apresenta como foco principal a reflexão, processo de escrita e argumentação por meio da apresentação oral. Corroborando de forma específica para uma melhor aquisição do processo argumentativo por parte dos estudantes, quanto ao conteúdo científico da disciplina de Bioquímica.

Conforme Silva (2009), o exercício de avaliação reflexiva baseia-se na busca pelo conhecimento. E de acordo com Hoffmann (1994), fazer uso de um diálogo instigante, motivador, contribui para que o educando busque novas informações de modo a encontrar novos significados, novos conhecimentos, tornando o ato do diálogo um processo de ação-reflexão-ação.

Além do mais, Hoffmann (1994), enfatiza que para haver um processo de reflexão, deve-se existir diálogo (discussão) sobre determinado assunto abordado. Assim, neste trabalho, foi verificado que um dos dois trabalhos com (PIFD), referentes a identificação da palavra reflexão, conteve um percentual de 55% da palavra diálogo, da média percentual total de todos os artigos analisados.

A palavra compreensão, assim como as demais examinadas anteriormente, apresenta quantitativamente uma alta identificação nos artigos com (PIFD) com relação aos artigos (SPI), o que mostra uma diferença de aproximadamente 23% da média percentual total apresentada na Figura 1.

Os autores Jiménez-Aleixandre e Frederico-Agraso (2006), salientam que o desenvolvimento da prática argumentativa em sala de aula pode facilitar os educandos na compreensão de conceitos científicos na medida em que exige um pensamento mais organizado e persuasivo.

De acordo com Vieira e Nascimento (2013), a organização do pensamento por meio da sistematização dos conceitos e o estabelecimento de relações entre eles proporciona a construção de competências e habilidades investigativas e epistemológicas, como também permite um posicionamento crítico mediante temas com implicações sociocientíficas.



Assim, como salienta Ferreira e Muniz (2020), a Educação precisa estar sempre se adaptando, por meio de novas práticas pedagógicas, procedimentos inovadores e a procura por novas estratégias de ensino, de modo a alcançar uma educação de qualidade, significativa e libertadora para os nossos aprendizes.

### Considerações Finais

Observou-se através dos dados coletados a preocupação por parte dos professores, apesar de não terem como objetivo usar a imagem como uma ferramenta para o desenvolvimento da argumentação científica, mas como um instrumento para auxiliar ou chamar a atenção dos estudantes.

Destaca-se também através dos dados expostos, que a tecnologia vem tomando conta de certa forma das publicações relacionadas ao ensino de Bioquímica, mostrando a necessidade de os docentes estarem preparados para lidar

com esse tipo de ferramenta, as quais têm por objetivo a visualização e entendimento relacionados ao ensino dos conteúdos de Bioquímica.

Desta forma, fundamentado nos dados e resultados alcançados neste trabalho, pode-se constatar a relevância da imagem como ferramenta metodológica no ensino, sendo ela utilizada efetivamente ou de forma auxiliar para o desenvolvimento da argumentação científica na disciplina de Bioquímica.

Além disso, por meio da argumentação científica foi observado uma maior apropriação da linguagem científica com relação aos conteúdos abordados na disciplina de bioquímica no Ensino Superior.

### Referências

ALCÂNTARA, N. R. de.; FILHO, A. V. de M. Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de Bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Revista de Ensino de Bioquímica, Goiás, v. 13, n. 3, ago./dez. 2015. Disponibilidade em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b3e8/7ca0d31b17954a8507e60ddb3fe908b7c4bd.pdf?ga=2.87287128.1529989045.1591189448-1336063855.1583196349>. Acesso em: 13 abr. 2020.

ALMEIDA, J. F.; KIILL, K. B. Construção de Modelos 3D impressos como estratégia para a aprendizagem do conceito de interação enzima-substrato. Journal of Biochemistry Education, Minas Gerais, v. 17, n. Esp. jan./jun. 2019. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/P6>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ANDRADE, R. S. B. de.; SILVA, A. F. da S.; ZIERER, M. de S. Avaliação das dificuldades de aprendizado em Bioquímica dos discentes da Universidade Federal do Piauí. Journal of Biochemistry Education, Piauí, v. 15, n. 1, fev./jul. 2017. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/690>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ANDRADE, V. R. M.; STAUDT, K. J.; MOERSCHBACHER, S. W.; AJALA, E. R.; FIORIN, T. M.; SANTOS, A. V. dos; LAWALL, I. T. Análise do conhecimento dos acadêmicos das áreas biológicas e saúde sobre o dogma

"DNA – RNA – Proteína". *Journal of Biochemistry Education*, Rio Grande do Sul, v. 17, n. 1, mai.2018/apr. 2019. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/793>. Acesso em: 14 abr. 2020.

AZIZ, A. S.; SURYAKAR, A. N.; DIKSHIT, M. Impacto do ensino do Ciclo da Ureia por meio do “vídeo animado” versus o método de retroprojeter: percepção dos estudantes do primeiro ano de bacharelado em odontologia. *Journal of Biochemistry Education*, Pune - Índia, v. 15, n. 2, set./ago. 2017. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/735/605>. Acesso em: 14 abr. 2020.

BARBOSA, E. F. Proposta de um modelo de simulação de análises de espectrometria de massa para aulas práticas de Bioquímica no Ensino Superior. *Journal of Biochemistry Education*, Bahia, v. 13, n. 3, ago./dez. 2015. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/556/0>. Acesso em: 13 abr. 2020.

CANESCHI, W. L.; SANCHEZ, A. B.; PEREIRA, J. G.; GARCIA, C. C. M.; MOREIRA, L. M. Isolamento e purificação de sideróforos bacterianos: uma abordagem educacional multidisciplinar. *Journal of Biochemistry Education*, Minas Gerais, v. 17, jan./jun. 2019. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/P5>. Acesso em: 14 abr. 2020.

CASTANHO, M. E. Professores de Ensino Superior da área da Saúde e sua prática pedagógica. *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, Campinas - SP, v. 6, n. 10, 2002. Disponibilidade em: <https://www.scielo.br/pdf/icse/v6n10/05.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. *Caderno de Saúde Pública*, São Paulo, v. 20, n. 3, 2004. Disponibilidade em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v20n3/15>. Acesso em: 08 abr. 2020.

COSTA, C. da.; GALEMBECK, E. Estudos dirigidos inovadores para a aprendizagem significativa de bioquímica no curso de biologia: uma pesquisa baseada em design. *Journal of Biochemistry Education*, Campinas, v. 15, n. 2, ago./dez. 2017. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/737/609>. Acesso em: 14 abr. 2020.

COVIZZI, U. D. S.; LOPES-DE ANDRADE, P. de F. Estratégia para o ensino do metabolismo dos carboidratos para o curso de farmácia, utilizando metodologia ativa de ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, São Paulo, n. 1, 2012. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/169/157>. Acesso em: 13 abr. 2020.

ESTEVES, M. Para a excelência pedagógica do ensino superior. *Revista de Ciências da Educação*, Lisboa, n. 7, set./dez. 2008. Disponibilidade em: <http://sisifo.ie.ulisboa.pt/index.php/sisifo/article/viewFile/122/202>. Acesso em: 06 abr. 2020.

FERREIRA, A. O.; LIMA, C A.; HORNINK, G. G. O ensino-aprendizagem *online* de Bioquímica e as ferramentas de mediação: um estudo de caso. *Revista de Ensino de Bioquímica*, Minas Gerais, v. 12, n. 1, jan./jul. 2014. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/287>. Acesso em: 13 abr. 2020.

FERREIRA, M. I. C. V.; MUNIZ, S. de S. A ludicidade como estratégia de apoio na aprendizagem dos alunos nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Humanidades & Inovação*, Tocantins, v. 7, n. 8, fev./mar. 2020. Disponibilidade em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/3367>. Acesso em: 05 jun. 2020.

FONSECA, L. A. B. V.; MARSON, G. A.; SOUZA-PINTO, Nadja C. de. Tutorial Estrutura e Estabilidade do DNA: animações interativas da estrutura tridimensional do DNA. *Journal of Biochemistry Education*, São Paulo, v. 15, mar./out. 2017. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/715>. Acesso em: 14 abr. 2020.

GAETA, H. H.; ORTOLAN, B. D.; RODRIGUES, C. F. B.; COSTA, C. R. da C.; BELCHOR, M. N.; TOYAMA, D. de O.; TOYAMA, M. H. "METABOLIC RIDE" uma ferramenta de avaliação conceitual para o ensino de bioquímica metabólica para os alunos de graduação em ciências biológicas e áreas correlatas. *Journal of Biochemistry Education*, São Paulo, mar./dez. 2017. Disponibilidade em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2be8/8c2bbe0ebeda229a5f2969641e120fef091d.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

GALAGOVSKY, L. R.; RODRÍGUEZ, M. A.; STAMATI, N.; MORALES, L. F. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, Buenos Aires, v. 21, n. 1, 2003. Disponibilidade em: <https://core.ac.uk/download/pdf/38990728.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

GARZÓN, J. C. V.; MAGRINI, M. L.; COSTA, C. da.; GALEMBECK, E. Realidade aumentada no ensino de vias metabólicas. *Revista de Ensino de Bioquímica*, São Paulo, v. 12, n. 2, set./dez. 2014. Disponibilidade em: [http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/402/pdf\\_12](http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/402/pdf_12). Acesso em: 08 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. Realidade virtual no ensino de vias metabólicas. *Journal of Biochemistry Education*, São Paulo, v. 16, n. 1, mai.2017/set. 2018. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/730/0>. Acesso em: 14 abr. 2020.

HENAO, B. L.; STIPCICH, M. S. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Colombia, v. 7, n. 1, 2008. Disponibilidade em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3\\_Vol7\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf). Acesso em: 09 abr. 2020.

HOFFMANN, J. M. L. Avaliação mediadora: uma relação dialógica na construção do conhecimento. *Série Ideias, Rio Grande do Sul*, v. 22, 1994. Disponibilidade em: [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_22\\_p051-059\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_22_p051-059_c.pdf). Acesso em: 04 mai. 2020.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; FREDERICO-AGRASO, M. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. *Educação em Revista (Belo Horizonte)*, Galícia-Espanha, v. 43, 2006. Disponibilidade em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/edur/n43/n43a02.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2020.

JÚNIOR, A. A. S.; ANDRADE, G. P. V. de.; SANTOS, E. A. dos. Ensino híbrido e gamificação aplicado no ensino de Bioquímica. *Journal of Biochemistry Education*, Rio Grande do Norte, v. 16, n. 2, 2018. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/812>. Acesso em: 14 abr. 2020.

KUHN, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, Columbia, v. 77, n. 3, jun. 1993. Disponibilidade em: [https://www.researchgate.net/publication/229456370\\_Science\\_as\\_argument\\_Implications\\_for\\_teaching\\_and\\_learning\\_scientific\\_thinking](https://www.researchgate.net/publication/229456370_Science_as_argument_Implications_for_teaching_and_learning_scientific_thinking). Acesso em: 09 abr. 2020.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. *Cadernos de pesquisa*, Ceará, n. 107, jul. 1999. Disponibilidade em: <https://www.scielo.br/pdf/cp/n107/n107a08.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução de Carlos Irineu da Costa. 1 ed. São Paulo: Editora 34, 1993.

LOGUERCIO, R.; SOUZA, D.; PINO, J. C. D. Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. *Ciências & Cognição*, Rio Grande do Sul, v. 10, mar. 2007. Disponibilidade em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212007000100014](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212007000100014). Acesso em: 02 abr. 2020.

MAFFRA, S. M. *Mapas Conceituais como recurso facilitador da Aprendizagem Significativa – uma abordagem prática*. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Nilópolis, Rio de Janeiro, 2011.

MARSON, G. A.; TORRES, B. B. Fostering multirepresentational levels of chemical concepts: a framework to develop educational software. *Journal of Chemical Educational*, São Paulo, v. 88, out. 2011. Disponibilidade em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed100819u>. Acesso em: 24 abr. 2020.

NASCIMENTO, Y. A. P. do.; SARAIVA, L. F. M. Ferramentas de bioinformática aplicadas ao ensino da biotecnologia. *Journal of Biochemistry Education*, Ceará, v. 17, n. 1, set. 2018/jun. 2019. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/819>. Acesso em: 14 abr. 2020.

OENNING, V.; OLIVEIRA, J. M. P. de. Dinâmicas em sala de aula: envolvendo os alunos no processo de ensino, exemplo com os mecanismos de transporte da membrana plasmática. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, Paraná, n. 1, jul. 2011. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/45/44>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PERELMAN, C. Argumentação. In: *Enciclopédia Einaudi*, Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1987, p. 234-265.

\_\_\_\_\_. OLBRECHTS-TYTECA, L. Tratado da argumentação: A Nova Retórica. Tradução de Maria E. G. G. Pereira. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

PINHEIRO, T. D. L.; SILVA, J. A. da.; SOUZA, P. R. M. de.; NASCIMENTO, M. M. do.; OLIVEIRA, H. D. de. Ensino de Bioquímica para acadêmicos de Fisioterapia: visão e avaliação do discente. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, Ceará, v. 7, n. 1, fev. 2009. Disponibilidade em: <http://sbbq.hospedagemdesites.ws/revista/ojs/index.php/REB/article/view/35/0>. Acesso em: 02 abr. 2020.

PRADO, S. R. T. Bioquímica e Literatura: Contos e Crônicas – uma abordagem por meio da aprendizagem colaborativa. *Journal of Biochemistry Education*, Paraná, v. 15, mar./out. 2017. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/698/0>. Acesso em: 14 abr. 2020.

SANTOS, V. T. dos.; ANACLETO, C. Monitorias como ferramenta auxiliar para aprendizagem da disciplina bioquímica: uma análise no Unileste-MG, *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, Minas Gerais, v. 5, n. 1, mai. 2007. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/32/28>. Acesso em: 02 abr. 2020.

SABINO, G.; AMARAL, F. C.; SABINO, C. de V. S.; KATTAH, L. R. Proposta de uma metodologia para o ensino da estrutura e função das proteínas na disciplina bioquímica. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, Minas Gerais, n. 1, fev. 2009. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/37>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SCATIGNO, A. C. Ensino de bioquímica no curso de nutrição em uma instituição de ensino superior da rede particular: diagnósticos e intervenções. 2011. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências - Bioquímica) – Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. TORRES, B. B. Diagnósticos e intervenções no Ensino de Bioquímica. *Journal of Biochemistry Education*, São Paulo, v. 24, n. 1, mar./mai. 2016. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/626/532>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SCHIMIDT, D. B.; HEGGENDORNN, L. H.; PEREIRA, H. de S.; VIEIRA, V.; AGUIAR-ALVES, F. Mapas Conceituais no Ensino de Bioquímica, uma integração entre os Conceitos Científicos. *Revista de Ensino de Bioquímica*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, abr./out. 2014. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/315>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SILVA, I. M. da. Avaliação, reflexão e pesquisa na formação inicial de professores/as. *Avaliação (Campinas)* [online], São Paulo, v. 14, n. 1, 2009. Disponibilidade em: <https://www.scielo.br/pdf/aval/v14n1/a08v14n1.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

SILVA, M. F. da.; CORTEZ, R. de C. C.; OLIVEIRA, V. B. de. Software Educativo como auxílio na aprendizagem da matemática: uma experiência utilizando as quatro operações com alunos do 4º Ano do Ensino

Fundamental. Revista ECCOM, São Paulo, v. 4, n. 7, jan./jun. 2013. Disponibilidade em: <http://unifatea.com.br/seer3/index.php/ECCOM/article/view/567/518>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SILVA, Y. R. de O.; TODA, A. M.; ISOTANI, S.; XAVIER, L. P. Uso de gamificação em aulas de Bioquímica como ferramenta de engajamento e motivação no Ensino Superior. Journal of Biochemistry Education, Pará, v. 15, mar./out. 2017. Disponibilidade em: <http://www.bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/697>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SILVEIRA, J. T.; ROCHA, J. B. T. da. Produção Científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de Bioquímica: uma revisão sistemática. Journal of Biochemistry Education, Rio Grande do Sul, v. 14, n. 1, mai./dez. 2016. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/630>. Acesso em: 02 abr. 2020.

STINGHEN, R. S. Tecnologias na educação: dificuldades encontradas para utilizá-la no ambiente escolar. 2016. 32 f. (Curso de especialização Educação na Cultura Digital) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Santa Catarina, 2016.

TOYAMA, M. H.; GAETA, H. H.; ORTOLAN, B. D.; RODRIGUES, C. F. B.; COSTA, C. R. da C.; BELCHOR, M. N.; TOYAMA, D. de O. "Biotecnological War" uma ferramenta de avaliação conceitual e de percepção para o ensino de biotecnologia e química de proteínas para os alunos de graduação em ciências biológicas. Journal of Biochemistry Education, São Paulo, v. 15, mar./out. 2017. Disponibilidade em: <http://www.bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/703>. Acesso em: 13 abr. 2020.

TRINDADE, V. M. T.; PASTORIZA, B. S.; VIANNA, L. P.; SALBEGO, C. G.; PINO, J. C. D. Um objeto de aprendizagem para o estudo interativo da glicogênese hepática pelas vias direta e indireta. Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, Porto Alegre, n. 1, jul. 2011. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/44/0>. Acesso em: 13 abr. 2020.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Argumentação no ensino de ciências: tendências, práticas e metodologia de análise. Curitiba: Appris, 2013.

VRIES, M. G. de; FERREIRA, C.; A. A. Concepções de licenciandos em química sobre visualizações no ensino de ciências em dois países: Brasil e Portugal. Química Nova [online], São Paulo, v. 37, n. 3, 2014. Disponibilidade em: [https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=58](https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=58). Acesso em: 17 abr. 2020.

WINTER, E.; CARDOSO, F. P. Aprendizagem baseada em equipes no ensino de bioquímica na graduação. Journal of Biochemistry Education, Curitiba-SC, v. 17, jan./jun. 2019. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/P3/670>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ZIERER, M. de S. A construção e a aplicação de modelos didáticos no ensino de Bioquímica. Journal of Biochemistry Education, Piauí, v. 15, mar./out. 2017. Disponibilidade em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/691>. Acesso em: 13 abr. 2020.

Nos tópicos a seguir, estão descritos os resultados encontrados, os quais estão organizados da seguinte forma: questionário inicial, onde consta a percepção dos discentes com relação a importância da imagem para o ensino-aprendizagem; Nível e/ou habilidades argumentativas e interpretativas e verificação dos conhecimentos prévios deste estudantes, de acordo com a correção das respostas presentes no questionário aplicado.

## 6.2 QUESTIONÁRIO INICIAL

No Quadro 4, estão descritos os pontos de vista gerais dos e das estudantes quanto à importância da utilização de imagens no ensino. Tais pontos de vista tiveram embasamento nas respostas apresentadas através do questionário inicial pelos e pelas estudantes das duas turmas submetidas ao estudo (Apêndice B).

Quadro 4- Relação dos pontos de vista de modo geral dos estudantes quanto à importância da utilização da imagem no ensino-aprendizagem

Classificação das perguntas quanto à importância da utilização da imagem	Relação dos pontos de vista gerais dos estudantes das turmas com relação às perguntas abertas
Importância da imagem para aprendizagem de forma geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Melhora a compreensão e assimilação dos conteúdos.               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ajuda na organização das ideias e informações.</li> <li>– Auxilia a formar mapas mentais.</li> </ul> </li> <li>– Ajuda em uma maior interpretação quanto ao assunto abordado.</li> <li>– Melhora a visualização dos assuntos que abordam fenômenos que ocorrem em cadeia.               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ajuda a lembrar dos conteúdos (Revisão).</li> <li>– A imagem juntamente com o texto torna a aprendizagem mais completa.</li> </ul> </li> <li>– Deixam as aulas mais didáticas e melhoram a compreensão de uma forma geral.</li> </ul>
Importância da imagem para compreensão de um conteúdo em específico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– As imagens destacam a relação mais importante de um conteúdo.               <ul style="list-style-type: none"> <li>– As imagens fazem ligações entre ideias.</li> </ul> </li> <li>– Deixa o raciocínio mais completo (melhor compreensão).               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ajuda a fazer mapas mentais.</li> </ul> </li> <li>– Ajuda na consolidação dos conteúdos abordados.</li> </ul>

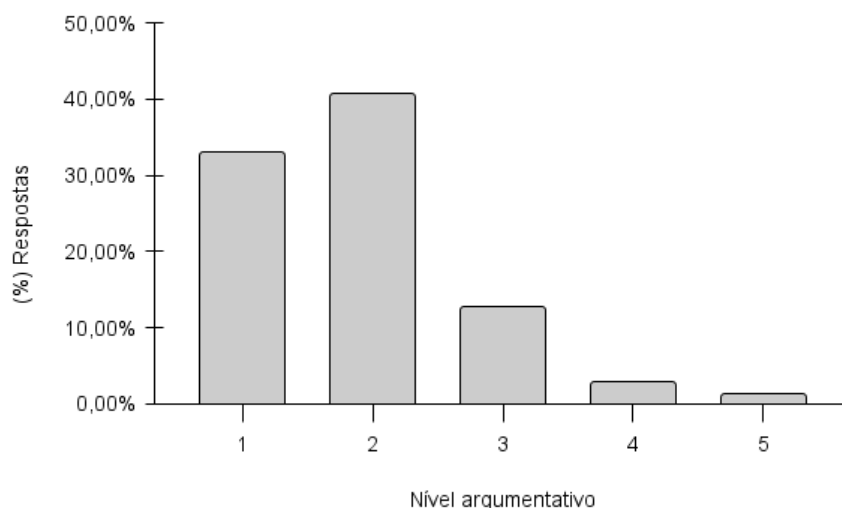
<p>Importância da imagem para compreensão de um conteúdo em específico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Utilização dos textos junto com imagem é importante.</li> <li>– Ajuda a entender quando o conteúdo demanda muitas etapas. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Imagens geram poucas dúvidas.</li> <li>– Revisão do Conteúdo.</li> </ul> </li> <li>– Utilizada para ter outro ponto de vista.</li> <li>– Visualização do conteúdo de uma forma mais ampla.</li> </ul>
<p>Importância das imagens para resolução de provas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Facilidade de interpretação do conteúdo. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Melhor compreensão.</li> <li>– Esclarece detalhes.</li> </ul> </li> <li>– Visão geral do conteúdo ou assunto.</li> <li>– Revisão e recordação dos conteúdos.</li> <li>– Pensar mais profundamente sobre o assunto.</li> </ul>

Fonte: Autores.

### 6.3 NÍVEL ARGUMENTATIVO

Na Figura 2, a seguir, estão descritos de forma quantitativa, representados através de um gráfico, os resultados encontrados em relação ao nível argumentativo dos estudantes que se submeteram ao estudo proposto, de acordo com as análises feitas através das respostas presentes no questionário aplicado (Anexo A).

Figura 2- Média entre as turmas com relação ao nível argumentativo geral apresentado pelos estudantes



Fonte: Autores.

A figura nos revela uma diferença entre os níveis argumentativos N1 e N2 em comparação aos demais níveis, de forma a se apresentarem de maneira mais significativa nas respostas dadas pelos alunos e alunas de ambas as turmas. No gráfico, estão representadas as seguintes porcentagens em relação ao nível argumentativo apresentado pelos estudantes: N1 (32,91%); N2 (40,62%); N3 (12,69%); N4 (2,83%); N5 (1,33%).

No Quadro 5, estão presentes algumas das respostas (argumentos) contidas no questionário aplicado aos e às estudantes que apresentaram os níveis argumentativos N1 e N2, considerados os mais significativos de acordo com os resultados anteriormente abordados pela Figura 2.

Quadro 5 - Relação entre as respostas apresentadas pelos estudantes, o nível argumentativo e os elementos argumentativos presentes

Nível	Respostas dos alunos/Elementos Argumentativos
N1	<b>Aluno L:</b> Piruvato. Ele é uma importante molécula para os processos metabólicos, podendo participar de diversas vias diferentes. Se origina a partir da glicólise/ (C)
N1	<b>Aluno F:</b> Cada NADH gera 2,5 ATPs e cada FADH <sub>2</sub> gera 1,5 ATPs/ (C).



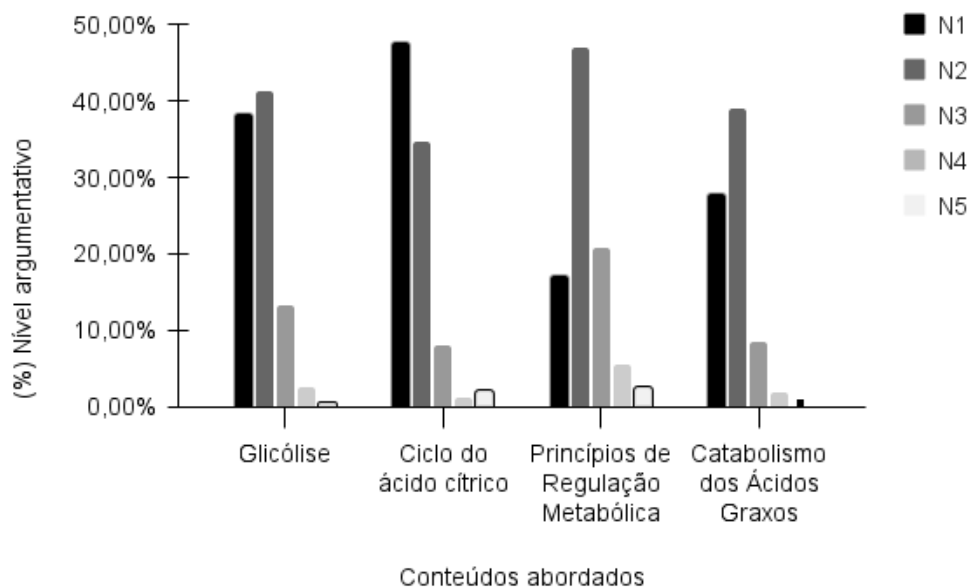
N2	<p><b>Aluno M:</b> A glicogenólise está aumentada em ambos os locais/(C). A glicogenólise hepática ocorre em casos em que há redução da glicemia, como, por exemplo, durante jejum prolongado. No músculo, ocorre quando as reservas de glicose se esgotam/(D)/ CD.</p> <p><b>Aluno N:</b> No fígado, gliconeogênese e glicogenólise/(C), por estar entrando adrenalina/(G). No músculo, glicogenólise/(C) para suprir a demanda energética necessária pelas células/(G)/ CG.</p>
----	---

\*Legenda: C = Conclusão ou Afirmação; D = Dados ou evidências; G = Garantia ou Justificativa.  
Fonte: Autores.

#### 6.4 NÍVEL ARGUMENTATIVO *VERSUS* TEMA ABORDADO

Na figura 3, a seguir, temos representados pelo gráfico os resultados concernentes ao nível argumentativo apresentado pelos acadêmicos e pelas acadêmicas em relação ao conteúdo abordado pelas questões presentes no questionário aplicado (Anexo A).

Figura 3 - Média entre as turmas com relação ao nível argumentativo apresentado pelos estudantes por tema abordado



\*Legenda: N = Nível Argumentativo;  
Fonte: Autores.

Na Figura 3, podemos observar, através dos resultados apresentados, que há uma diferença visível com relação aos valores percentuais apresentados para os níveis argumentativos N1 e N2 em relação aos demais níveis de acordo com os conteúdos abordados.

Apresentaram-se nos resultados as seguintes porcentagens dos níveis argumentativos por tema abordado: N1 com 47,65% (ciclo do ácido cítrico), 38,29% (processo de glicólise), 27,80% (catabolismo dos ácidos graxos) e 17,22% (Princípios de regulação metabólica); N2 com 34,75% (ciclo do ácido cítrico), 41,34% (processo de glicólise), 39,07% (catabolismo dos ácidos graxos) e 46,97% (Princípios de regulação metabólica); N3 com 8,05% (ciclo do ácido cítrico), 13,37% (processo de glicólise), 8,48% (catabolismo dos ácidos graxos) e 20,86% (Princípios de regulação metabólica); N4 com 1,23% (ciclo do ácido cítrico), 2,65% (processo de glicólise), 1,85% (catabolismo dos ácidos graxos) e 5,58% (Princípios de regulação metabólica); N5 com 2,06% (ciclo do ácido cítrico), 0,60% (processo de glicólise) e 2,68% (Princípios de regulação metabólica).

No Quadro 6, estão descritas algumas das respostas (argumentos) dos e das discentes, bem como o nível argumentativo apresentado pelos mesmos segundo o tema abordado. As respostas descritas no quadro são as que apresentaram os níveis argumentativos N1 e N2, de acordo com os resultados expressos pelo gráfico da Figura 3.

Quadro 6 - Relação entre as respostas apresentadas pelos discentes, o nível argumentativo e o conteúdo abordado

Nível	Argumentação dos alunos/sigla referente ao nível	Conteúdo
N1	<b>Aluno L:</b> Piruvato. Ele é uma importante molécula para os processos metabólicos, podendo participar de diversas vias diferentes. Se origina a partir da glicólise/(C)	Glicólise
N1	<b>Aluno A:</b> Um retardo no ciclo./(C)	Ciclo do ácido Cítrico
N1	<b>Aluno R:</b> Glicogenólise. Isso ocorre no estado de jejum./(C)	Princípios de Regulação Metabólica
N1	<b>Aluno F:</b> Cada NADH gera 2,5 ATPs e cada FADH <sub>2</sub> gera 1,5 ATPs/(C)	Catabolismo dos ácidos graxos

N2	<p><b>Aluno M:</b> A glicogenólise está aumentada em ambos os locais/(C). A glicogenólise hepática ocorre em casos em que há redução da glicemia, como, por exemplo, durante jejum prolongado. No músculo, ocorre quando as reservas de glicose esgotaram-se/(D)/CD.</p> <p><b>Aluno N:</b> No fígado, gliconeogênese e glicogenólise/(C), por estar entrando adrenalina/(G). No músculo, a glicogenólise/(C) para suprir a demanda energética necessária pelas células/(G)/ CG.</p>	Princípios de Regulação Metabólica
----	--	------------------------------------

\*Legenda: C = Conclusão ou afirmação; D = Dados ou evidências; G = Garantia ou Justificativa.  
Fonte: Autores.

## 6.5 NÍVEL ARGUMENTATIVO *VERSUS* CLASSIFICAÇÃO DAS PERGUNTAS COM BASE NAS IMAGENS CONTIDAS NO QUESTIONÁRIO

No Quadro 7, a seguir, está representada a classificação das perguntas de acordo com o tipo de análise requisitada para a construção do argumento dos estudantes com base nas imagens, bem como os conteúdos que apresentam tais classificações de perguntas.

Quadro 7 - Classificação das perguntas quanto ao tipo de análise com relação às imagens, siglas e conteúdos que apresentam tais perguntas com as respectivas classificações

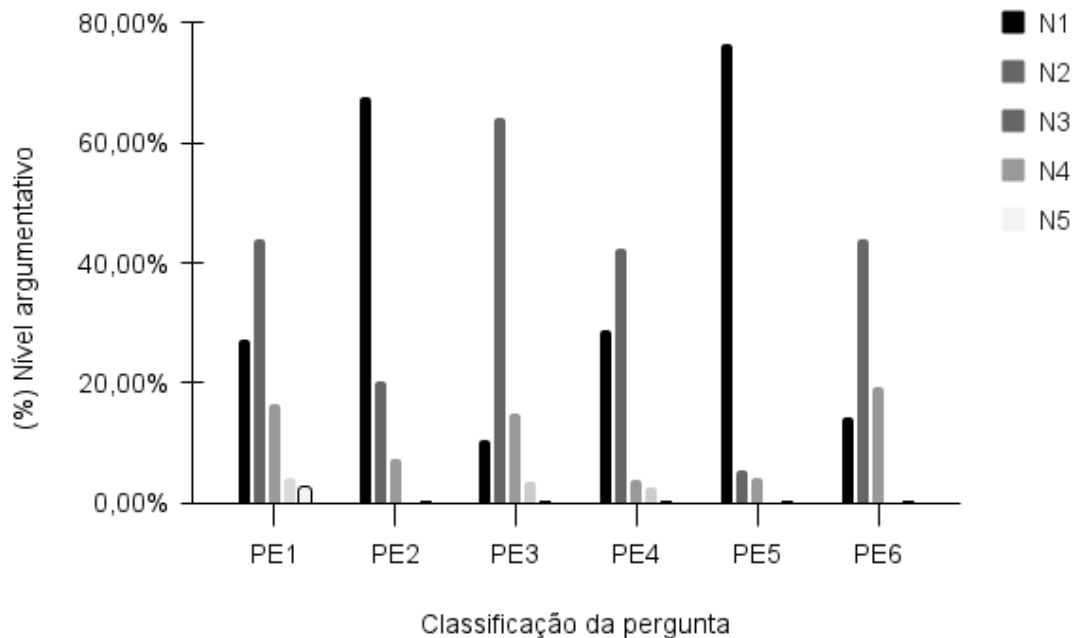
Classificação das perguntas	Sigla referente à classificação	Conteúdos que apresentam as perguntas com a respectiva classificação
Baseada apenas na imagem.	PE1	Glicólise, Ciclo do Ácido Cítrico, Princípios de Regulação Metabólica e Catabolismo dos Ácidos Graxos.
Apresenta uma informação complementar (dado), necessitando de conhecimento prévio por parte do estudante.	PE2	Glicólise.
	PE2	Glicólise.
Necessita de conhecimento prévio e justificativa por parte do estudante.	PE3	Glicólise.

Apresenta uma informação complementar (dado), necessitando de conhecimento prévio e justificativa por parte do estudante.	PE4	Ciclo do Ácido Cítrico e Catabolismo dos Ácidos Graxos.
Apresenta informação complementar (dado) e necessita de conhecimento prévio por parte do estudante.	PE5	Ciclo do Ácido Cítrico.
Apresenta informação complementar (dado), necessitando da justificativa por parte do estudante.	PE6	Catabolismo dos Ácidos Graxos.

Fonte: Autores.

Na Figura 4, temos os resultados, representados em forma de gráfico, em relação ao nível argumentativo apresentado pelos e pelas discentes de acordo com o tipo/classificação de pergunta presente no questionário aplicado (Anexo A).

Figura 4 - Média entre as turmas com relação ao nível argumentativo apresentado pelos e pelas estudantes e à classificação das perguntas referentes às imagens presentes no questionário aplicado



\*Legenda: N = Nível Argumentativo;  
Fonte: Autores.

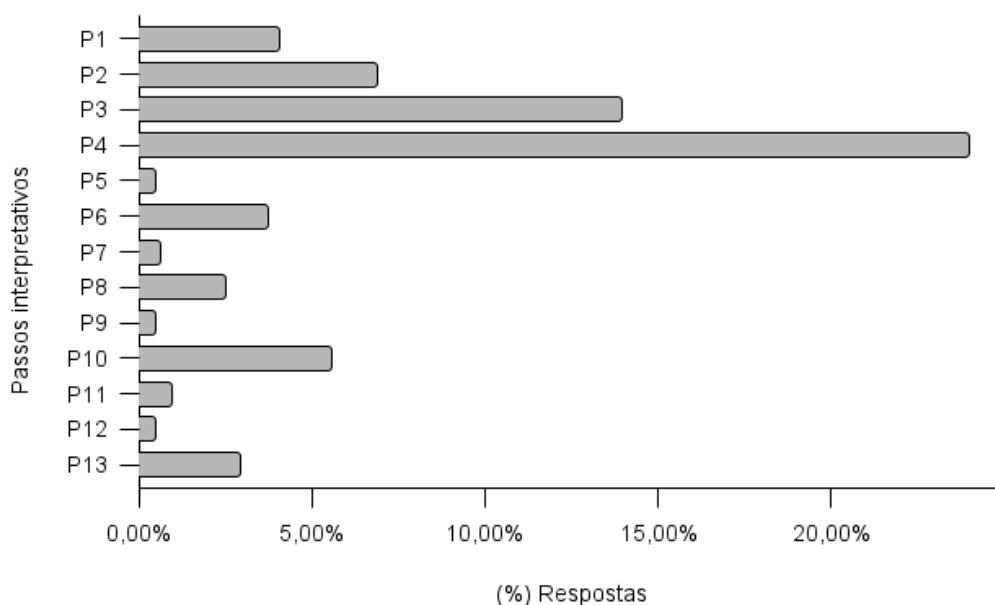
Na figura 4, pode-se observar, através dos resultados expressos, que os níveis N1 e N2 apresentam valores percentuais significativos com relação aos demais níveis, estando presentes em todas as classificações de perguntas. Entretanto, PE2, PE3 e PE5 apresentam valores significativos referentes a esses dois níveis, além da presença do nível N3, com valores relativamente significativos e próximos em PE1, PE3 e PE6. Temos os seguintes valores percentuais de níveis argumentativos com relação às classificações das perguntas: nível N1: 76,38% em PE5, 67,68% em PE2; nível N2: 64,07% em PE3; e nível N3: 19,25% em PE6, 16,37% em PE1, e 14,81% em PE3.

No Quadro 8, estão descritas algumas das respostas dos e das discentes (argumentos) bem como o nível argumentativo apresentado pelos mesmos com relação à classificação das perguntas concernentes com os conteúdos representados pelas imagens, de acordo com os resultados mais significativos representados pelo gráfico da Figura 4.





Figura 5 - Média entre as turmas com relação aos passos interpretativos utilizados pelos estudantes para interpretar as imagens presentes no questionário aplicado



Fonte: Autores.

Podemos observar, através dos resultados representados na Figura 5, que o passo interpretativo P4, referente à categoria de número de passos interpretativos NP1, apresenta valor percentual significativo relacionado à maior utilização desse passo interpretativo pelos e pelas estudantes. Os resultados também mostram a utilização, para interpretação das imagens, dos passos P10 e P13, referentes às categorias de número de passos interpretativos NP2 e NP3.

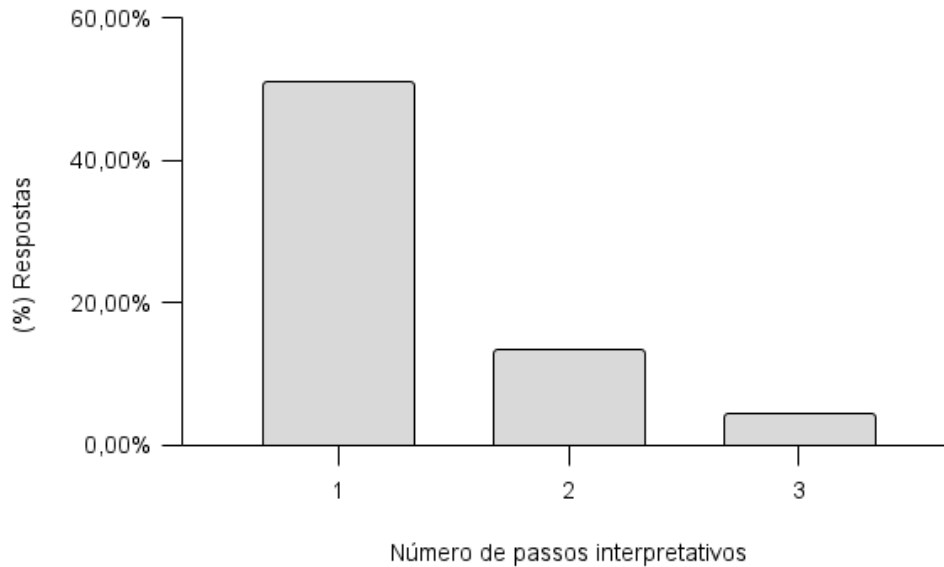
Temos os seguintes valores percentuais de passos interpretativos utilizados: P1: 4,05%; P2: 6,85%; P3: 13,95%; P4: 23,98%; P5: 0,46%; P6: 3,72%; P7: 0,62%; P8: 2,47%; P9: 0,46%; P10: 5,55%; P11: 0,92%; P12: 0,46%; P13: 2,93%.

## 6.7 NÚMEROS DE PASSOS INTERPRETATIVOS

Na Figura 6, temos, representados pelo gráfico, os resultados referentes ao número de passos interpretativos (Quadro 3) utilizados pelos acadêmicos e acadêmicas para análise/interpretação das imagens presentes no questionário aplicado (Anexo A).



Figura 6 - Média entre as turmas em relação ao número de passos interpretativos utilizados pelos estudantes para interpretação das imagens



Fonte: Autores.

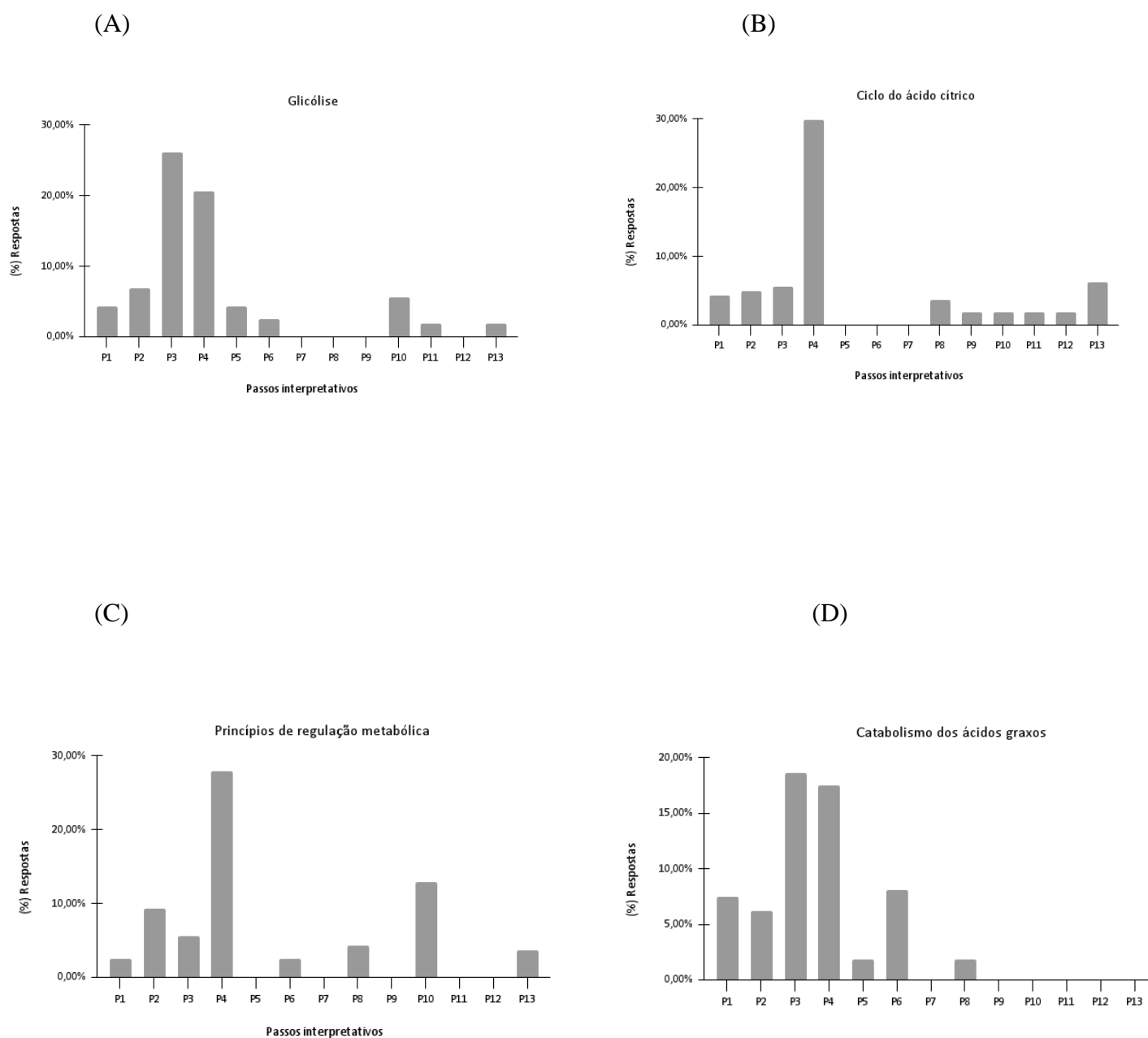
Observa-se, através dos resultados representados pela Figura 6, que o número de passos interpretativos com valores percentuais mais significativos, utilizados para interpretação das imagens por parte dos alunos, são o NP1, em relação aos demais, NP2 e NP3.

Temos os seguintes valores percentuais de número de passos interpretativos de acordo com os resultados representados pela Figura 6: NP1: 50,85%; NP2: 13,31%; NP3: 4,32%.

## 6.8 PASSOS INTERPRETATIVOS *VERSUS* TEMA ABORDADO

Na Figura 7, estão os resultados com relação aos passos interpretativos (Quadro 2) utilizados pelos acadêmicos e acadêmicas para interpretação das imagens de acordo com cada um dos conteúdos abordados no questionário aplicado (Anexo A).

Figura 7 - Média entre as turmas em relação aos passos interpretativos utilizados de acordo com os conteúdos abordados pelas imagens



Fonte: Autores.

Através dos resultados representados pela Figura 7, podemos perceber que há valores significativos sobre os passos interpretativos contidos nas categorias de número de passos interpretativos NP1 e NP2. Na categoria NP1, temos os seguintes valores percentuais dos passos interpretativos P3 e P4 com relação à interpretação dos conteúdos representados pelas imagens contidas no questionário: P3 = 26,11% - Glicólise (Gráfico A); 18,61% - Catabolismo dos

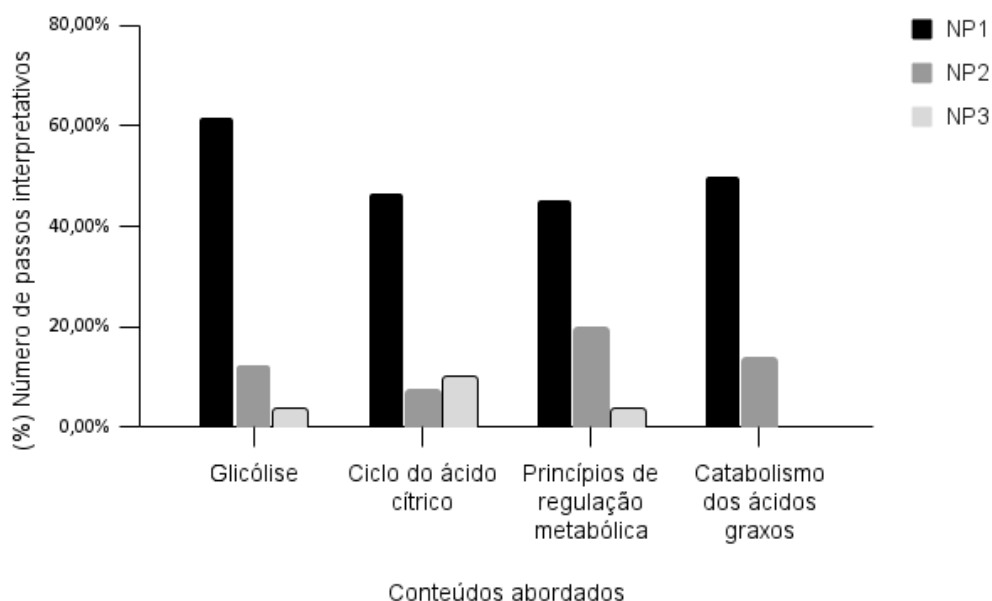
ácidos graxos (Gráfico D); P4 = 20,55% - Glicólise (Gráfico A); 17,50% - Catabolismo dos ácidos graxos (Gráfico D); 29,90% - Ciclo do ácido Cítrico (Gráfico B); 27,96% - Princípio de regulação metabólica (Gráfico C). Já com relação à categoria do número de passos interpretativos NP2, temos os seguintes valores percentuais dos passos interpretativos P6 e P10 utilizados pelos estudantes para interpretação das imagens: P6= 8,05% - Catabolismo dos ácidos graxos (Gráfico D); P10 = 12,96% - Princípio de regulação metabólica (Gráfico C).

Nota-se também que apesar dos valores não serem significativos com relação ao uso do passo interpretativo P13 correspondente à categoria NP3, observa-se que há um aumento percentual crescente da utilização desse passo de acordo com os conteúdos representados pelas imagens com os seguintes valores percentuais: 0% - catabolismo dos ácidos graxos (Gráfico D); 1,85% - glicólise (Gráfico A); 3,70% - Princípios de regulação metabólica (Gráfico C); e 6,20% - Ciclo do ácido cítrico (Gráfico B).

#### 6.9 NÚMEROS DE PASSOS INTERPRETATIVOS *VERSUS* TEMA ABORDADO

Na Figura 8, temos, representados pelo gráfico, os resultados encontrados concernentes ao número de passos interpretativos (Quadro 3) utilizados pelos e pelas discentes para interpretação das imagens, de acordo com cada um dos conteúdos abordados por tais imagens presentes no questionário aplicado (Anexo A).

Figura 8 - Média entre as turmas com relação à categoria de número de passos interpretativos utilizados para interpretação das imagens, de acordo com os conteúdos abordados pelo questionário aplicado



\*Legenda: NP= Número de passos interpretativos.

Fonte: Autores.

No gráfico representado pela Figura 8, podemos verificar que há valores significativos em relação à categoria do número de passos interpretativos NP1 se comparado às demais categorias, NP2 e NP3, presentes nas respostas dos estudantes ao questionário, utilizados como forma de interpretar as imagens de acordo com os conteúdos por elas representados.

Temos os seguintes valores percentuais de número de passos interpretativos de acordo com os conteúdos abordados: NP1 = 61,57% - Glicólise; 49,81% - Catabolismo dos ácidos graxos; 46,66% - Ciclo do ácido cítrico; 45,37% - Princípio de regulação metabólica; NP2= 12,40% - glicólise; 13,61% - Catabolismo dos ácidos graxos; 7,40 - Ciclo do ácido cítrico; 19,81% - Princípio de regulação metabólica; NP3= 3,70 - Glicólise; 0% - Catabolismo dos ácidos graxos; 9,90% - Ciclo do ácido cítrico; 3,70 - Princípio de regulação metabólica.

No Quadro 9, estão descritas algumas das respostas dos alunos e das alunas, onde constam os passos interpretativos utilizados, bem como as categorias de número de passos interpretativos encontrados e os conteúdos relacionados às imagens interpretadas pelos e pelas estudantes.

Quadro 9 - Relação de algumas das respostas dos estudantes, seus passos interpretativos, número de passos interpretativos e conteúdos representados pelas imagens a serem analisadas e interpretadas pelos e pelas discentes

<b>Classificação dos passos interpretativos</b>	<b>Descrição dos passos realizados pelos estudantes para interpretação das imagens</b>	<b>Categoria do número de passos interpretativos</b>	<b>Conteúdo representado pelas imagens</b>
P2	<b>Aluno A:</b> Analisei a imagem e tentei recuperar conhecimentos.	NP1	G
P3	<b>Aluno D:</b> Observação das setas e a transformação dos substratos em conjunto com seus resíduos.	NP1	G
P4	<b>Aluno N:</b> Tentei entender as relações entre as reações, relembrando os passos de cada reação estudada. Além disso, procurei, antes de responder as perguntas, traçar as etapas mentalmente para facilitar nas respostas.	NP1	G
P10	<b>Aluno U:</b> Depois de ver o piruvato e cada um dos seus destinos, analisei as condições citadas nas setas, depois fiz a análise dos textos explicando cada uma das reações finais.	NP2	G
P10		NP2	G
P13	<b>Aluno J:</b> Primeiro li o título do esquema, a partir do qual foi possível compreendê-lo melhor. Li o esquema e as perguntas. A primeira pergunta não foi tão difícil, era só perceber que o piruvato se encontrava com a maior quantidade de flechas, indicando sua versatilidade e sua importância crucial.	NP3	G
P2	<b>Aluno E:</b> Analisei as imagens e tentei lembrar o conteúdo que já havia visto.	NP1	CAC
P3	<b>Aluno P:</b> Eu li o que estava escrito no eixo X e no eixo Y do gráfico e busquei entender o que	NP1	CAC

	a adição/ausência de succinil-CoA provocava na curva.		
P4	<b>Aluno O:</b> Eu li com atenção as variáveis do gráfico e visualizei as diferentes inclinações das curvas. Tendo isso em vista, pude perceber o impacto da adição ou não da molécula sobre atividade da citrato-sintase.	NP1	CAC
P10	<b>Aluno A3:</b> Analisei as informações contidas no eixo das ordenadas (atividade da enzima) e da abcissa (concentração de Acetil-CoA). Então analisei as informações obtidas no gráfico, na qual com a presença de Succinil-CoA a atividade da enzima é menor e sem a presença dele, a atividade da enzima é maior.	NP2	CAC
P13	<b>Aluno H:</b> Primeiro eu analisei as curvas onde estava escrito adição ou não da succinil-CoA, o que deixou a interpretação do gráfico um pouco confusa. Talvez tivesse que ter começado pela análise dos eixos e a visualização da legenda. O que logo chama a atenção é o efeito negativo da succinil-CoA sobre a reação. Com esse elemento, a reação ocorre apenas para maiores concentrações de acetil-coA, o que fica bem visível, dado que a curva se desloca para a direita.	NP3	CAC
P2	<b>Aluno T:</b> Basicamente interpretei as informações e deduzi quais processos elas estavam indicando.	NP1	PRM
P3	<b>Aluno R:</b> Nessas questões, primeiramente analisei por quadros, o do músculo e o do	NP1	PRM

	fígado, e realizei uma comparação entre eles. Depois analisei somente o centro. Por fim, tentei unir o que estava presente no centro, as diferenças encontradas e os quadros.		
P4	<b>Aluno M:</b> Observei as setas e tentei resgatar o que aprendi sobre o tema.	NP1	PRM
P10	<b>Aluno G:</b> Analisei primeiro as direções das setas, depois analisei os hormônios e então o que eu lembrava sobre os conceitos glicogenólise e glicólise, principalmente.	NP2	PRM
P13	<b>Aluno E:</b> Olhei a legenda, o meio da imagem e depois as pontas, seguindo a ordem das flechas, depois tentei pensar no que eu lembrava desse conteúdo para relacionar com as questões.	NP3	PRM
P2	<b>Aluno S:</b> Essa imagem é para mim a mais confusa até agora, não sei se é por não me lembrar bem desta parte do conteúdo, mas me faltam meios de interpretá-la de uma melhor forma. Consegui responder as perguntas com o pouco que me lembrava e tentando me informar do que demonstra a tabela.	NP1	CAG
P3	<b>Aluno A5:</b> A imagem auxiliou na resolução das perguntas com a apresentação dos valores numéricos e suas relações com NADH, FADH <sub>2</sub> e seu produto ATP.	NP1	CAG
P4	<b>Aluno F:</b> Usei os conhecimentos que já possuía e uma calculadora.	NP1	CAG
P10	<b>Aluno R:</b> Para conseguir responder as perguntas, analisei a tabela, principalmente, a partir	NP2	CAG

	<p>das duas colunas que informavam a quantidade de NADH, FADH e de ATP. Para chegar nas respostas e interpretar a tabela melhor, utilizei regras de três simples e apliquei com os valores que o enunciado me pedia. Apresentei maior dificuldade em relacionar a última questão com a imagem, assim, tive que utilizar apenas os meus conhecimentos.</p>		
--	---	--	--

\*Legenda: G= Glicólise; CAC= Ciclo do ácido cítrico; PRM= Princípio de regulação metabólica; CAG= Catabolismo dos ácidos graxos.

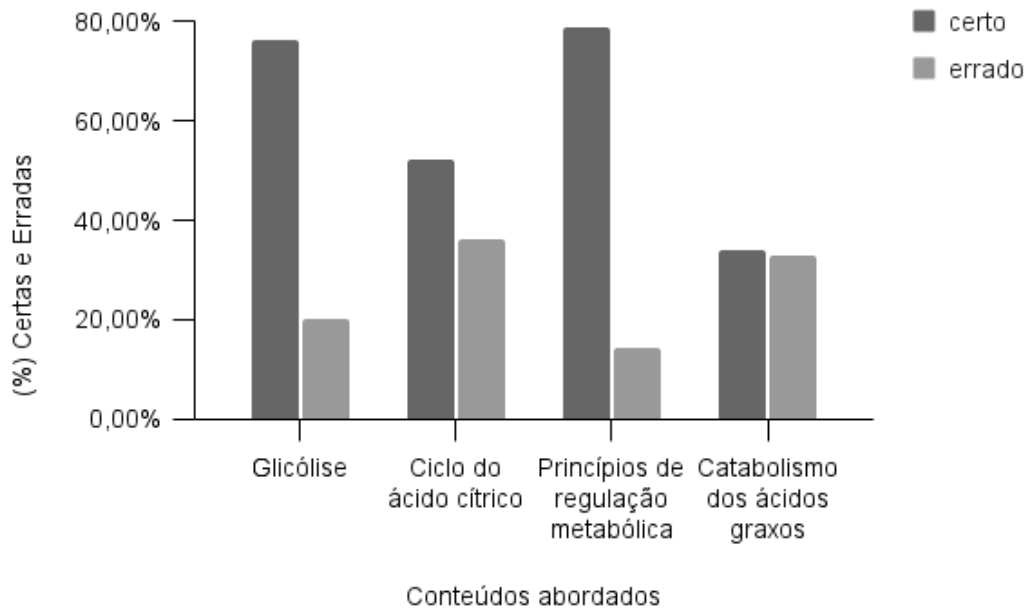
Fonte: Autores.

## 6.10 CORREÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES NO QUESTIONÁRIO APLICADO

Na Figura 9, estão retratados os resultados concernentes às correções das respostas apresentadas pelos e pelas estudantes quanto às perguntas realizadas no questionário aplicado, de acordo com cada um dos conteúdos abordados por tais perguntas.



Figura 9- Média entre as turmas em relação à correção das respostas dadas pelos alunos e alunas no questionário aplicado contendo imagens de acordo com o conteúdo abordado.



Fonte: Autores.

Na Figura 9, pode-se perceber valores percentuais significativos concernentes às respostas corretas com relação aos seguintes conteúdos abordados pela questão: 78,79% - Princípios de regulação metabólica; 76,20% - Glicólise.

Já com relação às respostas incorretas, temos os seguintes valores percentuais significativos de acordo com os conteúdos abordados pelas questões: 36,11% - Ciclo do ácido cítrico; 32,93% - Catabolismo dos ácidos graxos.

No Quadro 10, a seguir, faz-se uma relação de algumas perguntas contidas no questionário e algumas das respostas dos e das estudantes para as perguntas, bem como a correção das respostas, e o conteúdo relacionado a ela.

Quadro 10- Relação entre as perguntas contidas no questionário aplicado, correção das respostas dos estudantes e conteúdo relacionado a tal resposta

Pergunta presente no questionário	Respostas dos estudantes/ Correção	Conteúdo abordado pela questão
	Aluno A: O intermediário	

<p>1) Analisando a figura, qual o intermediário metabólico principal? Explique qual sua importância e a partir de que via metabólica ele se origina?</p>	<p>metabólico principal é a frutose-1,6-bisfosfato. Sua importância está no fato de ativar alostericamente a piruvato quinase e se origina a partir da via glicolítica / <b>(Incorreto).</b></p> <p><b>Aluno N:</b> O intermediário metabólico principal é o piruvato que se origina a partir da glicólise. O piruvato é importante pois após sua oxidação forma acetil-CoA, etanol + CO<sub>2</sub> e lactato/ <b>(Correto).</b></p>	<p>Glicólise</p>
<p>2) Com base no gráfico, em seus conhecimentos referentes ao ciclo do ácido cítrico, e nas conclusões obtidas na questão anterior, o que a adição do Succinil-CoA sinaliza para o ciclo do ácido cítrico?</p>	<p><b>Aluno B:</b> Que a uma formação de um composto instável [<i>sic</i>]/ <b>(Incorreto).</b></p> <p><b>Aluno F:</b> A adição do Succinil-CoA desacelera o ciclo do ácido cítrico/ <b>(correto).</b></p>	<p>Ciclo do ácido cítrico</p>
<p>1) Analise a imagem e indique qual dos processos está com a velocidade aumentada, tanto no fígado, como no músculo? Explique em que situação ocorre no músculo e no fígado.</p>	<p><b>Aluno X:</b> Está aumentada a quebra da glicose para suprir a necessidade energética do músculo após a atuação aumentada da adrenalina. No músculo o glicogênio é quebrado para produzir piruvato e pequena quantidade de energia. No fígado, caso haja excesso de glicose no sangue, ocorrerá a produção de glicogênio como meio de estocar energia/ <b>(Incorreto)</b></p> <p><b>Aluno L:</b> A glicogenólise. Ocorre no fígado durante o jejum e no músculo durante atividade física intensa/ <b>(Correto)</b></p>	<p>Princípio de regulação metabólica</p>
<p>2) Analise a tabela representada pela figura 4, considerando as seguintes informações: em cada rodada do ciclo do ácido cítrico são produzidos 3 NADH, para que seja produzida essa quantidade de NADH necessita-se de uma molécula de Acetil-CoA, sendo assim, quantos Acetil-CoA serão</p>	<p><b>Aluno J:</b> A tabela possui 31 NADH no total, sendo assim serão necessários 10 Acetil Co-A mais 1/3. Creio que seja isso, já que serão 31/3 Acetil-CoA / <b>(Incorreto)</b></p> <p><b>Aluno H:</b> São necessárias 8 moléculas de Acetil-CoA para serem oxidadas e formar 24 NADH. /</p>	<p>Catabolismo dos ácidos graxos</p>

oxidados para obter o total de NADH presentes na tabela? Explique.	(Correto)	
--	-----------	--

Fonte: Autores.

### 6.11 DIFICULDADE DOS ESTUDANTES NA ANÁLISE DA IMAGEM

No Quadro 11, a seguir, encontram-se descritos os pontos de vista gerais dos e das estudantes referentes à pergunta aberta feita em questionário aplicado (Apêndice A) em relação a suas dificuldades em interpretar as imagens.

Quadro 11- Pontos de vista gerais dos e das estudantes com relação à dificuldade apresentada para interpretação das imagens

<b>Pontos de vista gerais dos alunos quanto a dificuldade na interpretação das imagens.</b>
Dificuldade de interpretar usando somente as imagens.
Não lembrança dos conteúdos e conceitos, assim como a correlação dos mesmos com as imagens.
Falta de mais informação sobre a imagem.
Complexidade das questões.
Dificuldade sobre símbolos presentes nas imagens (setas).
Pouca informação teórica sobre o assunto abordado.
Dificuldade de aprendizagem ou fixação do conteúdo.

Fonte: Autores.

## 7 DISCUSSÃO

Nesta seção, será apresentada uma discussão geral sobre os resultados encontrados, sendo esta dividida em tópicos para melhor acompanhamento e compreensão. Estes tópicos estão dispostos da seguinte forma: discussão sobre questionário inicial com relação a importância da imagem para o ensino aprendizagem e verificação do uso da imagem como uma ferramenta metodológica no ensino de Bioquímica; discussão com relação ao nível e/ou habilidade argumentativa apresentada pelos discentes; discussão sobre os passos interpretativos e número de passos interpretativos utilizados.

### 7.1 QUESTIONÁRIO INICIAL E VERIFICAÇÃO DO USO DA IMAGEM COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA

Com relação aos resultados apresentados referente a verificação do uso das imagens como ferramentas metodológicas para o desenvolvimento da argumentação científica, podemos observar através da (Tabela 1, p. 31) um grande número de publicações que utilizavam estratégias de ensino relacionados com as metodologias ativas. Isso nos demonstra a preocupação dos professores e pesquisadores na aplicação desse tipo de procedimento de uma forma mais intensa, evidenciando que a Educação Superior transita por uma mudança de paradigma com referência ao ensino-aprendizagem dos estudantes (GARZÓN et al., 2014).

Pode-se observar também através da descrição exposta na (Tabela 2, p. 34), que tem-se maior frequência estratégias de ensino voltadas para o uso de tecnologia (39,13%), seguido de uso de jogos (13,04%). Isso evidencia que o desenvolvimento dessas estratégias vem se tornando cada vez mais utilizada no ensino-aprendizagem de bioquímica no Ensino Superior. Uma vez que, essas estratégias se utilizam de atividades como bioinformática (NASCIMENTO e SARAIVA, 2019), realidade virtual (GARZÓN; MAGRINI; GALEMBECK, 2018), aulas presenciais, online e jogos (JÚNIOR; ANDRADE; SANTOS, 2018), elaboração de aplicativos para o ensino de Bioquímica (TRINDADE et al., 2011); (ALCÂNTARA e FILHO, 2015), simulações (BARBOSA, 2015) e animações (FONSECA; MARSON; SOUZA-PINTO, 2017, AZIZ; SURYAKAR; DIKSHIT, 2017). Segundo Winter e Cardoso (2014), um dos motivos pelo qual tem-se utilizado esse tipo de metodologia, é que a educação e a comunicação estão frequentemente se modernizando mediante as possibilidades fornecidas pelas mais variadas inovações tecnológicas.

No entanto, o uso de tecnologias como estratégias de ensino, mesmo promovendo vários benefícios, tem sido pouco desenvolvido no meio acadêmico. De acordo com Stinghen (2016), isso se deve à falta de capacitação dos docentes para lidar com esse tipo de ferramenta e resistência quanto ao uso das mesmas.

Sendo assim, deve-se buscar incentivar os profissionais da educação para a aplicação desses recursos, bem como, realização de capacitações a fim de criar uma relação mais confortável entre professores e a utilização de tecnologias.

Pode-se observar através do (Quadro 1, p. 36) que a maior parte das publicações (56,52%) contém a presença de imagens de uma forma direta (PIFD). Onde as imagens auxiliam no desenvolvimento da estratégia, e também são utilizadas como ferramenta principal, para alcançar um melhor desempenho dos estudantes no ensino de Bioquímica. Dessa forma, considera-se a questão da visualização aquilo que antes era apenas imaginado. Concebendo um novo ponto de vista aos discentes, com o objetivo de que a educação seja mais benéfica, proporcionando dinamismo na apresentação das informações, dado que se caracteriza como uma metodologia que pode auxiliar na compreensão de etapas bioquímicas mais complexas. Ademais, expressa conceitos teóricos de maneira mais participativa, auxiliando no entendimento dos conteúdos considerados de natureza abstrata (NASCIMENTO e SARAIVA 2019).

Com base no (Figura 4, p. 42) pode-se observar entre as palavras-chave (sinônimas ou não da palavra argumentação), em maior quantidade de acordo com suas médias percentuais e considerando suas relações entre os artigos com presença de imagem de forma direta (PIFD) ou sem presença de imagem (SPI) as seguintes palavras: discussão com 29,48% (PIFD) e 27,77% (SPI); reflexão com 3,84% (PIFD) e 38,88% (SPI); e compreensão com 36,75% (PIFD) e 13,88% (SPI). Também observou-se que a palavra referente ao aspecto de reflexão, é identificada nos artigos (SPI) em uma proporção muito maior se comparada com a presença da mesma nos artigos (PIFD), sendo respectivamente 38,88% e 3,84%.

À vista disso, a maior parte da média percentual com relação a presença da palavra reflexão está localizada no artigo "Bioquímica e Literatura: Contos e Crônicas - uma abordagem por meio da aprendizagem colaborativa" do autor Prado (2017), exposto na (Tabela 1, p. x). O respectivo estudo, apresenta uma metodologia de forma colaborativa entre as disciplinas de Bioquímica e Literatura, que tem como objetivo promover uma prática mais reflexiva, com a finalidade de aprimorar a habilidade de escrita de diferentes textos que divergem da respectiva

formação técnica, como também, exercitar a apresentação oral de trabalhos e desenvolvimento da capacidade reflexiva de autoavaliação.

Dentre os artigos analisados, constatou-se um estudo que apresenta como foco principal a reflexão, processo de escrita e argumentação por meio da apresentação oral. Corroborando de forma específica para uma melhor aquisição do processo argumentativo por parte dos estudantes, quanto ao conteúdo científico da disciplina de Bioquímica.

Entretanto, Hoffmann (1994), enfatiza que para haver um processo de reflexão, deve-se existir diálogo (discussão) sobre determinado assunto abordado. Assim, verificou-se que um dos dois trabalhos com (PIFD), referentes à identificação da palavra reflexão, conteve um percentual de 55% da palavra diálogo, da média percentual total de todos os artigos analisados. Portanto, esse resultado indica que a imagem auxilia de forma direta nesse processo de diálogo, promovendo assim o desenvolvimento da argumentação de forma satisfatória.

Com relação a palavra compreensão, os resultados demonstram assim com as demais examinadas anteriormente, de forma quantitativa uma alta identificação nos artigos com (PIFD) com relação aos artigos (SPI), o que mostra uma diferença de aproximadamente 23% da média percentual total apresentada na (Figura 1, p. 30).

Os autores, Jiménez-Aleixandre e Frederico-Agraso (2006), salientam que o desenvolvimento da prática argumentativa em sala de aula pode facilitar os educandos na compreensão de conceitos científicos na medida em que exige um pensamento mais organizado e persuasivo. Ainda seguindo na mesma linha de raciocínio, de acordo com Vieira e Nascimento (2013), a organização do pensamento por meio da sistematização dos conceitos e o estabelecimento de relações entre eles proporciona a construção de competências e habilidades investigativas e epistemológicas, como também permite um posicionamento crítico mediante temas com implicações sociocientíficos.

Atrelado aos resultados encontrado na análise bibliográfica descritas nos parágrafos anteriores, temos os resultados em relação às respostas dos alunos e das alunas para o questionário inicial (Apêndice B) e para a pergunta feita no final do questionário que apresenta as imagens (Apêndice A), que tem o objetivo de verificar quais as dificuldades que os e as estudantes encontraram para interpretar as imagens contidas no questionário, observa-se que, no questionário inicial, os e as estudantes relataram vários benefícios das imagens no processo de ensino-aprendizagem (Quadro 4), que vai de acordo com o que foi demonstrado pela análise bibliográfica realizada quanto a verificação do uso das imagens como uma ferramenta metodológica de grande valia para os processos de ensino-aprendizagem. Entretanto, as

respostas concedidas por parte dos e das estudantes para a pergunta em relação às dificuldades de interpretação das imagens (Quadro 11) deixa uma lacuna enorme em relação ao ideal e à verdadeira realidade quando nos detemos na questão do processo de alfabetismo visual dos e das discentes em relação ao ensino de Ciências de um modo geral. Isso porque muitos estudantes relataram diversas dificuldades para conseguir interpretar as imagens, que foram desde o não reconhecimento dos símbolos utilizados à complexidade de determinada imagem e até a falta de conhecimento prévio em relação aos conteúdos abordados por tais imagens.

Por esse motivo, reforça-se a importância do desenvolvimento deste trabalho, para que se possa realizar um diagnóstico e/ou investigação das verdadeiras necessidades dos estudantes, no que concerne ao desenvolvimento das habilidades de interpretação e argumentação, com base em material imagético no Ensino de Bioquímica. Nos próximos tópicos encontram-se descritas uma breve discussão sobre essas habilidades

## 7.2 NÍVEL/HABILIDADE DE ARGUMENTAÇÃO

De acordo com os resultados obtidos em relação ao nível argumentativo dos estudantes de forma geral (Figura 2), foi possível verificar, seguindo o método do Padrão de Argumento de Toulmin (TAP) e o de nivelamento de grau de argumentação de Erduran et al. (2004), Osborne et al. (2004), e Simon e Johnson (2008), que a presença dos níveis argumentativos N1 e N2 apresentam-se como o nível predominante em relação aos demais níveis. Esta observação foi possível de acordo com a argumentação dos e das estudantes ao responderem as perguntas contidas no questionário aplicado contendo as imagens representando os conteúdos específicos descritos no Quadro 1. Os elementos argumentativos estabelecidos por Toulmin, presentes nos níveis argumentativos N1 e N2 e encontrados de acordo com os resultados, são formados por afirmação ou conclusão (C) e afirmação/ conclusão + dado/ evidência (CD), afirmação/ conclusão + garantia/ justificativa (CG), respectivamente.

Segundo as ideias dos autores do método utilizado para avaliar a habilidade argumentativa (Figura 1), argumentos de primeiro e segundo nível N1 e N2 são considerados os mais pobres, pois apresentam um ou dois elementos do TAP. Já os argumentos de terceiro nível N3 apresentam-se de maneira completa, pois, de acordo com Toulmin (2006), exibem os elementos presentes no núcleo da argumentação do TAP, que são a afirmação, a evidência e a justificativa. Os autores da ferramenta ainda consideram outras associações de elementos para

o nível N3 ao julgarem que o elemento R (refutação) tem uma significação considerável do ponto de vista cognitivo, e pode substituir um dos elementos do núcleo, G ou D.

Os níveis N4 e N5 são os mais ricos devido à associação de mais elementos argumentativos, pois além de contemplarem os elementos do núcleo de argumentação do TAP, há presença de elementos que evidenciam um grau maior de compreensão do que o que está sendo exposto, indicando maior grau de aprendizagem. Portanto, a não presença significativa nas respostas dos e das discentes de níveis N3, N4 e N5, mas somente de níveis N1 e N2, indicando uma falta de domínio do processo argumentativo, processo este que está atrelado a habilidade de utilização dos elementos argumentativos, da análise científica e de conhecimentos prévios pertinentes à disciplina na qual baseou-se e desenvolveu-se esse trabalho. Isso porque, segundo Kuhn (1992, 1993), a capacidade de relacionar dados e conclusões e de avaliar enunciados teóricos à luz de dados empíricos ou procedentes de outras fontes está relacionada à análise científica e à produção de uma argumentação. Entretanto, essas capacidades parecem não estar se apresentando, em geral, de forma satisfatória por parte dos e das estudantes participantes da pesquisa.

Ainda sobre o tópico de discussões em relação ao nível argumentativo, temos os resultados apresentados pelos e pelas discentes de acordo com cada um dos conteúdos abordados pelas questões do questionário aplicado, sendo estes conteúdos representados pelas imagens que os acompanham. Em vista disso e de acordo com o método (TAP) utilizado (Figura 1), observa-se que os resultados retratados através do gráfico da Figura 3 evidenciam valores percentuais significativos dos níveis N2 e N3 presentes nas respostas dos acadêmicos e acadêmicas. As respostas que apresentam tais níveis mencionados são referentes às perguntas com relação ao conteúdo de Princípios de Regulação Metabólica, se comparado aos níveis apresentados nas respostas dos demais conteúdos abordados.

Portanto, quanto ao conteúdo de Princípios de Regulação Metabólica, percebe-se uma razoável melhora na habilidade argumentativa dos e das estudantes, pois suas respostas apresentam nível argumentativo N3 que, segundo estabelecido por Toulmin (2006), pode conter os seguintes conjuntos de elementos argumentativos: CDG, CDR e CGR, como representado na Figura 1. Além disso, formam argumentos mais completos, pois exibem os elementos presentes no núcleo da argumentação do TAP: afirmação (C), evidência (D) e justificativa (G). O autor também considera outras associações de elementos para esse nível ao julgar que o elemento R (refutação) tem uma significação considerável do ponto de vista cognitivo e pode substituir um dos elementos do núcleo: G ou D.



A presença de um valor percentual significativo do nível N3 por parte dos e das estudantes com relação à questão sobre Princípios de Regulação Metabólica, pode ter tido influência do tipo de pergunta feita no questionário sobre esse conteúdo (Quadro 7). Pois esse tipo de pergunta está baseada apenas na leitura da imagem, de tal maneira que o estudante consegue argumentar apenas através dela, estando também este resultado atrelado ao grau de complexidade da imagem. Uma discussão mais detalhada sobre o resultado retratado com relação à presença do nível N3 e o tipo de pergunta realizada nas questões, bem como o grau de complexidade da imagem, no que diz respeito ao conteúdo de Princípios de Regulação Metabólica será feita mais adiante.

Quanto aos demais conteúdos, catabolismo dos ácidos graxos, glicólise e ciclo do ácido cítrico, temos ainda a presença do nível argumentativo N1, o qual, como já foi discutido, apresenta elementos que caracterizam uma pobre argumentação. Entretanto, uma observação importante é que há um crescimento significativo em valor percentual no nível N1 de acordo com os conteúdos citados anteriormente. Tal crescimento ocorreu da seguinte maneira: catabolismo dos ácidos graxos < glicólise < ciclo do ácido cítrico. Isso pode indicar uma maior dificuldade dos e das discentes quanto à análise/interpretação das imagens que abordam os respectivos conteúdos, devido ao grau de complexidade das imagens, visto que a imagem que representa o conteúdo do ciclo do ácido cítrico é um gráfico, bem como a falta de domínio da linguagem científica e pouco conhecimento científico prévio desses alunos e alunas quanto aos temas abordados.

Foi realizada também uma análise mais detalhada, que consistiu na verificação da habilidade argumentativa dos e das estudantes em relação à classificação das perguntas feitas no questionário aplicado de acordo com as imagens representativas de cada um dos conteúdos abordados. Verificou-se, através da utilização do método descrito pela Figura 1 e do método de classificação de perguntas de Machado e Sasseron (2012) adaptado, valores percentuais com diferenças significativas quanto à presença dos níveis argumentativos N1, N2 e N3 (Figura 4) nas perguntas classificadas como PE3, PE5 e PE6, respectivamente, descritas no Quadro 7.

Considerando que a pergunta classificada como PE5, é baseada em uma imagem que apresenta uma informação (dado) complementar e necessita de conhecimento científico para ser respondida, verificamos que há presença do nível argumentativo N1, o qual é composto por apenas uma afirmação ou conclusão. Isso nos indica baixo poder argumentativo com relação a esse tipo de pergunta e possível falta de conhecimento científico prévio por parte dos e das estudantes com relação ao assunto. Pois essa pergunta classificada como PE5 é referente à

imagem que representa o ciclo do ácido cítrico sobre o qual, de acordo com a Figura 9, os e as estudantes apresentaram valor percentual significativo de respostas erradas no questionário respondido. Portanto, podemos considerar também que o tipo de imagem utilizada, a qual se trata de um gráfico, corrobora para tal resultado juntamente com o pouco conhecimento sobre o assunto abordado por parte dos e das discentes.

Já no que se refere à pergunta classificada como PE3, que é uma pergunta baseada na imagem apresentada e que necessita conhecimento prévio e de justificativa para ser respondida, observa-se a presença do nível argumentativo N2 nessa questão por parte dos e das estudantes. Esse nível é composto por mais de um elemento argumentativo, podendo ser formado pela combinação dos elementos argumentativos Afirmação e dados (CD) ou Afirmação e Justificativa (CG). Entretanto, ainda que segundo Toulmin (2006) a argumentação composta por esses elementos seja considerada uma forma não muito elaborada, ainda assim consegue-se alcançar os objetivos estabelecidos por esse tipo de pergunta.

Sendo assim, considerando os resultados apresentados na Figura 9 com relação ao percentual de respostas corretas e incorretas de acordo com os conteúdos abordados pelas imagens, tem-se a classificação de pergunta PE3 sobre a imagem que representa o processo de glicólise. Esse conteúdo, representado por tal imagem, apresenta um valor percentual significativo de respostas corretas por parte dos e das estudantes submetidos ao estudo, o que nos leva a supor que os alunos e as alunas puderam analisar a imagem e relacionar os dados de acordo com seus conhecimentos prévios sobre o assunto de forma relativamente satisfatória.

Quanto à classificação de perguntas do tipo PE6, baseadas na imagem que apresenta uma informação complementar e necessita de uma justificativa para ser respondida, observa-se a presença do nível argumentativo N3 nas respostas dadas pelos e pelas estudantes relacionadas a tal classificação de perguntas. Esse nível é composto pela combinação dos seguintes elementos argumentativos: Afirmação, dados e justificativa (CDG); Afirmação, refutação e justificativa (CRG); Afirmação, dados e refutação (CDR).

Apesar da presença do nível N3 em PE6 ser relativamente baixo se comparado aos níveis N1 e N2 presentes em PE5 e PE3, respectivamente, ainda sim é um nível argumentativo considerado completo pelos autores da Figura 1, alcançando assim os objetivos desse tipo de pergunta classificada como PE6. Entretanto, quanto ao conhecimento científico preciso para responder esse tipo de questão relacionada ao catabolismo dos ácidos graxos, de acordo com o Quadro 7, não indicam um bom desempenho dos estudantes, de acordo com os resultados da Figura 9, já que quanto à porcentagem de respostas corretas e incorretas referentes a esse

conteúdo, temos um valor percentual significativo de respostas incorretas se comparado às corretas. Isso nos mostra que apesar de uma pequena parcela dos estudantes apresentarem elementos argumentativos suficientes para a pergunta requerida, ainda sim seus conhecimentos prévios sobre o assunto são insuficientes, possivelmente provenientes de uma deficiência de compreensão sobre o assunto abordado por tal imagem.

### 7.3 PASSOS INTERPRETATIVOS E NÚMERO DE PASSOS INTERPRETATIVOS

De acordo com os resultados obtidos em relação aos passos interpretativos de forma geral utilizados pelos estudantes para análise e interpretação das imagens presentes no questionário aplicado (Figura 5), que foram obtidos através do método de interpretação de Litz (2008) adaptado e descritos no Quadro 2, observa-se valores significativos dos passos interpretativos P4 e P10 utilizados pelos e pelas discentes para análise/interpretação das imagens. Os passos interpretativos P4 e P10 fazem parte da categoria do número de passos interpretativos NP1 e NP2 (Quadro 3), respectivamente. Esses resultados nos revelam que os e as estudantes, de modo geral, usaram com maior frequência um ou dois passos interpretativos para analisar as imagens contidas no questionário e responder às questões referentes aos conteúdos que elas representam.

Os resultados evidenciam que há, por parte dos e das estudantes, maior frequência da utilização do passo interpretativo P4 para análise e interpretação das imagens, seguido da utilização do passo interpretativo P10, que é a união dos passos interpretativos P3+P4, descritos no Quadro 2. Portanto, segundo Litz (2008), estes resultados nos indicam um baixo desempenho dos e das discentes quanto à análise das imagens contidas no questionário, de forma a culminar na elaboração de fracos argumentos. Pois, de acordo com Litz (2008), quanto maior o número de passos interpretativos utilizados, mais eficiente e profunda será a análise e interpretação da imagem. Isso porque a relação de influência entre a habilidade interpretativa e argumentativa, segundo Mercer (2013) e Whitebread (2013), está relacionada com a metacognição, a qual é compreendida como a habilidade do indivíduo de pensar sobre seus próprios pensamentos e sobre como diferentes formas de uso da linguagem podem ter diferentes influências no desenvolvimento cognitivo e metacognitivo desse indivíduo.

Quanto aos resultados encontrados, representados pela Figura 7, que estão relacionados à utilização dos passos interpretativos para interpretação das imagens em relação ao conteúdo abordado por elas, observou-se valores percentuais significativos com relação ao passo

interpretativo P4, presente na categoria NP1, utilizado pelos estudantes nas imagens que representavam os conteúdos relacionados ao ciclo do ácido cítrico (Gráfico B) e aos princípios de regulação metabólica (Gráfico C), respectivamente.

Em contrapartida, observa-se, através dos resultados, que para análise/interpretação das imagens que representam os conteúdos de princípios de regulação metabólica e ciclo do ácido cítrico, houve a utilização, por parte dos estudantes e em valor percentual significativo, dos passos interpretativos P10 e P13, respectivamente, sendo P10 presente na categoria NP2, e P13 presente na categoria NP3. Dessa forma, os resultados obtidos podem estar relacionados a dificuldades de interpretação dessas imagens devido a uma delas ser uma representação gráfica (ciclo do ácido cítrico) e a outra ser representada por um quadro, sendo que a última faz relação entre as vias metabólicas e o mecanismo dessas vias em locais diferentes (Princípios de Regulação Metabólica). Ainda em consonância com os resultados retratados pela Figura 7, temos os resultados representados pela Figura 9, que nos revelam valores percentuais significativos de respostas incorretas relacionadas com as imagens que representam o conteúdo do ciclo do ácido cítrico, dando embasamento, portanto, para a afirmação feita no parágrafo anterior. Por isso, tudo indica que a falta de conhecimento científico prévio dos e das estudantes tenha colaborado, juntamente com a dificuldade de interpretação, para tal resultado.

Quanto aos resultados sobre o número de passos interpretativos utilizados pelos e pelas estudantes para interpretação das imagens contidas no questionário aplicado (Figura 8), observou-se que a categoria de número de passos NP1, a qual inclui os passos interpretativos P1, P2, P3 e P4, apresentou valor percentual significativo em relação às demais categorias de número de passos interpretativos. Este resultado serve para confirmar o que já foi discutido nos parágrafos anteriores com relação à utilização para análise das imagens, por parte dos e das estudantes, de um único tipo de passo interpretativo, podendo ser ele P1, P2, P3 ou P4. Sendo que a utilização de um único passo interpretativo pode vir a prejudicar o desempenho dos e das discentes quanto à construção de argumentos com base em conhecimentos científicos específicos relacionados aos conteúdos representados pelas imagens, passando a construir, dessa forma, argumentos que contenham poucos elementos argumentativos. Isso foi demonstrado anteriormente através da Figura 7, que mostra um valor percentual significativo quanto ao uso do passo interpretativo P4, o qual utiliza o simbolismo presente nas imagens e sua relação com conhecimentos específicos referentes ao conteúdo quando comparado com os demais passos utilizados.

No gráfico representado pela Figura 8, que representa a categoria do número de passos interpretativos utilizados para analisar as imagens de acordo com o conteúdo abordado por elas, podemos observar que há um valor percentual significativo quanto ao uso da categoria do número de passos interpretativos NP1 em relação às imagens que representam os conteúdos referentes ao ciclo do ácido cítrico e ao catabolismo dos ácidos graxos. Importante destacar que esses conteúdos foram mostrados anteriormente, nos resultados apresentados na Figura 9, quanto ao percentual de respostas erradas com relação aos demais conteúdos representados pelas imagens, onde esses dois conteúdos em especial apresentam maiores porcentagens de erros com relação às respostas dos e das estudantes.

Quanto aos resultados em relação às respostas dos alunos e das alunas para o questionário inicial (Apêndice B) e para a pergunta feita no final do questionário que apresenta as imagens (Apêndice A), que tem o objetivo de verificar quais as dificuldades que os e as estudantes encontraram para interpretar as imagens contidas no questionário, observa-se que, no questionário inicial, os e as estudantes relataram vários benefícios das imagens no processo de ensino-aprendizagem (Quadro 4). Entretanto, as respostas concedidas por parte dos e das estudantes para a pergunta em relação às dificuldades de interpretação das imagens (Quadro 11) deixa uma lacuna enorme em relação ao ideal e à verdadeira realidade quando nos detemos na questão do processo de alfabetismo visual dos e das discentes em relação ao ensino de Ciências de um modo geral. Isso porque muitos estudantes relataram diversas dificuldades para conseguir interpretar as imagens, que foram desde o não reconhecimento dos símbolos utilizados à complexidade de determinada imagem e até a falta de conhecimento prévio em relação aos conteúdos abordados por tais imagens.

## 8 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados através do questionário inicial (Apêndice B) e da análise bibliográfica realizada, podemos observar a relevância e importância da utilização da imagem como uma ferramenta metodológica, podendo ser utilizada efetivamente ou de forma auxiliar para o desenvolvimento da argumentação científica na disciplina de Bioquímica. Mostrando também que por meio da argumentação científica há uma maior apropriação da linguagem científica com relação aos conteúdos abordados na disciplina.

Entretanto, apesar dos resultados encontrados pela análise bibliográfica e dos participantes do estudo reconhecerem as imagens como ferramentas importantes para a aprendizagem dos conteúdos e compreensão dos mesmos, os resultados do questionário que contém as imagens (Apêndice A) mostram grandes dificuldades com relação às suas habilidades de argumentação e interpretação.

Com relação aos resultados referente ao nível argumentativo, observou-se um baixo nível argumentativo e/ou habilidade argumentativa na elaboração das respostas referentes às perguntas contidas no questionário aplicado. Pois apesar de de uma porcentagem dos participantes terem certo conhecimento prévio sobre os assuntos abordados, os mesmo não conseguem construir um argumento, de forma satisfatória, mostrando domínio da utilização dos elementos argumentativos no processo argumentativo.

No que diz respeito às habilidades interpretativas dos e das estudantes participantes, foram encontrados resultados que mostram as dificuldades relacionadas a tais habilidades quanto às imagens representadas por gráficos e tabelas, correspondentes às representações dos conteúdos de ciclo do ácido cítrico e catabolismo dos ácidos graxos. Quanto às relações de dependência entre os processos argumentativos e interpretativos, observou-se que a falta porte porte dos participantes, de conhecimentos específicos, passos e números de passos interpretativos, bem como o que as perguntas pediam em relação à determinada análise de imagem, relacionada aos simbolismos e representações específicas contidas nas imagens, interferem no processo de argumentação dos acadêmicos e acadêmicas, causando baixo desempenho na construção de seus argumentos. Esses resultados apontam para certos obstáculos no que diz respeito a uma construção mais sólida dos conhecimentos científicos desses estudantes, podendo convergir para consequências negativas com relação à utilização dos conhecimentos relacionados aos conteúdos de Bioquímica em determinada área de trabalho em que esses estudantes futuramente possam vir a atuar.

Portanto, tudo indica que será necessária uma intervenção por parte dos e das docentes e das instituições de Ensino Superior com relação a considerar em primeiro momento a forma avaliação dos discentes. Para que se possa verificar não apenas os seus conhecimentos adquiridos na disciplina de Bioquímica, mas também os processos argumentativos utilizados pelos mesmos para chegar a desenvolver um domínio da linguagem científica de forma satisfatória.

Também que passem a considerar a inserção da imagem como uma ferramenta de ensino-aprendizagem, de tal forma que os professores e professoras passem a analisar com maiores detalhes esse tipo de ferramenta. Além disso, que os e as docentes possam instruir os e as estudantes a como utilizar tais ferramentas para contribuir com seu processo de aprendizagem e desenvolvimento da argumentação. Podendo, dessa forma, haver uma consolidação dos conhecimentos científicos necessários para que adquiram um bom domínio com relação aos conteúdos tratados dentro da disciplina de Bioquímica, assim como na aplicação de tais conhecimentos em sua vida profissional.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUEA, C. C. T.; COSTA, S. J.; LEÃO, C. A. M. A. Letramento visual e formação de professores: habilidade de leitura de imagens para o ensino de conceitos biológicos. In: **XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <[www.academia.edu/34638504/Letramento\\_visual\\_e\\_forma%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_professores\\_habilidade\\_de\\_leitura\\_de\\_imagens\\_para\\_o\\_ensino\\_de\\_conceitos\\_biol%C3%B3gicos](http://www.academia.edu/34638504/Letramento_visual_e_forma%C3%A7%C3%A3o_de_professores_habilidade_de_leitura_de_imagens_para_o_ensino_de_conceitos_biol%C3%B3gicos)>. Acesso em: 17/09/2020.
- ANSCOMBRE, J. C.; DUCROT, O. *L'argumentation dans la langue*. Liège/Bruxelas: Pierre Mardaga, 1988.
- ANSCOMBRE, J. C. *Théorie des topoi*. Paris: Kimé, 1995.
- AUFSCHNAITER, C. V.; ERDURAN, S.; OSBORNE J.; SIMON, S. Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, New Jersey, v. 45, n. 1, p. 101–131, 2008.
- BAKER, M. Argumentative interactions and the social construction of knowledge. In: MIRZA, N. M.; PERRET-CLERMONT, A.-N. (Ed.). **Argumentation and Education: theoretical foundations and practices**. Dordrecht: Springer, 2009, p.127-144.
- BRETON, P. **A argumentação na comunicação**. 1ª ed. Bauru SP: EDUSC, 1999. Tradução do original francês *L'argumentation dans la communication*, Paris, Éditions La Découverte, 1996.
- BRITO, F. R. M.; MELO, A. T. Alguns aspectos teóricos e conceituais da argumentação na prática pedagógica. **Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática**. PUC: São Paulo, 2013.
- BORGES, T. S, ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014. Disponível em:[http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2014\\_2/08%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20NA%20PROMOCAO%20DA%20FORMACAO%20CRITICA%20DO%20ESTUDANTE.pdf](http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2014_2/08%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20NA%20PROMOCAO%20DA%20FORMACAO%20CRITICA%20DO%20ESTUDANTE.pdf). Acesso em: 12 set. 2021.



CAAMAÑO, A. Argumentar em ciências. **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, n. 63, p. 5-10, 2010.

CANDELA, A. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (Ed.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. p. 143-169.

CARLOS, E. J. O texto em questão: re-significação conceitual e implicações pedagógicas. In: **Revista Conceitos**, João Pessoa, n. 8, p. 61-73, 2002.

CARONE, F. B. **Subordinação e coordenação: confrontos e contrastes**. São Paulo: Ática, 1993.

CASASÚS, J. M. **Teoria da Imagem**. Rio de Janeiro: Salvat, 1979.

CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. **Caderno de Saúde Pública**, São Paulo, v. 20, n. 3, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v20n3/15>. Acesso em: 08 abr. 2020.

DE CHIARO, S.; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005.

DEBALD, B. S. A docência no ensino superior numa perspectiva construtivista. In: Seminário Nacional Estado e Políticas Sociais no Brasil, 1, 2003. Cascavel-PR. **Anais**. Cascavel: UNIOESTE, 2003.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, New Jersey, v. 84, n. 3, p.287-312, 2000.

DUCROT, O. **O dizer e o dito**. Tradução Eduardo Guimarães. Campinas: Pontes, 1987.

DUCROT, O. **Princípios de Semântica Lingüística**. São Paulo: Cultrix, 1972.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. F. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. **Science Education**, New Jersey, v. 88, p. 915-933, 2004.

EVAGOROU, M.; OSBORNE, J. Exploring Young Students' Collaborative Argumentation within a Socioscientific Issue. **Journal of Research in Science Teaching**, New Jersey, n. 50, v. 2, p. 209-237, 2013.

FERNANDES, C. D. J. **Introdução a semiótica**. 2018.

FIORIN, J. L. **As astúcias da enunciação**: as categorias de pessoa, espaço e tempo. 3ªed. São Paulo: Contexto, 2016.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive developmental inquiry. **American Psychologist**, Washington, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

FONTANA, L. L. **Possibilidades para “ver o invisível” nas representações tridimensionais nos livros didáticos de matemática**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

FRASSON, D. M. R. A intertextualidade como recurso de argumentação. **Letras**, Santa Maria, n. 4, v. 85, 1992.

FREIRE, P. **A importância do Ato de Ler**: três artigos que se completam. São Paulo: Cortez, 1989.

GARZÓN, J. C. V.; MAGRINI, M. L.; COSTA, C. da.; GALEMBECK, E. Realidade aumentada no ensino de vias metabólicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 12, n. 2, set./dez. 2014. Disponível em: [http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/402/pdf\\_12](http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/402/pdf_12). 412 *Revista Humanidades e Inovação* v.8, n.46 Acesso em: 12 set. 2021.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: an overview. In: JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. (Ed.). **Argumentation in science education**: perspectives from classroom-based research. Dordrech: Springer, p. 47-70, 2008.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, Espanha, n. 21, v.3, p. 359–370, 2003.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 11ª Edição. Campinas: Editora Papirus, 1994.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. Campinas: Editora Papirus, 2004.

KELLY, G. J.; DRUKER, S.; CHEN, C. Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis. **International Journal of Science Education**, Berlim, v.20, n.7, p.849-871, 1998.

KOCH, I. G. V. **Argumentação e Linguagem**. São Paulo: Cortez, 2002.

KUHN, D. **The skills of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

KUHN, D. **Science as argument**: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, New Jersey, n. 77, p. 319–337, 1993.

KUHN, D. **Education for thinking**. Cambridge: Harvard University Press, 2005.

LEAL, R. R. Experimentação investigativa em Química no ensino médio e suas potencialidades para o exercício da argumentação em um ensino centrado no aluno. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Porto Alegre, v. 10 n. 6, out./dez, 2019.

LEITÃO, S. Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo. **Psicologia**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 454-462, 2007.

LEITÃO, S. Arguing and Learning. In: LIGHTFOOT, C.; LYRA, M. (Ed.). **Challenges and strategies for studying human development in cultural contexts**. Roma: Firera & Liuzzo Group, p. 221-251, 2009.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Ed.). **Argumentação na escola**: o conhecimento em construção. Campinas: Pontes, p. 13-46, 2011.

LEMKE, J. L. **Talking science**: Language, learning, and values. Norwood: Ablex, 1990.

LITZ, V. G. **O uso da imagem no ensino de história**: caderno temático. Curitiba: Programa de Desenvolvimento Educacional do Estado do Paraná – PDE, 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1402-6.pdf>>. Acesso em: 27/04/2020.

LIN, T. C.; TSAI, C. C. Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**, Berlim, v. 36, n. 8, p. 1346-1372, 2014.

LOURENÇO, A. B; ABIB, M. L., MURILLO, F. J. Aprendendo a ensinar e a argumentar: Saberes de Argumentação Docente na formação de futuros professores de química. **Revista**

**Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 295–316, 2016.

LOUREIRO, R; FONTE, S. D. **Indústria cultural e a educação em "tempos pós-modernos"**. São Paulo: Papirus, 2003.

MACHADO, F. V.; SASSERON, H. L. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, 2012.

MACIEL, M, A. A importância da imagem no cenário da contemporaneidade: Uma necessidade da educação do olhar. **Revista tema em ação**, João Pessoa, v. 22, n.1, p.96, 2013.

MAINGUENEAU, D. **Pragmática para o discurso literário**. Tradução Marina Appenzeller. Revisão da tradução Eduardo Brandão. São Paulo: Martins Fontes, 1996

MERCER, N. Classroom talk and the development of self-regulation and metacognition. **British Journal of Educational Psychology**, n. 10, p. 1-23, 2013. Monograph series II: Psychological aspects of education. Self-regulation and dialogue in primary classrooms.

MIRZOEFF, N. **Una introducción a la cultura visual**. Barcelona: Paidós Arte y Educación, 2003.

MIRZA, N. M.; PERRET-CLERMONT, A. N. (Eds). **Argumentation and education: theoretical foundations and practices**. New York: Springer, 2009.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 3, 2002.

MONK, O; OSBORNE, J. Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model For Development of Pedagogy. **Science Education**, New Jersey, v. 81, n. 4, p. 405-424, 1997.

MOTA, K. O. **Diagnóstico do processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Bioquímica no curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe**. 2017. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2017.

OSBORNE, J. F.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argument in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, New Jersey, v.41, p. 994–1020, 2004.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. Tradução José Teixeira Coelho Neto. 2ª reimpressão, 3ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PIAGETE, J. A linguagem e as operações intelectuais. In: AJURIAGUERRA, J., BRESSON, F., FRAISSE, P., INHELDER B.; OLÉRON, P. (Orgs.). **Problemas de psicolingüística**. São Paulo: Mestre Jou, p. 63-74, 1973.

PINTO, J. P. Pragmática. In: MUSSALIM, F.; BENTES, A. C. (Orgs.). **Introdução à linguística: domínios e fronteiras**. Volume 2. São Paulo: Cortez, 2001.

PONTECORVO, C. A contribuição da perspectiva Vygotskiana à Psicologia da Educação. In: PONTECORVO, C.; AJELLO, A. M.; ZUCCHERMAGLIO, C. **Discutindo se aprende - interação social, conhecimento e escola**. Capítulo 1. Porto Alegre: Artmed, 2005.

RAPANTA, C.; GARCIA-MILA, M.; GILABERT, S. What is meant by argumentative competence? An integrative review of methods of analysis and assessment in education. **Review of Educational Research**, Pennsylvania, v. 83, n. 4, p. 483-520, 2013.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de Química. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009.

SAMPSON, V.; ENDERLE, P.; GROOMS, J. The Use of Argumentation in Science Education to Promote the Development of Science Proficiency: A comparative case study. **SREE Fall 2013 Conference - Interdisciplinary Synthesis in Advancing Education Science**. Washington, 2013.

SARNMARTÍ, N. **Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència**. Barcelona: Centre de Recursos Pedagògics de la Ciutat de Barcelona, 2003.

SAUSSURE, F. **Curso de Linguística Geral**. Organizado por Charles Bally e Albert Sechehaye com a colaboração de Albert Riediliger. 5ª ed. São Paulo: Cultrix, 1973.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. **A Educação em Ciências no Brasil**: documento preparado por solicitação da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade, 2011. Disponível em: <[http://www.iets.org.br/IMG/pdf/iets-educacao\\_ciencias\\_br\\_texto\\_final.pdf](http://www.iets.org.br/IMG/pdf/iets-educacao_ciencias_br_texto_final.pdf)>. Acesso em: 03/06/2020

SCHNEIDER, M. H.; DUTRA, A. M.; MAGALHÃES, C. R. Metodologias ativas no ensino de Bioquímica: Abordagens articuladas ao cotidiano profissional. **Anais do X Congresso Ibero-Americano de Docência Universitária**. PUC: Rio Grande do Sul, 2018.

SCATINGO, A. C. **Ensino de bioquímica no curso de nutrição em uma instituição de ensino superior da rede particular: diagnósticos e intervenção**. São Paulo, 2013.

SCATIGNO, A. C.; TORRES, B. B. Diagnósticos e intervenções no ensino de bioquímica. *Journal of Biochemistry Education*, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 29-51, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.16923/reb.v14i1.626> > DOI: 10.16923/reb.v14i1.626.

SIMON, S.; JOHNSON, S. Professional learning portfolios for argumentation in school science. *International Journal of Science Education*, Berlim, v. 30, p. 669–688, 2008.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VERONEZI, R. J.; DAMASCENO, P. B.; FERNANDES, B. Y. Funções psicológicas superiores: Origem social e natureza mediada. *Revista Ciências Médicas*, Campinas, v. 14, n.6, p. 537-541, nov./dez., 2005. **Argumentation and learning**. In: **MIRZA, Nathalie Muller**; PERRET-CLERMONT, Anne-Nelly (Ed.). *Argumentation and education: theoretical foundations and practices*. Dordrecht: Springer, 2009. p. 91-126.

VERONEZI, R. J. B.; DAMASCENO, B. P.; FERNANDES, Y. B. Funções psicológicas superiores: origem social e natureza mediana. *Revista Ciências Médicas*, Campinas, v. 14, n. 6, p. 537-541, nov/dez., 2005.

WALTON, D. N. **Lógica Informal**: manual de informação crítica. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

WHITEBREAD, D. Self-regulation in young children: its characteristics and the role of communication and language in its early development. *British Journal of Educational Psychology*, n. 10, p. 25-43, 2013.

ZABALZA, M. **La enseñanza universitaria: el escenario y sus protagonistas**. Madrid: Narcea Ediciones, 2002.

## APÊNDICES

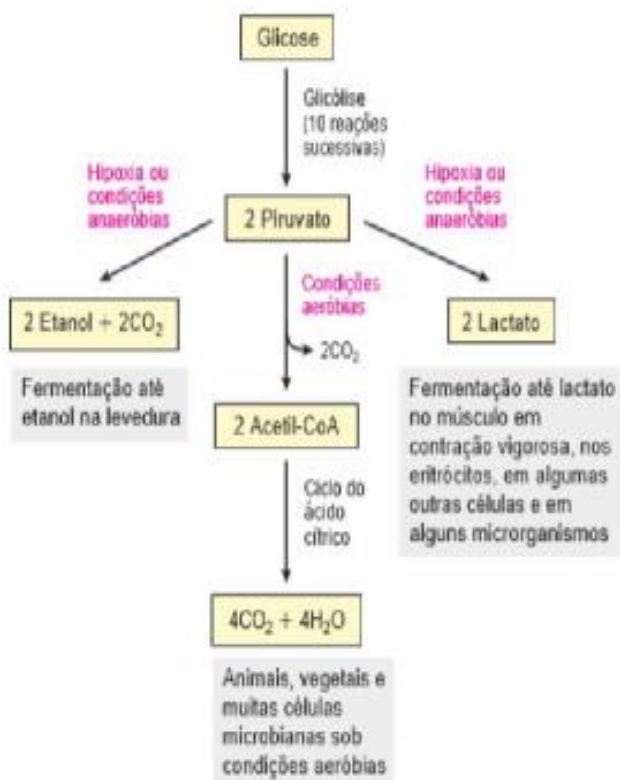
### APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS PARA ANÁLISE DOS ARGUMENTOS E PASSOS INTERPRETATIVOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: BIOQUÍMICA**  
**TOXICOLÓGICA**

Aqui estão disponibilizadas algumas perguntas e imagens referente aos conteúdos abordados no Ensino de Bioquímica, os quais são: Glicólise e Gliconeogênese, ciclo do ácido Cítrico, princípios de regulação metabólica e catabolismo dos ácidos graxos. A atividade, aqui proposta, é referente a um projeto de mestrado. Caso deseje maiores explicações com relação ao projeto, ao final deste documento, em anexo, tem-se o termo de consentimento livre e esclarecido ou entre em contato pelo telefone (55) 9 81386086 (whatsapp).

#### I - Glicólise

Figura 1: Os três destinos do piruvato formado na glicólise.



1) Analisando a figura, qual o intermediário metabólico principal? Explique qual sua importância e a partir de que via metabólica ele se origina?

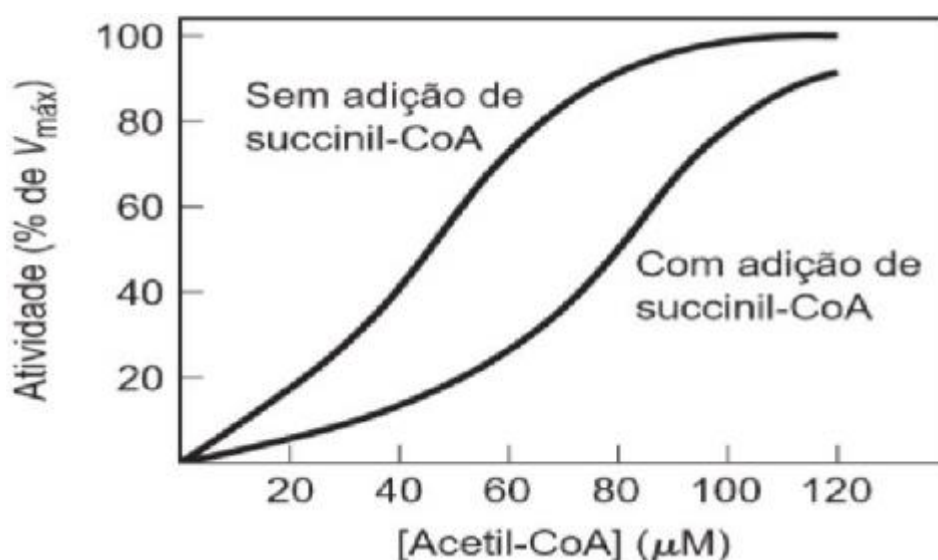
2) O processo de conversão do piruvato em lactato, sob as condições apresentadas na figura, tem a participação da coenzima NADH. Com base nessas informações, qual é a função dessa coenzima neste processo e que tipo de reação ela catalisa?

3) Analisando o processo de conversão do piruvato a acetil-CoA, pode-se observar a liberação de 2 moléculas de CO<sub>2</sub>. Com base nessas informações, que tipo de reação ocorre nesse processo?

Explique Descreva brevemente os passos (métodos) que você utilizou para analisar e interpretar a imagem e conseguir responder as perguntas .

## II- Ciclo do Ácido Cítrico

Figura 2 : Regulação da citrato-sintase.



1) O gráfico mostra a regulação da enzima citrato-sintase. Ao analisar o gráfico, a que conclusões você chega com relação a adição ou não de Succinil-CoA ao meio ? Qual a variável presente no gráfico que nos mostra a regulação da atividade da enzima citrato -sintase? Explique.

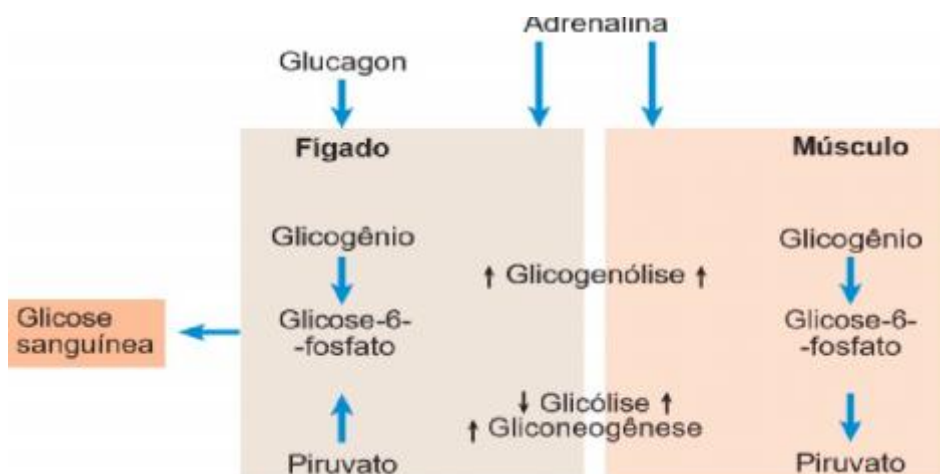
2) Com base no gráfico, em seus conhecimentos referente ao ciclo do ácido cítrico, e nas conclusões obtidas na questão anterior, o que a adição do Succinil-CoA sinaliza para o ciclo do ácido cítrico? Explique.

3) Com base nas conclusões obtidas nas questões anteriores, qual tipo de inibição é representada pelo gráfico? Descreva brevemente os passos (métodos) que você utilizou para analisar e interpretar a imagem e conseguir responder as perguntas .

## III -Princípios de Regulação Metabólica



Figura 3: Diferenças na regulação do metabolismo de carboidratos no fígado e no músculo.



1) Analise a imagem e indique qual dos processos está com a velocidade aumentada, tanto no fígado, como no músculo? Explique em que situação ocorre no músculo e no fígado.

2) Ao observar a imagem, explique o que significa:

a) no quadro representando o fígado, a seta saindo do piruvato e indo em direção a glicose-6-fosfato.

b) no quadro representando o músculo, a seta saindo da glicose-6-fosfato e indo em direção ao piruvato.

c) Essa representação das setas, saindo do piruvato ou indo para o piruvato, tem relação com o que está representado na interseção entre os dois quadros, no qual os processos de glicólise e gliconeogênese estão interrelacionados? Explique.

3) Analisando a imagem, podemos dizer que ocorre gliconeogênese no músculo? Explique. Descreva brevemente os passos (métodos) que você utilizou para analisar e interpretar a imagem e conseguir responder as perguntas.

#### IV- Catabolismo dos ácidos graxos

Figura 4: Produção de ATP durante a oxidação de uma molécula de palmitoil-CoA a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.

Enzima que catalisa o passo de oxidação	Quantidade de NADH ou FADH <sub>2</sub> formado	Quantidade de ATP formado no final*
Acil-CoA-desidrogenase	7 FADH <sub>2</sub>	10,5
β-Hidroxiacil-CoA-desidrogenase	7 NADH	17,5
Isocitrato-desidrogenase	8 NADH	20
α-Cetogluturato-desidrogenase	8 NADH	20
Succinil-CoA-sintetase		8 <sup>†</sup>
Succinato-desidrogenase	8 FADH <sub>2</sub>	12
Malato-desidrogenase	8 NADH	20
Total		108

\*Esses cálculos pressupõem que a fosforilação oxidativa mitocondrial produz 1,5 ATP por FADH<sub>2</sub> oxidado e 2,5 ATP por NADH oxidado.

<sup>†</sup>O GTP produzido diretamente nesse passo produz ATP na reação catalisada pela nucleosídeo-difosfato-quinase (p. 526).

- 1) Analisando a imagem, você consegue identificar quantos ATP(s) são formados por cada molécula de NADH e FADH<sub>2</sub> oxidada?
- 2) Analise a tabela representada pela figura 4, considerando as seguintes informações: em cada rodada do ciclo do ácido cítrico são produzidos 3 NADH, para que seja produzida essa quantidade de NADH necessita-se de uma molécula de Acetil –CoA, sendo assim, quantos Acetil-CoA serão oxidados para obter o total de NADH presentes na tabela? Explique.
- 3) Após a análise da imagem (Tabela), as respostas das questões anteriores e com base em seus conhecimentos, prediga o tamanho da cadeia do ácido graxo oxidado (palmitoil-CoA)? Explique Descreva brevemente os passos (métodos) que você utilizou para analisar e interpretar a imagem e conseguir responder as perguntas.

**V- Pergunta Final em relação às dificuldades de interpretação das imagens.**

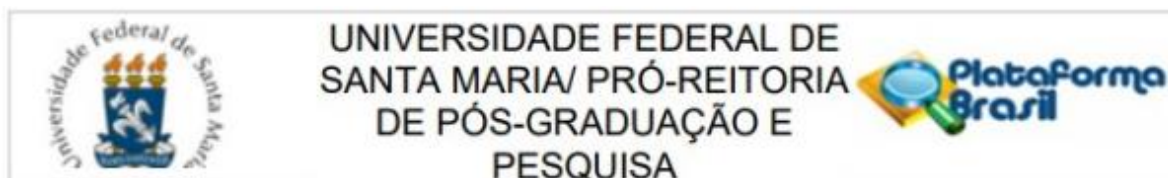
Qual(is) dificuldade(s) você apresentou para analisar as imagens? Descreva.

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO INICIAL****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA****CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: BIOQUÍMICA  
TOXICOLÓGICA**

1. Com que frequência seu professor utiliza imagens e desenhos científicos em sala de aula? ( ) nunca ( ) sempre ( ) raramente
2. Você acha que as imagens e desenhos científicos (gráficos, tabelas, figuras, diagramas, etc....) Contribuem para sua aprendizagem. Por quê?
3. Você consegue entender facilmente um conteúdo abordado pelo professor sem a ajuda de um desenho científico ou imagem? Justifique.
4. Em uma escala de 0 a 5, qual a importância que uma imagem ou um desenho científico têm para você quando está estudando um conteúdo? Justifique.
5. Nos exercícios em sala ou nas provas, as imagens contribuem positivamente ou negativamente para você responder as questões? Por quê?

## ANEXOS

## ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** UMA INVESTIGAÇÃO DAS CAPACIDADES E HABILIDADES DE INTERPRETAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO ATRAVÉS DE IMAGENS NO ENSINO DE BIOQUÍMICA.

**Pesquisador:** Maria Rosa Chitolina

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 27608720.0.0000.5346

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.800.080

## ANEXO B - AUTORIZAÇÃO VIA E-MAIL DA UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DO LIVRO

Por meio desta mensagem de correio eletrônico, autorizamos a utilização das imagens no arquivo da obra, em estrita conformidade com a solicitação formulada pela mensagem recebida em 08/01/2020, permanentemente atrelada a esta autorização.

É condição sine qua non para esta autorização que seja mencionado os créditos da fonte das imagens no trabalho destinatário, contendo no mínimo os seguintes dizeres: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de bioquímica de Lehninger. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. 1272 p.

Esta autorização é concedida somente para as imagens específicas contidas na obra - Princípios de Bioquímica de Lehninger | 7ed.

Esta autorização é concedida sem ônus ao solicitante.

O solicitante não poderá publicar o material ora autorizado de modo que seja sujeito à degradação moral, ficando o solicitante corresponsável pela boa fé na utilização do material ora autorizado. Esta autorização é concedida com base na Lei de Direitos Autorais 9610/98.

Atenciosamente,

Brenda Lautert Volkmann

*Assistente de Relacionamento • Operações*

(51) 3073-3912

[www.grupoa.com.br/institucional](http://www.grupoa.com.br/institucional)

Jerônimo de Ornelas, 670 • Porto Alegre/RS

