

Recebido: 05/08/2024 | Revisado: 25/09/2024 | Aceito: 12/01/2025 | Publicado: 12/04/2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v13i2.1117

## Ensino de bioquímica com quadrinhos: um estudo semiótico a partir da análise estatística implicativa

*Teaching biochemistry with comics: a semiotic study with implicit statistical analysis.*

### DIAS, Alzira Carla de Oliveira. Doutoranda em Ensino

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE - Campus Recife. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900 - Brasil. Telefone: (81) 997593549 / E-mail: [accarla\\_oliver@hotmail.com](mailto:accarla_oliver@hotmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0747-7296>

### CORDEIRO, Priscila Aparecida dos Santos. Doutoranda em Ensino de Ciências

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE - Campus Recife. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900 - Brasil. Telefone: (81) 986410669 / E-mail: [priscila.jesusemaria@gmail.com](mailto:priscila.jesusemaria@gmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-529X>

### CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. Doutora em Ciências (Bioquímica)

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE - Campus Recife. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900 - Brasil. Telefone: (81) 999997439 / E-mail: [ana.acleao@ufrpe.br](mailto:ana.acleao@ufrpe.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8976-2540>

### LOPES, Maria Teresa. Doutora em Design

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Campus Agreste. Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Nova, PE, 55014-900 - Brasil. Telefone: (81) 998824740 / E-mail: [teresa.lopes@ufpe.br](mailto:teresa.lopes@ufpe.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1490-3641>

### SANTOS DE AQUINO, Rafael. Doutor em Ensino de Ciências

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - IFSertãoPE - Campus Salgueiro. Rodovia BR 232, Km 508, sentido Recife, Salgueiro-PE, 56000-000 - Brasil. Telefone: (81) 998058445 / E-mail: [rafael.aquino@ifsertao-pe.edu.br](mailto:rafael.aquino@ifsertao-pe.edu.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8976-2540>

## RESUMO

A Bioquímica é uma área complexa que envolve conteúdos abstratos e desafiadores. Por isso, este trabalho tem por objetivo investigar como os licenciandos em Ciências Biológicas constroem e abordam conceitos bioquímicos relacionados ao metabolismo energético através da construção de HQs. Para facilitar o aprendizado dos estudantes, propusemos uma oficina que utiliza a história em quadrinhos como recurso didático. A oficina aborda a regulação da glicemia e o metabolismo energético, temas da disciplina de Bioquímica Celular e Metabólica. Analisamos os elementos semióticos da HQ, sob a perspectiva de Peirce com base no signo triádico de ícone, índice e símbolo. A oficina tem como objetivo estimular os estudantes a criarem seus próprios quadrinhos sobre os conteúdos estudados. Essa proposta está alinhada com a teoria de Vygotsky, que enfatiza a importância da mediação cultural e da construção de significados para a formação dos estudantes. Os dados, foram abordados segundo as premissas da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.). Obtendo-se o Grafo Implicativo e Árvore Coesitiva. A utilização dos quadrinhos como recurso didático foi importante para o desenvolvimento de conceitos acadêmicos e científicos, contribuindo para um entendimento mais aprofundado e significativo do conteúdo estudado.

**Palavras-chave:** Signo triádico, Teoria de Vygotsky, Metabolismo energético.



## ABSTRACT

Biochemistry is a complex field that involves abstract and challenging concepts. Therefore, this work aims to investigate how Biological Sciences undergraduates construct and approach biochemical concepts related to energy metabolism through the creation of comic strips. To facilitate students' learning, we proposed a workshop that uses comic strips as a didactic resource. The workshop addresses glycemia regulation and energy metabolism, topics of the Cellular and Metabolic Biochemistry course. We analyzed the semiotic elements of the comic strips from Peirce's perspective, based on the triadic sign of icon, index, and symbol. The workshop aims to encourage students to create their own comic strips about the studied content. This proposal aligns with Vygotsky's theory, which emphasizes the importance of cultural mediation and the construction of meanings for student development. The data were approached according to the premises of Implicit Statistical Analysis (ISA), obtaining the Implicit Graphs and Cohesive Trees. The use of comics as a didactic resource was important for the development of academic and scientific concepts, contributing to a deeper and more meaningful understanding of the studied content.

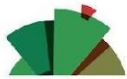
**Keywords:** Triadic sign, Vygotsky's theory, Energy metabolism.

## Introdução

A construção de conceitos bioquímicos representa um marco importante na formação inicial de licenciandos em Ciências Biológicas. A complexidade inerente a esses conceitos exige que os educadores adotem uma abordagem pedagógica refinada, que não apenas desmistifique o conteúdo, mas também promova uma compreensão profunda e interdisciplinar. É imperativo que a metodologia empregada estimule o pensamento crítico e a capacidade de aplicação prática do conhecimento. Conforme evidenciado pelo estudo de Silva e Carneiro-Leão (2019), a dificuldade dos alunos em assimilar e atribuir significado aos conceitos bioquímicos é notória, ressaltando a necessidade de estratégias de ensino que sejam mais envolventes e contextualizadas, preparando os alunos para os desafios científicos e sociais contemporâneos.

A adoção de métodos didáticos que fomentem a criatividade, promova a integração das disciplinas e contextualizem o aprendizado é fundamental para capturar o interesse dos alunos. Nesse sentido as Histórias em Quadrinhos (HQs) emergem como um recurso pedagógico inovador, possibilitando a imersão dos estudantes nos conceitos de Bioquímica por meio de uma abordagem que entrelaça ciência e arte, estimulando não apenas o entretenimento, mas também o pensamento crítico. De acordo com Vergueiro e Ramos (2009) essa metodologia dinâmica contribui significativamente para o aprimoramento de competências essenciais, tais como a capacidade de leitura crítica, a habilidade de escrita, a competência interpretativa, a construção de argumentos sólidos e a eficácia na comunicação científica.

A compreensão aprofundada dos conceitos de Bioquímica é essencial para a formação de licenciandos em Ciências Biológicas, e esta pesquisa propõe a utilização de histórias em quadrinhos como recurso didático alternativo. Por meio desta abordagem lúdica, busca-se não apenas a compreensão das vias metabólicas e da regulação do metabolismo energético, mas também a promoção de uma aprendizagem significativa e colaborativa, destacando a importância de integrar texto e imagem no ensino de Bioquímica, desafiando a percepção tradicional da disciplina e incentivando a interdisciplinaridade. A metodologia proposta visa



examinar a formação de conceitos bioquímicos, considerando os conhecimentos pré-existentes dos licenciandos, e destaca-se por sua capacidade de contextualizar o aprendizado, tornando-o mais relevante e acessível aos estudantes.

Este estudo apresenta um recurso didático para o aprimoramento profissional dos estudantes, analisando como constroem os conceitos sobre a temática metabolismo energético. Esta abordagem visa não somente a construção do conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades analíticas e críticas nos educandos, incentivando-os a estabelecer conexões significativas entre a teoria bioquímica e a prática educacional. Através de uma estratégia pedagógica que incorpora o uso de histórias em quadrinhos, esta proposta explora a Semiótica de Peirce (2005) e da análise da construção do conceito de Vygotsky (2010). Nossa hipótese é de que o uso da narrativa visual não apenas facilita a compreensão dos conceitos complexos, mas também estimula o pensamento crítico e a criatividade no campo da educação científica.

Assim, nossa questão de pesquisa é: de que maneira a construção de histórias em quadrinhos pode enriquecer o entendimento dos conceitos bioquímicos, particularmente no que tange ao metabolismo energético? Para elucidar tal questionamento, sugere-se a implementação de uma oficina didática direcionada a alunos do curso de Ciências Biológicas. Esta atividade tem como eixo central a construção de histórias em quadrinhos como ferramenta didática, com o intuito de facilitar e estimular o envolvimento ativo dos alunos. Nesse sentido os trabalhos de Cabral Andrade e Acioly-Régner (2016); Andrade, Acioly-Régner e Cabral Andrade (2013) abordam a questão da formação de professores usando HQ na França.

As HQ desenvolvidas foram analisadas a partir da perspectiva de Pierce (2005) - ícones, índices e símbolos, os quais acreditamos serem fundamentais na construção do conhecimento bioquímico. Através deste meio lúdico e visualmente rico, facilita-se a formação de conceitos científicos, promovendo uma aprendizagem mais profunda e engajada.

Em paralelo, os dados coletados a partir da análise das HQ foram processados utilizando o quadro da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.), com o suporte do software CHIC® (Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesiva) versão 7.0 (2014). Os resultados desses procedimentos analíticos são ilustrados através de grafos implicativos, bem como árvores de coesão. Tais representações gráficas fornecem uma visualização intuitiva das correlações mais significativas entre as variáveis que formam os componentes das análises das HQs.

A integração da A.S.I. nos estudos de ensino de Bioquímica é um avanço significativo, especialmente quando se inicia com métodos qualitativos de coleta de dados. Esta abordagem amplia a interpretação dos dados, mas também marca a relevância dos métodos mistos (Carneiro-Leão et al., 2024), enriquecendo a compreensão das implicações estatísticas. Além disso, a A.S.I. é instrumental na generalização de resultados, proporcionando insights mais profundos sobre o fenômeno em estudo. É importante ressaltar que a robustez dos resultados estatísticos é diretamente influenciada pelo tamanho da amostra e pela quantidade de eventos de pesquisa analisados, garantindo maior precisão nas tendências observadas.

## A semiótica de Peirce

A semiótica é uma abordagem teórica que permite uma compreensão aprofundada dos signos presentes em diferentes contextos, incluindo as histórias em



quadrinhos. Segundo Santaella (2005) a semiótica é a ciência geral de todas as linguagens. O processo de semiose, definido como a ação de um signo para criar uma interpretação em um interpretante, é fundamental para entender como os signos comunicam significados.

Conforme articulada por Peirce (2005), os signos se classificam primariamente como: ícones, que são semelhantes ao objeto que representam; índices, que têm uma relação direta com o objeto; e símbolos, que são convenções sociais. E será essa tríade que usaremos na análise das histórias em quadrinhos. O signo também é composto por três elementos interconectados: o representante (é a forma perceptível do signo); o objeto, (a entidade a qual o signo se refere); e o interpretante, (o efeito do signo sobre um intérprete), gerando um novo signo na mente desta.

Na visão de Santaella (2009), um signo é um ente que, ao representar um objeto, não o faz arbitrariamente, mas sim através de uma relação triádica, na qual o interpretante é o efeito mental gerado pela interpretação do signo. Assim, o signo se constitui enquanto tal ao ser decodificado por uma mente, seja ela atual ou possível, que, ao interpretá-lo, transforma-o em um interpretante, completando o processo de significação. Esta relação é essencial para entender como os signos são interpretados e como eles representam conceitos bioquímicos nas histórias em quadrinhos.

Desse modo, a semiótica pierceana oferece um arcabouço teórico robusto para a análise dos processos de significação que emergem no seio da cultura, particularmente através das manifestações artísticas em suas múltiplas linguagens. Ela investiga os fenômenos culturais sob a ótica de sistemas sógnicos, isto é, conjuntos estruturados de signos que operam na produção de significados. Dentro deste espectro, os signos são compreendidos como ferramentas essenciais para a comunicação e representação, facilitando a distinção e o reconhecimento dos objetos em sua singularidade.

## A construção do Signo

Desde os primórdios em cavernas ancestrais, a humanidade tem sido impelida pela necessidade de comunicar suas vivências imaginativas e experiências sensoriais. Este ímpeto comunicativo levou ao desenvolvimento de métodos sofisticados para a manipulação de elementos visuais, auditivos e espaciais - uma alquimia de cores, formas, sons, gestos, expressões faciais, odores, movimentos e iluminação. Esses elementos não são meramente decorativos; a construção do signo, segundo Peirce (2005), é um processo complexo e multifacetado que se estabelece numa relação triádica.

Segundo Santaella (2002, p.10) “signo é aquilo que dá corpo ao pensamento, às emoções, reações etc. [...] essas externalizações são traduções mais ou menos fiéis de signos internos para signos externos”. Neste contexto, a manipulação desses signos não é aleatória, mas uma prática deliberada que reflete as capacidades técnicas de cada era, visando a criação de um sistema comunicativo robusto e eficaz entre indivíduos. A semiótica peirceana nos ensina que a comunicação é uma ciência regida por signos dinâmicos e interpretantes em constante evolução, refletindo a complexidade da experiência humana em sua incessante busca por conexão e entendimento mútuo.

Santaella (2002), expande a compreensão de Peirce ao explorar a dinâmica dos signos no contexto da cultura e da comunicação. Em seu trabalho, a autora,



destaca a importância da semiótica para a educação, argumentando que a capacidade de interpretar uma ampla gama de signos é crucial em uma sociedade saturada de imagens e mensagens. A habilidade de decodificar esses signos permite aos estudantes navegarem melhor pelo mundo ao seu redor e aplicar esse conhecimento em seu aprendizado.

Portanto, ao incorporar os conceitos da análise semiótica ao ensino de bioquímica através de quadrinhos, os educadores podem criar estratégias de ensino mais dinâmicas e eficazes. Isso não só garante uma experiência educacional mais envolvente, mas também abre um mundo de possibilidades para tornar o ensino e a aprendizagem mais interessantes e significativos. Ao dominar a linguagem dos quadrinhos e os conceitos de semiótica, professores e estudantes podem explorar novas formas de comunicação e compreensão, enriquecendo o processo educacional como um todo.

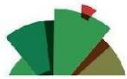
A semiótica, conforme elucidado por Peirce, oferece uma estrutura robusta para a análise de signos e dos objetos que eles significam, que são fundamentais para a compreensão de textos e imagens em diversos contextos, incluindo o educacional. Santaella (2002) propõe que a compreensão da conexão entre a essência de um signo e o objeto que ele simboliza, isto é, o elemento que confere identidade ao signo e simultaneamente o representa e se relaciona com ele, pode ser vista como o contexto geral do signo. A autora sugere que a natureza do signo influencia como ele representa seu objeto. Existem três categorias de propriedades de signos - qualidade, existência e lei - que correspondem a três maneiras distintas pelas quais um signo pode se relacionar ou denotar seu objeto.

De acordo com Peirce, o ícone é um signo que não possui uma conexão ativa com o objeto representado, mas é reconhecido por suas características que remetem àquele objeto, provocando sensações similares na mente que observa essa correspondência. Joly (1996, p. 35) aponta que o ícone pertence ao grupo de signos que se fundamentam em uma analogia com o objeto que simbolizam. Por exemplo, uma ilustração, uma imagem fotográfica ou uma representação gráfica de um carro ou um trem, são considerados ícones, pois guardam semelhança com o objeto real que representam. É essencial enfatizar que a conexão de similaridade que existe entre a base de um signo e o seu referente transcende o visual, abrangendo igualmente as dimensões tátil, auditiva, olfativa e gustativa.

O índice é um tipo de signo que possui uma conexão causal direta e contígua com o objeto que significa. Esta categoria de signos é definida pela sua relação imediata e física com o seu referente, estabelecendo uma representação baseada na proximidade e interação direta com o elemento que denota. É o caso dos signos como as lágrimas serem usados para representar dor e tristeza e o sorriso para a alegria.

Para que um signo opere efetivamente como índice, é essencial considerá-lo em sua dimensão existencial, isto é, como um elemento integrante de um contexto maior, um ente ao qual está inexoravelmente conectado e do qual é parte integrante. Nessa perspectiva, o índice não apenas aponta para um objeto, mas está física ou causalmente vinculado a ele, estabelecendo uma relação direta que transcende a mera similaridade icônica e se aprofunda na tessitura da realidade. Segundo Peirce:

Um índice é um signo que se refere ao seu objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto. Portanto, não pode ser um qual-signo, uma vez que as qualidades são o que são independentemente de qualquer outra coisa. Na medida em que o índice é afetado pelo objeto, tem ele necessariamente uma qualidade em comum com o objeto, e é com respeito a estas essas qualidades que ele se refere ao objeto (Peirce, 2005,



p. 52).

Já o símbolo é entendido como um signo que se articula com seu objeto por meio de uma convenção estabelecida, não por uma conexão direta ou imanente, mas através de uma construção ideativa da mente que o emprega. Esta categoria de signos é fundamental, pois é por intermédio dela que se estabelece uma relação significativa duradoura, que transcende as variações individuais de interpretação. O símbolo, portanto, é o agente de significação que, ancorado no consenso coletivo, permite a comunicação e a compreensão intersubjetiva. Conforme Peirce (2005), o símbolo transcende a mera representação; ele é uma entidade viva que se revela em manifestações únicas e concretas. Cada termo que pronunciamos ou escrevemos é uma expressão individual dessa lei universal, trazendo-a à existência. Assim, um símbolo não se limita a significar um objeto específico; ele é um conceito mais amplo, uma categoria em si, e mais ainda, ele é parte de uma espécie maior, não se restringindo a uma única instância ou forma.

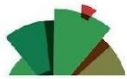
### **A Abordagem Semiótica na Construção de Histórias em Quadrinhos**

Na construção de histórias em quadrinhos, utiliza-se a teoria da significação de Peirce para criar narrativas visuais ou multimodais. Através dos elementos semióticos presentes nas histórias em quadrinhos, como imagens, palavras, balões de fala e onomatopeias, é possível representar conceitos bioquímicos de forma didática e acessível aos estudantes. A utilização de signos e ícones na representação desses conceitos torna a aprendizagem mais visual e interativa, facilitando a compreensão e memorização dos conteúdos. Essa abordagem favorece o processo de ensino-aprendizagem, pois estimula a imaginação e a criatividade dos alunos, permitindo uma maior assimilação dos conhecimentos. Além disso, a interatividade proporcionada pelos elementos visuais/multimodais das histórias em quadrinhos incentiva a participação ativa dos estudantes, tornando as aulas mais dinâmicas e envolventes.

Na arte sequencial dos quadrinhos, a sinergia entre imagem e texto transcende a mera ilustração ou narração; ela cria um universo narrativo único. Segundo Cagnin (1975), as imagens, confinadas em seus quadros, trabalham em conjunto com os balões de diálogo para dar voz aos personagens, enquanto legendas e onomatopeias despertam no leitor o contexto e na sonoridade da cena. Essa combinação de elementos visuais e textuais não só define o meio dos quadrinhos, mas também o eleva como uma poderosa ferramenta pedagógica, capaz de engajar e educar por meio de sua dinâmica singular e apelo universal.

Cagnin (1975) afirma que o texto não é essencial à história em quadrinhos, assim como o romance escrito não exige forçosamente que seja ilustrado com imagens, caracterizando a multimodalidade. Os gestos das figuras, as expressões do rosto revelam a ação, substituindo, com vantagem, balões e legendas. As histórias em quadrinhos são compostas por diversos elementos semióticos que contribuem para a construção metódica e minuciosamente detalhada do sentido da narrativa que é transmitida.

Esses elementos incluem as imagens que conseguem representar visualmente os personagens, bem como os cenários e as ações que acontecem ao longo da história. Além disso, temos a linguagem escrita, que transmitem diálogos entre os personagens, bem como as narrativas textuais que nos fazem mergulhar na história que está sendo contada. E não podemos esquecer dos recursos visuais como os balões



de fala, que são utilizados para representar as falas dos personagens, dando vida às suas vozes e personalidades. Ainda temos como características da HQs as onomatopeias, que são uma forma de expressão que descrevem de maneira eficaz os sons e ações que estão ocorrendo dentro da história em quadrinhos, tudo isso de forma não verbal, mas ainda sim importante para transmitir emoção e ação.

Nas palavras de Vergueiro e Ramos (2009) “A percepção de que as histórias em quadrinhos podem ser utilizadas de forma eficiente para a transmissão de conhecimentos específicos, ou seja, tendo uma função utilitária e não somente de entretenimento, já é comum ao meio profissional há muito tempo.” A combinação desses elementos torna as histórias em quadrinhos uma ferramenta de ensino complexa em termos de representações visuais e linguísticas que podem ser aproveitadas ao máximo no ensino de bioquímica.

No universo dinâmico das histórias em quadrinhos, a representação visual de conceitos complexos, como os da bioquímica, transcende a mera ilustração, tornando-se uma ferramenta pedagógica poderosa. Para Hartfield, (2010), “a aprendizagem de Bioquímica precisa ocorrer por meio de atividades de aprendizagem que enfatizam a proximidade entre seus conceitos complexos e os sistemas biológicos”. A escolha acurada de signos, que simbolizam entidades bioquímicas, e ícones, que destilam essas entidades em representações visuais mais acessíveis, não é apenas eficaz, mas essencial para a construção de um conhecimento sólido e duradouro.

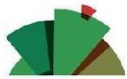
Esses elementos gráficos não são apenas facilitadores visuais; eles são pontes cognitivas que conectam o estudante ao coração da matéria, estimulando não apenas a compreensão, mas também a retenção de informações complexas. Ao imergir os estudantes em um ambiente onde a bioquímica é vivenciada visualmente, os educadores podem cultivar uma aprendizagem mais intuitiva e engajada. A inclusão estratégica de signos e ícones nas HQs não apenas pode enriquecer a experiência educacional, mas também democratizar o conhecimento, tornando-o acessível a estudantes de variados níveis acadêmicos.

Segundo Vergueiro e Rama (2016), as histórias em quadrinhos têm o poder de aumentar a motivação dos estudantes em relação ao conteúdo das aulas, despertando sua curiosidade e estimulando seu senso crítico. A forte identificação dos estudantes com esses ícones da cultura popular, incluindo diversos personagens dos quadrinhos, é um fator que reforça ainda mais o uso das histórias em quadrinhos no processo educacional. Esta abordagem holística, que apela a todos os sentidos e estilos de aprendizagem, é o que torna as histórias em quadrinhos um veículo tão único e valioso na educação em bioquímica, garantindo que o aprendizado seja não apenas significativo, mas também uma jornada empolgante de descoberta.

## Material e métodos

Este estudo utiliza métodos mistos de análise, integrando harmoniosamente estratégias qualitativas e quantitativas, pois oferecem uma visão mais completa e multifacetada dos fenômenos estudados. Creswell e Plano Clark (2011) descrevem esta metodologia como uma fusão de técnicas de coleta e análise de dados, que se complementam dentro de um único projeto de pesquisa. A premissa fundamental desta abordagem é que a combinação dessas metodologias distintas resulta em uma compreensão mais rica permitindo uma análise mais profunda e abrangente, em comparação com o uso isolado de qualquer uma das técnicas.

O lócus dessa pesquisa é uma Universidade pública de Pernambuco, onde



foram selecionados os participantes deste estudo, sendo eles, licenciandos do curso de Ciências Biológicas da disciplina de Bioquímica Celular e Metabólica, que demonstraram um genuíno interesse em contribuir para a pesquisa. Eles concordaram voluntariamente em participar, conforme evidenciado pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Comprometemo-nos a honrar as diretrizes éticas estabelecidas pela Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, garantindo que os dados coletados sejam usados unicamente para propósitos científicos. Este projeto passou pelo processo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, recebendo o parecer favorável número 6.195.058. Após a adesão ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os estudantes foram organizados em grupos para uma imersão no universo do metabolismo energético. A pesquisa foi dividida em duas fases.

Na primeira etapa foi delineada em uma série de quatro aulas, com três aulas dedicadas à assimilação de conceitos fundamentais sobre a regulação da glicemia e as vias metabólicas energéticas - incluindo Glicólise, Ciclo do Ácido Cítrico e Fosforilação oxidativa. A quarta aula foi reservada para a oficina de quadrinhos, onde foi trabalhada a técnica de elaboração de histórias em quadrinhos.

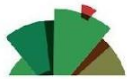
Na segunda fase, dezenove estudantes foram estrategicamente agrupados em cinco grupos baseadas em afinidades. Esses grupos aplicaram seus conhecimentos teóricos na criação de histórias em quadrinhos originais, refletindo os processos bioquímicos estudados. A oficina, que aconteceu na fase anterior, ofereceu aos estudantes a oportunidade de explorar diversas técnicas e recursos para a elaboração de suas narrativas. Com a liberdade de escolher entre métodos manuais ou digitais, e entre ilustrações em preto e branco ou coloridas, cada equipe produziu duas HQs distintas. Essas criações foram compartilhadas entre todos os participantes, através de uma roda de conversa, promovendo um diálogo enriquecedor e a troca de perspectivas sobre o tema explorado. A análise deste estudo centra-se nas dez HQs geradas, detalhadas no Quadro 1, que inclui títulos, número de páginas e a quantidade de quadros examinados em cada peça. Neste trabalho analisamos as histórias por completo, mas mostraremos apenas trechos delas para melhor entendimento.

**Quadro 1 - Histórias em Quadrinhos analisadas**

| Código/<br>sujeito | Título da HQ  | Nº de<br>páginas | Nº de<br>quadros | Nº de<br>participantes<br>por grupo |
|--------------------|---|------------------|------------------|-------------------------------------|
| HQ1                | O Gato Fantástico: o caso de respiração celular         | 3                | 44               | 4                                   |
| HQ2                | Glicemia em foco: ciência e instrução para o equilíbrio | 3                | 17               | 4                                   |
| HQ3                | Celeiro cômico: conversas saudáveis                     | 5                | 22               | 3                                   |
| HQ4                | O ciclo de Krebs  | 3                | 11               | 4                                   |
| HQ5                | Escola da Nutrição                                      | 4                | 15               | 3                                   |
| HQ6                | Festa na Geladeira                                      | 4                | 24               | 3                                   |
| HQ7                | Super saudáveis contra os vilões do Fast food           | 9                | 34               | 5                                   |
| HQ8                | A última esperança                                      | 3                | 10               | 4                                   |
| HQ9                | Bia no mundo da Bioquímica                              | 7                | 32               | 4                                   |
| HQ10               | Do pastel à preocupação: a jornada de João              | 4                | 22               | 4                                   |

Fonte: Autoria própria.





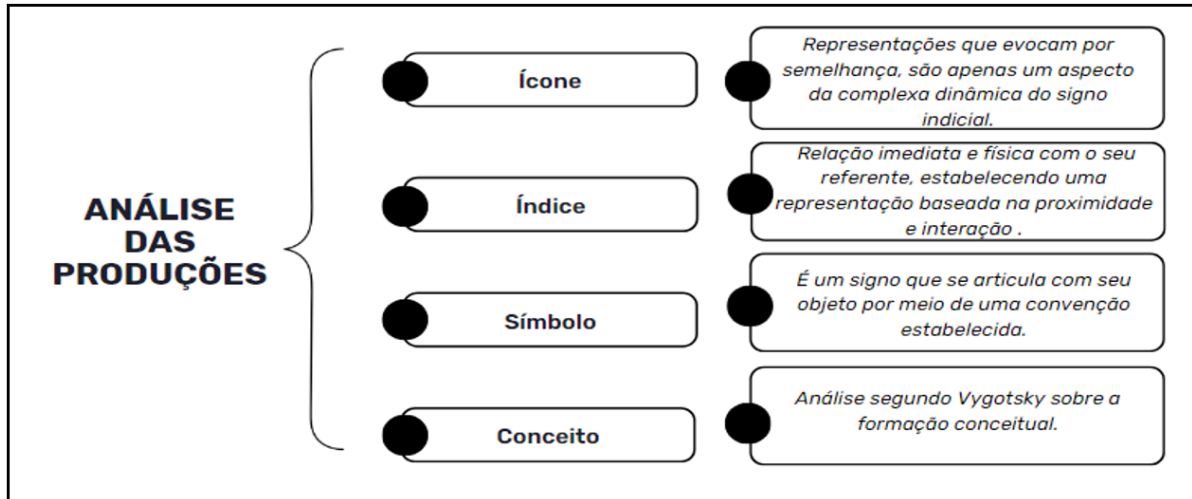
Antes da etapa de criação textual para as histórias em quadrinhos, os estudantes receberam orientações detalhadas fornecidas pela pesquisadora, através da oficina e que já havia conduzido aulas teóricas sobre os tópicos relevantes. A importância dessas instruções é inspirada pela teoria de Vygotsky (2001), que enfatiza o papel crucial do pesquisador no processo de internalização do conhecimento pelos aprendizes. Esse processo de internalização capacita os estudantes a realizarem atividades de forma cada vez mais autônoma, reduzindo a necessidade de intervenção direta da pesquisadora. Ao longo desse percurso educativo, observa-se o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, resultando na formação de indivíduos mais integrados, enriquecidos e autônomos.

A aplicação da semiótica de Peirce foi criteriosamente empregada em nossa investigação para determinar sua congruência com os propósitos analíticos estabelecidos. Inicialmente, apresentamos um estudo preliminar que válida a semiótica de Peirce como uma etapa metodológica de relevância, e delineamos as categorias específicas a serem examinadas.

Posteriormente, as histórias foram analisadas sob a luz conceitual da teoria histórico-cultural de Vygotsky onde a formação de conceitos destaca o papel central das interações sociais e da linguagem no desenvolvimento cognitivo. Compreendemos que os conceitos são maneiras de simplificar a realidade por meio da linguagem, que serve como uma ferramenta de ligação entre o pensamento e a realidade. A linguagem se constitui de símbolos, que são elementos que representam algo para alguém. Esses símbolos possibilitam que as habilidades mentais mais complexas, como a memória, a atenção e o raciocínio, sejam exercidas de forma simbólica e reflexiva. De acordo com Vygotsky, os conceitos podem ser classificados em dois tipos: espontâneos ou científicos. Os conceitos espontâneos são aqueles que adquirimos no dia a dia, sem uma estrutura lógica ou metodológica definida. Eles são fundamentados na observação empírica e na experiência prática. Já os conceitos científicos são aqueles que derivam de um estudo minucioso e sistemático de um objeto ou fenômeno. Eles demandam um nível maior de generalização e abstração, além de precisão e validação.

Os dois conceitos estão relacionados de forma dinâmica e complementar. O desenvolvimento de conceitos espontâneos para níveis superiores de abstração promove a assimilação de conceitos científicos, tornando-os mais concretos e aplicáveis. Desta forma, um conceito não é uma estrutura fixa e estática, mas um processo de pensamento vivo e complexo cuja função é a comunicação, a compreensão e a resolução de problemas. Neste processo, as cenas foram meticulosamente avaliadas sob as categorias de ícone, índice, símbolo, além da análise conceitual sob a luz da teoria de Vygotsky, conforme figura 1.

**Figura 1** - Modelo de análise das HQs produzidas pelos participantes da pesquisa



Fonte: Autoria própria.

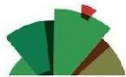
Neste estudo, interconectamos as cenas não como entidades isoladas, mas revelando como as categorias emergem nos contextos apresentados. Essa análise permitiu a identificação de padrões consistentes no uso de elementos semióticos dentro da narrativa gráfica, culminando na formulação de subseções específicas: a estilística, a psique dos personagens e a edificação do simbolismo.

Em uma fase subsequente, focamos na gênese do conceito, partindo do pressuposto de que os discentes constroem conhecimento por intermédio da interação e da assimilação de múltiplas linguagens. Esta análise se ancorou em preceitos chave da teoria de Vygotsky (2001), que sustenta a importância da elaboração de conceitos pelos estudantes para uma compreensão aprofundada e domínio do conteúdo discutido em sala de aula. Este processo de abstração, do teórico ao prático, é essencial para o desenvolvimento do raciocínio crítico, conforme corroborado por Davydov (1978) e mais tarde por Libâneo e Freitas (2011), que destacam a autonomia do estudante no processo educativo como um fator crucial para o sucesso acadêmico.

Peirce (2005), revela que a natureza de um signo é determinada pela característica que se escolhe para analisar. Consequentemente, a relação do signo com o objeto que ele representa varia de acordo com essas características. A tríade de classificação dos signos não se preocupa com o significado do signo, mas sim com a maneira como ele se relaciona com o objeto que denota.

Com base nas observações realizadas, optamos por destacar a aplicação da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.) como um instrumento central na investigação semiótica e conceitual da HQ. A A.S.I., é destacada como ferramenta essencial para a pesquisa em quadrinhos, permitindo a estruturação de dados e a verificação da consistência de regras sem serem afetadas por exceções. Régnier e Andrade (2020) descrevem um método para calcular o índice de implicação em grafos, que ajuda o pesquisador a determinar a viabilidade e a solidez na sua pesquisa, contribuindo para uma compreensão mais profunda e flexível do conhecimento, com a coleta e análise detalhada de informações e suas interconexões. Através da ASI, delineamos um conjunto de ações e resultados que funcionaram como variáveis-chave para nossa pesquisa, conforme ilustrado no Quadro 2.

Os resultados das análises são exibidos através de grafos implicativos e árvores de coesão. Estes diagramas demonstram as relações mais prováveis entre as variáveis que formam os elementos analisados nas histórias em quadrinhos, em termos de recursos semióticos e como os conceitos são construídos. Para construir o grafo



implicativo, estabelecemos 0,70 como o valor mínimo do índice de intensidade. Seleccionamos as relações mais fortes, optando pelos valores mais elevados devido à quantidade de variáveis. As setas no grafo são coloridas de acordo com o índice: vermelho para índices iguais ou superiores a 0,84, azul para 0,80, verde para 0,75 e cinza para 0,70.

**Quadro 2 - Variáveis analisadas**

| Código | Variável  | Descrição   |
|--------|---|---|
| V01    | Número de ícones por quadro.  | Quanto maior o número de ícones (representações diretas) de objetos ou pessoas específicas, maior a probabilidade de o leitor entender a cena.  |
| V02    | Distância entre índices no espaço visual.   | Se os índices (relações causais ou associativas) estão próximos entre si, eles podem indicar conexões mais fortes entre elementos na história.  |
| V03    | Uso de símbolos culturais ou universais (como fórmulas químicas).                   | A presença de símbolos pode afetar a emoção do leitor e transmitir significados subjacentes.  |
| V04    | Número de vezes que um ícone e um símbolo aparecem juntos.                          | Essa interação pode indicar uma combinação de representação direta (ícone) e significado mais amplo (símbolo).  |
| V05    | Sequência de ícones e índices em quadros consecutivos.                              | A ordem em que os signos aparecem pode influenciar a narrativa e a compreensão do leitor.   |
| V06    | Intensidade sensorial.  | Representa a experiência sensorial direta, como a cor, o brilho ou a textura de um signo.   |
| V07    | Significado atribuído pelos leitores.   | Representa a compreensão e a interpretação dos signos com base no contexto cultural, conhecimento prévio e experiência do leitor.   |
| V08    | Diferença entre o conhecimento atual do leitor e o conhecimento mediado pela HQ.    | Representa o espaço em que a HQ atua como mediadora, permitindo que o leitor compreenda conceitos bioquímicos além de seu nível atual de conhecimento.                                      |
| V09    | Intensidade da mediação presente na HQ.   | Refere-se sobre se a HQ facilita a compreensão dos conceitos bioquímicos por meio de elementos visuais, explicações ou exemplos.  |
| V10    | Frequência de interações entre personagens relacionadas à bioquímica.               | Indica como a HQ promove a interação social (mesmo que fictícia) entre personagens que discutem ou aplicam conceitos bioquímicos.   |
| V11    | Grau de incorporação de elementos culturais e históricos relacionados à bioquímica. | Reflete como a HQ contextualiza os conceitos bioquímicos dentro de um ambiente cultural específico.   |
| V12    | Habilidade de Produção de Sentidos.   | Analisa a atribuição da produção de sentidos às histórias, seja de forma intencional ou não.  |
| V13    | Consistência Lógica e/ou Criatividade Epistemológica.                               | Analisa a presença da construção dos significados que foi atribuído aos conceitos, sejam eles lógicos, sejam eles capazes de gerar fertilidade epistemológica nos significados construídos. |
| V14    | Abrangência Lógica e/ou Inventiva.  | Indica se houve alcance dos conceitos que foram construídos e as implicações lógicas e/ou criativas que são mostradas nas HQs.  |
| V15    | Possibilidade de Transição para Sentidos mais Alinhados ao Conhecimento.            | Representa a presença da transposição dos significados espontâneos para significados mais próximos dos científicos.   |

Fonte: Autoria própria.

Para o tratamento de dados no software CHIC® 7.0 (2014) os cálculos foram realizados com a consideração da teoria clássica e da Lei Binomial, além disso



respeitou-se os “nós significativos” para a geração dos grafos implicativos no modo cone. Para a análise de árvore coesitiva foi considerado o índice de coesão mínimo de 0,70.

## Resultados e discussão

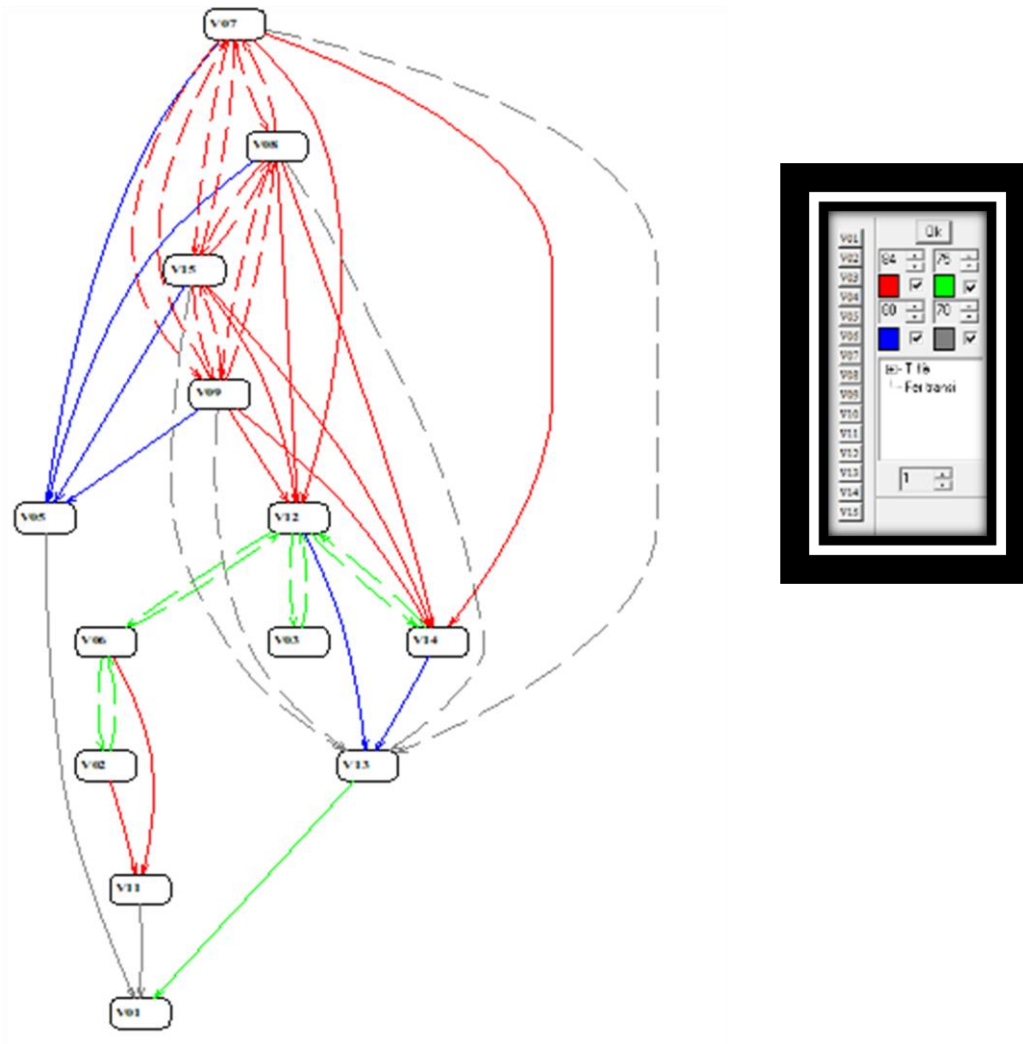
Na vanguarda da educação, de acordo com Vergueiro e Rama (2009), os quadrinhos emergem como uma ferramenta de comunicação interativa, quebrando as barreiras do papel bidimensional através de uma diversidade de recursos semióticos. Elementos como linhas cinéticas, onomatopeias e balões de diálogo vão além de meros adornos; eles formam a espinha dorsal de uma narrativa pulsante, onde cada quadro, estático por natureza, vibra com o potencial de movimento, trazido à vida pela participação do leitor. Essa sinergia entre a linguagem multimodal e a percepção do leitor infunde energia ao universo das histórias em quadrinhos, consolidando seu papel essencial na arte de contar histórias visuais.

Essa vitalidade das HQs é ainda mais acentuada no seu processo criativo, onde a aplicação de conceitos bioquímicos se torna fundamental. Os criadores enfrentam o desafio de evocar a ilusão de movimento dentro de imagens fixas, empregando uma gama de técnicas semióticas. Linhas dinâmicas, representações gráficas de sons e balões de fala são elementos cruciais para dar vida às cenas. Cada painel, congelando um instante no tempo, propõe uma experiência de leitura engajadora, onde o leitor é convidado a animar e continuar a narrativa. A adição de mais elementos semióticos é vital para ditar o ritmo da trama, enriquecendo assim a jornada do leitor através da história.

Paralelamente, a Análise Estatística Implicativa (ASI, 2024) se destaca como uma abordagem teórica robusta, com mais de quatro décadas de aplicação em áreas tão diversas quanto a Didática da Matemática, Biologia e Educação. Segundo Gras et al. (2009, 2013, 2017), este modo de raciocínio se inscreve em uma perspectiva impulsionada pelo desenvolvimento do pensamento estatístico permitindo a exploração, modelagem e interpretação de fenômenos associados aos conjuntos de dados. Na prática, dados multivariados são organizados em tabelas e exportados para o software CHIC®, o qual processa esses dados conforme as operações estipuladas pelo pesquisador. Os resultados obtidos, incluindo estatísticas e visualizações gráficas, desvendam padrões associativos significativos, fornecendo insights valiosos para os pesquisadores em suas investigações. Essa abordagem enfatiza a relevância da ASI não só como uma ferramenta estatística, mas também como um meio valioso para desvendar as camadas de significado intrínsecas às histórias em quadrinhos.

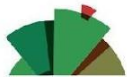
Neste estudo, focaremos nossa análise nas relações de implicações mais significativas, especificamente as de cor vermelha e azul, devido à importância de seus resultados para esta pesquisa.

**Figura 2-** Grafo implicativo das relações entre as variáveis  
Fonte: Autoria própria. - Grafo gerado pelo CHIC® 7.0 (2014)



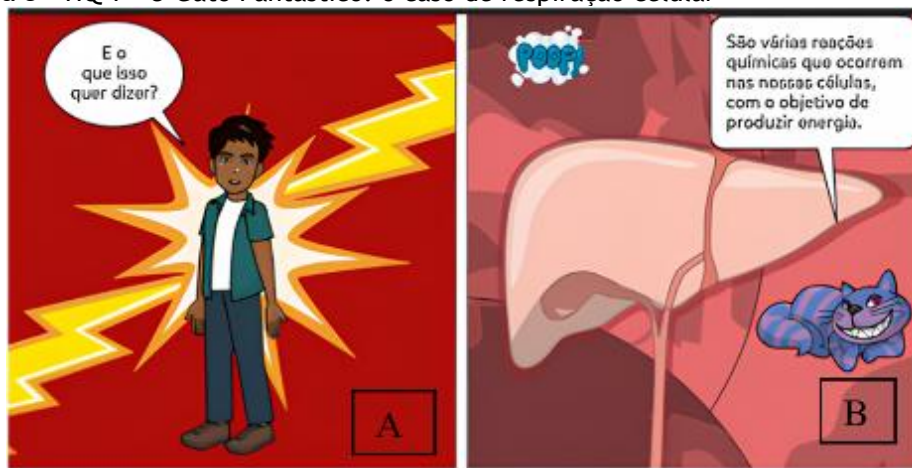
No grafo da figura 2, percebemos que as variáveis V07 (Significado atribuído pelos leitores) V08 (Diferença entre o conhecimento atual do leitor e o conhecimento mediado pela HQ) fundamentais no sistema, exercendo a maior e a segunda maior influência, respectivamente. V07 é a mais preponderante, com uma dependência direta e significativa sobre outras variáveis, como demonstrado pela relação V07 -> V09 (Intensidade da mediação presente na HQ). As conexões vermelhas simbolizam as implicações mais fortes, evidenciando a importância crítica de V07 no sistema. Por outro lado, as conexões azuis, embora indiquem uma significativa relação de implicação, mostram que V08, apesar de influente, não exerce um impacto tão marcante quanto V07. A análise dessas conexões é vital para entender a estrutura e a dinâmica do sistema.

Analisando o grafo podemos identificar a quase implicação entre as variáveis V07-V08-V15 e V9 em relação a V05, isto nos mostra que narrativa visual de uma HQ pode ser uma poderosa ferramenta educativa, como demonstrado pelas variáveis V05 a V15. A ordem dos signos, V05, não é apenas uma questão de sequência, mas um meio de influenciar a compreensão do leitor, que interpreta esses signos com base em seu contexto cultural, conhecimento prévio e experiência. Este processo é ampliado na V07, onde a HQ serve como uma ponte, expandindo a compreensão do leitor para além de seu conhecimento bioquímico atual. A variável V08 leva isso



adiante, marcando a transição de significados espontâneos para aqueles mais alinhados com o científico, enquanto a V15 questiona se a HQ consegue, através de elementos visuais, explicações ou exemplos, facilitar a compreensão dos conceitos bioquímicos. Por fim, a V09 destaca a importância da HQ em tornar os conceitos bioquímicos mais acessíveis, completando a relação entre todas as variáveis e reforçando a V05 como alicerce dessa correlação educativa.

O estudo mostra que leitores conseguem interpretar símbolos culturais e pessoais (V07) e compreender conceitos bioquímicos avançados por meio de histórias em quadrinhos (V08). A ordem dos signos impacta essa compreensão (V05), e as HQs são eficazes ao usar elementos visuais e exemplos para explicar tais conceitos (V09). É vital analisar como as narrativas atribuem significados e influenciam a interpretação (V12), avaliar a lógica e o impacto epistemológico dos conceitos (V13), verificar se atingem os objetivos e suas implicações nas HQs (V14), e identificar a transição para significados científicos precisos (V15). Em função da análise estatística realizada a qual evidenciou a grande implicação entre a variável V07 (Significado atribuído pelos leitores) e a variável V09 (Intensidade da mediação presente na HQ), V07-V09, escolhemos os sujeitos que representam as HQs 1 e HQ 9, pois apresentaram relação de implicação mais forte, para um melhor entendimento de como se processaram o recolhimento das informações e reflexões sobre as variáveis construídas nas observações, trazemos na Figura 3 dois trechos das HQs para a discussão.

**Figura 3 - HQ 1 - O Gato Fantástico: o caso de respiração celular**

Fonte: Autoria própria.

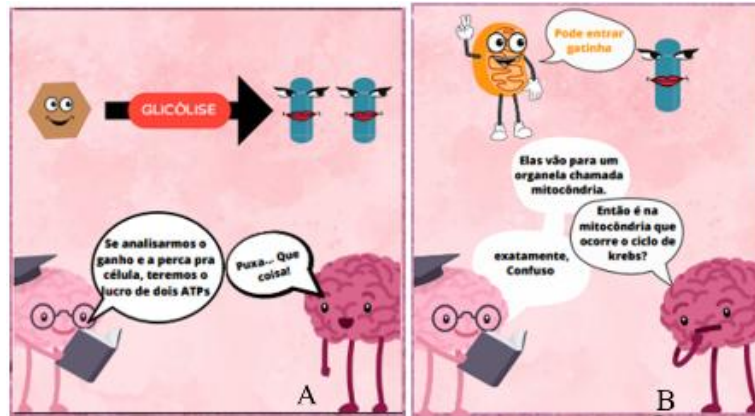
Na figura 3, quadro 3A, podemos ver como os elementos visuais e textuais se entrelaçam para criar um diálogo com o leitor, cuja interpretação é enriquecida pelo seu contexto cultural (V07). Tomemos, por exemplo, a figura do personagem cuja expressão inquisitiva, aliada ao fundo vermelho permeado por raios amarelos, evoca sentimentos de surpresa e alarme.

No quadro 3B, o leitor é convidado a refletir sobre o metabolismo energético através de um diálogo que ocorre na cena. O fígado, ilustrado ao fundo, simboliza o órgão envolvido nesse processo. Personagens humanos e felinos enriquecem a narrativa, representando conceitos complexos da semiótica de Peirce, onde imagens funcionam como reflexos das próprias entidades que representam.

Através da utilização de personagens, balões de fala e ilustrações, a história em quadrinhos desdobra conceitos bioquímicos complexos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis, observamos uma alta implicação V07 → V05. A sinergia entre texto e imagem não apenas facilita a compreensão, mas também convida o leitor a uma experiência imersiva e educativa.

A análise das variáveis V07 e V09, conforme ilustrado nas figuras 4A e 4B da HQ9, revela uma forte relação com os conceitos bioquímicos apresentados. Personagens antropomorfizados são empregados para simbolizar moléculas como glicose e ATP, facilitando a compreensão e memorização dos conceitos por parte dos leitores, onde se percebe uma alta implicação: V07 → V15. Esses personagens, que representam as moléculas de glicose e piruvato, funcionam como ícones e símbolos, estabelecendo uma conexão visual com os processos bioquímicos, apesar de não possuírem semelhança física direta com eles (V04). Na mesma figura, elementos visuais adicionais, como balões de fala, contribuem para a explicação do processo de glicólise e das funções mitocondriais, tornando o conteúdo mais acessível. Especificamente na figura 4ª um índice em forma de seta destaca a transformação da glicose em duas moléculas de piruvato, evidenciando a etapa crucial da glicólise.

**Figura 4- HQ9 - Bia no mundo da Bioquímica**

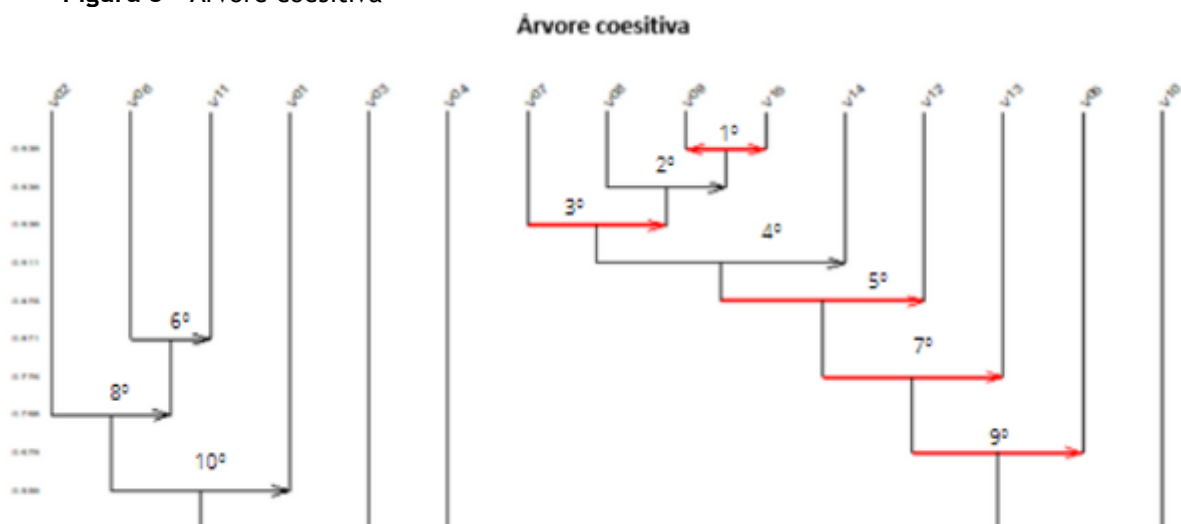


Fonte: Autoria própria

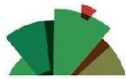
Ao examinar as figuras 3 e 4, é evidente que um entendimento prévio de bioquímica é benéfico para o leitor. Este conhecimento pode ser básico ou avançado. A história em quadrinhos serve como um instrumento de mediação, ajudando a conectar o conhecimento existente do leitor com conceitos bioquímicos mais elaborados (V08). Por meio de explicações visuais e narrativas, a HQ expande o entendimento do leitor além de sua base de conhecimento inicial. Personagens como a glicose e o ATP, juntamente com as descrições da mitocôndria, enriquecem a compreensão do leitor sobre bioquímica de forma mais significativa do que o conhecimento que ele já possuía (V14) e (V15). A HQ desempenha um papel crucial ao tornar esses conceitos mais acessíveis e cativantes, funcionando como uma ponte que leva o leitor ao conhecimento mais aprofundado, facilitado pela narrativa da HQ.

Na figura 5, temos a árvore coesitiva que apresenta 10 classes em 10 níveis diferentes. Os nós mais significativos estão nos níveis 1º, 3º, 4º, 5º, 7º e 9º. Nessa árvore escolhemos enumerar os níveis para facilitar a compreensão. Ao examinar as classificações fornecidas, nota-se que elas discutem a coesão entre as variáveis V09 e V15, que apresentam um índice de coesão de 0,83. Isso indica uma forte correlação entre as duas, o que torna essencial uma análise mais aprofundada dessas relações para entender como elas se interconectam, seja de maneira direta ou indireta. Para facilitar essa compreensão, selecionamos algumas das relações mais significativas de coesão representadas no gráfico para uma análise detalhada.

Figura 5 - Árvore coesitiva







Fonte: Autoria própria - Grafo gerado pelo CHIC® 7.0 (2014).

A variável V09 investiga se as histórias em quadrinhos (HQs) contribuem para a compreensão dos conceitos bioquímicos através de recursos visuais, explicações claras e exemplos práticos. Por outro lado, a V15 avalia como as HQs auxiliam na transição do entendimento espontâneo para um entendimento mais alinhado com o conhecimento científico. A análise da coesão textual indica que as HQs são eficientes na construção de conceitos, promovendo a expansão do conhecimento a partir de ideias espontâneas até alcançar uma compreensão próxima à científica.

Uma outra relação indicada na árvore é a (V05 e V11), onde a V05 é uma técnica utilizada nas histórias em quadrinhos para empregar elementos visuais, tais como cor, brilho e textura, com o objetivo de comunicar informações de maneira eficaz. Por exemplo, ao representar moléculas de glicose e ATP visualmente, cria-se uma experiência sensorial que auxilia os leitores a compreenderem conceitos bioquímicos de forma intuitiva. Já a V11 refere-se ao enquadramento desses conceitos bioquímicos em um contexto cultural particular, o que pode envolver o uso de referências culturais, linguagem e metáforas que tornam o conteúdo mais acessível e significativo para determinado público. Essa combinação de elementos sensoriais com um contexto cultural enriquece a narrativa, facilitando a assimilação dos conceitos bioquímicos pelos leitores.

Na arte sequencial das histórias em quadrinhos, a coesão visual é um elemento crucial para a narrativa eficaz. O código V02 refere-se à proximidade espacial entre índices visuais, como relações causais ou associativas, que, quando posicionados estrategicamente, fortalecem as conexões entre os elementos da história. Por exemplo, índices visuais próximos podem sugerir uma sequência de eventos ou destacar relações importantes entre personagens e objetos. Já o código V06 relaciona-se com a experiência sensorial imediata que a arte pode provocar através de cores, brilho e textura. Elementos visuais ricos e vibrantes capturam a atenção do leitor, realçando aspectos significativos da trama e contribuindo para a imersão na história.

A interação entre os códigos V02 e V06 é notável, onde elementos sensoriais realçam a percepção visual. Cores e texturas não só capturam a atenção, mas também expressam emoções e temas, trazendo mais profundidade à leitura. A combinação de V06 e V11, com alta coesão, sublinha a relevância de se considerar o contexto cultural e histórico. O código V11 permite incorporar elementos culturais na história, dando vida a conceitos abstratos e tornando-os mais significativos para o leitor. Por fim, V06 intensifica a experiência sensorial, que vai além do decorativo, enfatizando a cultura e a história para enriquecer a narrativa.

Os códigos V02 e V11 são fundamentais para a contextualização cultural nas histórias em quadrinhos. Eles orientam a disposição dos elementos visuais, garantindo que os conceitos culturais sejam apresentados de maneira compreensível. Essa estruturação permite que o leitor seja imerso na cultura e história do enredo, enriquecendo a experiência de leitura com uma imersão visual detalhada e culturalmente significativa.

Para ilustrar o que foi mencionado no grafo implicativo e na árvore coesiva, as Figuras 6 e 7 destacam passagens das HQs 10 e 7, respectivamente. Nessas passagens, é possível observar a aplicação das variáveis V02, V06 e V11, demonstrando como elas são essenciais para as narrativas. Essa evidência reforça a importância dessas variáveis na construção das histórias em quadrinhos.

**Figura 6- HQ10 - Do pastel à preocupação: a jornada de João**

Fonte: Autoria própria.

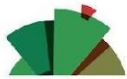
A interação social e a conexão intensa entre os personagens, presente na figura 6A, são evidenciadas pela proximidade física entre eles, o que facilita a transmissão de uma mensagem clara e impactante (V02). A narrativa é guiada pela orientação estratégica dos personagens e pela disposição dos elementos visuais, como balões de fala, que delineiam a sequência dos eventos e suas conexões causais. A imagem ganha vida com o uso de cores vibrantes e contrastantes, que não apenas realçam os personagens e elementos chave, como o documento amarelo e o suor na testa de uma personagem ansiosa (figura 6B), mas também intensificam a experiência sensorial do leitor (V06). As expressões faciais, especialmente o suor na testa da personagem preocupada, adicionam profundidade emocional à história, ampliando a imersão sensorial do público.

**Figura 7 - HQ7 - Super saudáveis contra os vilões do Fast food**

Fonte: Autoria própria.

Na figura 7A e 7B a proximidade entre os personagens (V02) e a intensidade sensorial manifestada por cores vivas e expressões marcantes (V06) se combinam para criar uma experiência visual unificada e cativante. Essa abordagem não só captura a atenção do leitor, mas também facilita a compreensão da mensagem transmitida, tornando a narrativa mais coerente e persuasiva.

Com um índice de coesão entre 0,87 e 0,64 temos a relação V02 →V06→V11 a presença de logotipos de redes de fast-food são mais do que simples imagens; eles são símbolos poderosos que representam a cultura de consumo rápido e a presença



global dessas cadeias. A figura de um personagem segurando um saco de dinheiro não é apenas uma representação de sucesso financeiro, mas também um indicativo do lucrativo mercado de fast-food. As variáveis V02, V06 e V11 são essenciais nesta análise, pois na imagem 9, a proximidade entre personagens e elementos visuais não é coincidência; ela sugere uma conexão intrínseca, reforçando a narrativa dos impactos do fast-food.

Em suma, a imagem é uma composição cuidadosamente elaborada que utiliza índices visuais, contexto cultural e estímulos sensoriais para comunicar uma mensagem poderosa e persuasiva sobre o mundo do fast-food, suas ramificações e seu impacto no metabolismo energético. Mantendo os códigos V02, V06 e V11, ela nos convida a refletir sobre as conexões entre imagens, cultura e consumo em nossa sociedade.

## Conclusão

Neste estudo, exploramos a jornada intelectual de estudantes ao mergulharem em conceitos complexos de bioquímica. Observamos que, por meio de discussões e análises críticas, os alunos expandiram seu entendimento intuitivo, aproximando-se do domínio científico. Isso demonstra que práticas pedagógicas focadas no desenvolvimento cognitivo são cruciais para a transição do conhecimento empírico para o acadêmico.

A análise dos dados coletados revela o sucesso da abordagem metodológica adotada, evidenciando que a criação de histórias em quadrinhos é uma ferramenta valiosa para aprimorar a compreensão dos conceitos bioquímicos. Especificamente, foi possível elucidar como essa estratégia pedagógica pode intensificar a assimilação do conhecimento sobre o metabolismo energético. A utilização das histórias em quadrinhos emergiu como um recurso didático enriquecedor, promovendo uma visão mais ampla e integrada dos processos bioquímicos essenciais.

As dinâmicas sociais dentro dos grupos de estudo revelam múltiplas facetas, incluindo interações pessoais, conexões com narrativas criadas e a interação com o meio ambiente. Estas facetas estão intrinsecamente ligadas aos conceitos de metabolismo energético, abordados durante a criação de histórias em quadrinhos. De acordo com Vygotsky essa interação adicional entre os estudantes é essencial para a evolução do conhecimento, transformando percepções espontâneas em compreensão científica estruturada. Analisamos como essas experiências se alinham com a teoria vygotskyana sobre a construção do conhecimento

A construção de histórias em quadrinhos pelos estudantes é uma prática poderosa que alinha os princípios de Vygotsky sobre a formação de conceitos. Ao integrar elementos conceituais com contextos do mundo real, os alunos expandem seu repertório cognitivo e fortalecem a mediação semiótica. Essa atividade colaborativa não apenas facilita a negociação de significados, enriquecendo o processo de aprendizagem, mas também aprimora a comunicação e o compartilhamento de ideias. Além disso, o processo estruturado e relacional necessário para criar quadrinhos é fundamental para o desenvolvimento de conceitos acadêmicos e científicos, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo.

A A.S.I. mostrou-se fundamental para entender dados em estudos de grupo, facilitando a passagem do qualitativo para o quantitativo. A combinação de métodos estatísticos com a análise de histórias em quadrinhos destacou a eficácia das HQs no ensino, enquanto o uso do software CHIC® proporcionou dados numéricos confiáveis.



O estudo comprova que a A.S.I. enriquece a análise de dados e sugere novos usos na pesquisa e na educação.

## Referências

ANDRADE, V. L. X.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M.; CABRAL ANDRADE, P. V. C. Utilização de um dispositivo pedagógico envolvendo histórias em quadrinhos na formação de professores na França: o lugar da matemática em situações-problema evocadas pelos estudantes. *Espaço Pedagógico*, v. 20, n. 1, p. 136-157, 2013.

ASI - Analyse Statistique Implicative **Références bibliographiques sur l'Analyse Statistique Implicative** <https://sites.univ-lyon2.fr/asi/ref/refasi>, 2024.

CABRAL ANDRADE, P. V. C.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M. Utilização de um dispositivo pedagógico tecnológico híbrido na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental na França. *Educação Unisinos*, v. 20, n. 1, p. 117-128. ISSN 2177-6210, 2016. Doi: 10.4013/edu.2016.201.12.

CAGNIN, A. L.; *Os quadrinhos*. São Paulo, ed. Ática. 1975.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. *Designing and conducting mixed methods research*. 2nd. Los Angeles: SAGE Publications, 2011.

GRAS, R.; REGNIER, J. C. ; GUILLET, F. *Analyse Statistique Implicative : une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités*. Toulouse: CEPADUES Editeur. Eds. (2009).

GRAS, R.; REGNIER, J. C.; MARINICA, C; GUILLET, F. (Dir.). *L'analyse statistique implicative Méthode exploratoire et confirmatoire à la recherche de causalités*. Cépaduès Editions, p. 522, 2013.

GRAS, R.; REGNIER, J. C.; LAHANIER-REUTER, D.; MARINICA, C.; GUILLET, F. (Dir.) *Analyse Statistique Implicative*. Des Sciences dures aux sciences humaines et sociales. Toulouse: Éditions Cépaduès, 2017.

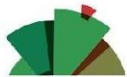
JOLY, M.; *Introdução à Análise da Imagem*, Lisboa, Ed. 70, 2007.

PEIRCE, C. S.; *Collection paper*. In: Hartshorne, Charles; Weiss, Paul; Burks, Arthur (Org.). *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Cambridge: Harvard University Press, 1931-58. 8 v. 2005.

PEIRCE, C. S. *Semiótica*. 3ª ed., São Paulo: Perspectiva, 2005.

RÉGNIER, J.-C.; ANDRADE, V. L. V. X. *Análise Estatística Implicativa e Análise de Similaridade no Quadro Teórico e Metodológico das Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática com a utilização do Software CHIC*. 1. ed. Recife: EDUFPRPE, 2020.

SANTAELLA, L. *Por que as comunicações e as artes estão convergindo?* São Paulo: Paulus, 2005.



SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

SANTAELLA, L. **Matrizes da linguagem e pensamento**. São Paulo: Iluminuras, 2001.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 1983.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem. Cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras, 1998.

VERGUEIRO, W. Uso das HQ no ensino. VERGUEIRO, W; RAMA, A (Orgs). Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula. 3ed. 3 reimp. São Paulo: Contexto, 2009a. p. 7-29.

VERGUEIRO, W; RAMOS, P. Os quadrinhos (oficialmente) na escola: dos PCN ao PNBE. In: VERGUEIRO, W; RAMOS, P. (Orgs). **Quadrinhos na educação**. São Paulo: Contexto, 2009. p. 9-41.

VYGOTSKY, L. **Psicologia pedagógica**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Ridendo Castigat Mores, 2001.