

Recebido: 05/08/2024 | Revisado: 30/09/2024 | 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.v13i2.1116

Conceitos bioquímicos na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Projetos à luz da Análise Estatística Implicativa *Biochemical concepts from the perspective of Project-Based Learning in the light of Implicit Statistical Analysis*

CORDEIRO, Priscila Aparecida dos Santos. Doutoranda em Ensino das 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 / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-529X>

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_oliveir@hotmail.com / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0747-7296>

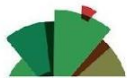
SANTOS DE AQUINO, Rafael. Doutor em Ensino das Ciências
Instituto Federal de Pernambuco (IFSertãoPE) - Campus Salgueiro, Rodovia BR 232, Km 508, sentido Recife, Salgueiro - PE, 56000-000 / Telefone: (81) 998058445 / E-mail: rafael.aquino@ifsertao-pe.edu.br / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8976-2540>

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 / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8815-8624>

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a construção de conceitos bioquímicos apoiada pela Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e pelo quadro teórico da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.), a partir da elaboração de artefatos didáticos construídos por licenciandos em Ciências Biológicas de uma Instituição de Ensino Superior de Pernambuco. Nesse sentido, foram analisadas duas Histórias em Quadrinhos e um Estudo Dirigido desenvolvidos pelos participantes a partir de categorias analíticas fundamentadas no referencial teórico adotado e relacionadas a partir do quadro da A.S.I. Nossas análises nos permitem inferir que a metodologia ABP se mostrou uma alternativa viável para a construção de conceitos processuais e de natureza sistêmico-complexa, orientando os estudantes para uma (re) elaboração conceitual, de forma articulada e paradigmática. Isto pôde ser comprovado via relação de quase implicação entre a fase de formação do conceito e o paradigma complexo, evidenciando que quanto mais elaborado for o conceito, o estudante tenderá a permear o paradigma complexo da ciência. Portanto, a utilização da Análise Estatística Implicativa no processo de análise das produções incluídas na investigação expandiu a visão de uma abordagem exclusivamente qualitativa para um tratamento quantitativo, se apropriando de elementos estatístico-probabilísticos, contribuiu de forma significativa para uma visão sistêmica e articulada dos dados.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem, Metodologia ativa, Método misto.



ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the construction of biochemical concepts supported by Project-Based Learning (PBL) and theoretical framework of Implicit Statistical Analysis (I.S.A), based on the elaboration of didactic artifacts constructed by undergraduate students in Biological Sciences from a Higher Education Institution in Pernambuco, Brazil. In this sense, two Comics and a Directed Study developed by the participants were analyzed based on analytical categories based on the theoretical framework adopted and related from the framework of I.S.A. Our analyzes allow us to infer that the PBL methodology proved to be a viable alternative for the construction of procedural concepts of a systemic-complex nature, guiding students towards conceptual (re)elaboration, in an articulated and paradigmatic way. This could be proven via a relationship of almost implication between the concept formation phase and the complex paradigm, showing that the more elaborate the concept, the student will tend to permeate the complex paradigm of science. Therefore, the use of Implicit Statistical Analysis in the process of analyzing the productions included in the investigation expanded the vision of an exclusively qualitative approach to a quantitative treatment, appropriating statistical-probabilistic elements, contributing significantly to a systemic and articulated view of the data.

Keywords: Teaching-learning, Active methodology, Mixed method.

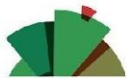
Introdução

A Bioquímica é uma área da Biologia que possui caráter interdisciplinar, por apresentar relações e fornecer subsídios teóricos a diversas outras áreas das Ciências Biológicas, tais como Fisiologia, Genética, Microbiologia, Botânica, entre outras. Essa área trata de processos microscópicos e submicroscópicos atrelados ao universo macroscópico, de modo a investigar a estrutura e organização, além de processos metabólicos que compõem os seres vivos.

Portanto, a Bioquímica é uma disciplina que aborda o universo das moléculas e das células, mas que deve permear também as articulações entre os universos micro e macroscópico numa perspectiva sistêmico-complexa. Uma vez que é desenvolvida a partir de representações químicas e mediações simbólicas, sua prática em sala de aula é definida pelos estudantes como uma coleção de estruturas e reações químicas dificilmente assimiladas e desintegradas da sua prática profissional (Vargas, 2001).

Para superar estes obstáculos, utilizar uma metodologia ativa como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) pode se constituir uma alternativa. Segundo Bacich e Moran (2018), a ABP possibilita o trabalho em equipe, o estímulo da criticidade, a autonomia e o exercício da criatividade já que trabalha com a solução de problemas em contextos relacionados ao cotidiano dos estudantes, ou seja, fora da sala de aula. Sendo assim, pode envolver ações inter e transdisciplinares capazes de se aproximarem da realidade social de cada estudante, fazendo com que se aproximem do objeto de estudo e apliquem o conhecimento construído em seu dia a dia. Portanto, o potencial de contextualização e significação da ABP pode contribuir para com o processo de ensino e aprendizagem de conceitos bioquímicos.

Destarte, objetivamos analisar a construção de conceitos bioquímicos na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Projetos, a partir da elaboração de artefatos didáticos construídos por licenciandos em Ciências Biológicas de uma Instituição de Ensino Superior de Pernambuco, através de uma metodologia mista, ou seja, associando a análise qualitativa à análise quantitativa através do quadro da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.).



Referencial teórico

Construção de conceitos bioquímicos

De acordo com Guerra *et al.* (2011), a Bioquímica pode ser definida como sendo um estudo da vida em nível molecular, onde o objetivo principal é explicar como um conjunto de moléculas inanimadas, que fazem parte dos organismos vivos, interagem entre si para conservar e prolongar o estado vital.

Segundo Solner, Fernandes e Fantinel (2020) essa perspectiva aponta para que o conhecimento e a compreensão da Bioquímica são significativamente importantes para o futuro da humanidade, o que enfatiza a importância de ensinar esse componente aos estudantes em sala de aula, incentivando-os a aprender os conceitos bioquímicos e fazendo-os refletir sobre o mundo em que estão inseridos, além de ensiná-los a compreender o funcionamento metabólico vegetal e animal.

Destarte, o ensino de Bioquímica vem sendo objeto de discussão nos últimos anos e este fato deve-se a vários fatores, como a natureza conteudista que a disciplina apresenta, bem como os seus conceitos de caráter complexo que abordam o universo das moléculas e das células. Sá (2007) corrobora com esse pensamento especificando dificuldades como abstração, verticalização, fragmentação e descontextualização do conteúdo.

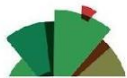
Logo, pelo fato de a maioria dos professores adotarem uma metodologia mais tradicional na abordagem de conteúdos bioquímicos, os estudantes geralmente têm dificuldade em se adequar aos conteúdos da disciplina pela forma como são ensinados, considerando-os abstratos e de difícil compreensão. Isso nos leva a buscar continuamente soluções que possam mudar ou reverter essa realidade. A partir dessa perspectiva, alguns estudos como os de Solner, Fernandes e Fantinel (2020) e Santos de Aquino (2022) têm sido realizados com o objetivo de encontrar métodos alternativos que possam melhorar o ensino de Bioquímica.

Nesse sentido, a literatura aponta que é necessário buscar caminhos alternativos para ensinar Bioquímica e que há diversas ferramentas e estratégias que podem compor o repertório metodológico dos professores que lecionam esta disciplina, a exemplo da adoção de metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos, como veremos no próximo tópico, pois, conforme reforçam Castaman e De Bortoli (2020), é primordial que o professor diversifique a escolha dos métodos para atender aos inúmeros estilos de aprendizagem presentes em sala de aula e que estes estejam consoantes aos objetivos de sua participação na formação dos estudantes.

Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma Metodologia Ativa, e como tal, de acordo com Filatro e Cavalcanti (2018), apresenta como princípios a cooperação, a ação-reflexão e o protagonismo do estudante. De acordo com Bender (2014) é uma das mais eficazes formas disponíveis de envolver os estudantes com o conteúdo de aprendizagem e, por essa razão, é recomendada por muitos líderes educacionais como uma das melhores práticas educacionais na atualidade.

Segundo Moran (2018), a ABP é uma metodologia em que os estudantes envolvem-se com atividades que objetivam resolver um problema ou desenvolver um



projeto relacionado ao seu cotidiano. Através do trabalho em equipe os estudantes podem trabalhar de forma interdisciplinar, tomando decisões através de competências essenciais para o século XXI, como a criatividade e a criticidade (Moran, 2018). Tal definição está em consonância com Bender (2014) que afirma que a ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos estudantes no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas.

Santos e Castaman (2022) apontam como vantagens da ABP o estímulo ao engajamento, habilidade de pensamento crítico e criativo, melhoria de raciocínio lógico e planejamento, trabalho em grupo, capacidade de pesquisa e gerenciamento de recursos para concluir o projeto.

Jordão (2024) afirma, após a experiência de aplicação da ABP, que a diversidade de tarefas, estratégias, ferramentas e ambientes mobilizados tornou a aprendizagem mais interessante e prazerosa, além de ter permitido o desenvolvimento de novas habilidades. Como mostraram as falas dos discentes na autoavaliação, ao final do projeto, eles já se sentiam mais confiantes, seguros e desenvolvidos nas apresentações e interações com o público. Da mesma forma, afirmaram que o projeto contribuiu para a habilidade do trabalho em equipe.

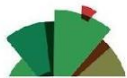
Ademais, de acordo com Silva (2024), a ABP coloca os estudantes no centro dos processos de ensino-aprendizagem, proporcionando uma experiência pedagógica problematizadora, significativa e carregada de sentido pessoal e social. Ainda conforme o autor, diante dos desafios e demandas sociais e educacionais do século XXI, a ABP se constitui como um importante instrumento pedagógico para a construção de conhecimentos, habilidades e valores que auxiliam os estudantes a realizarem seus propósitos e buscarem, simultaneamente, o bem-estar pessoal e o bem comum com autonomia, competência e criticidade.

Portanto, tendo em vista o potencial da ABP apontado pela literatura e as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, que apontam para a necessidade de diversificar o repertório metodológico para além do ensino tradicional, no estudo em tela apresentaremos os resultados provenientes de um estudo realizado com graduandos da Licenciatura Plena em Ciências Biológicas no âmbito da disciplina de Bioquímica, articulando a análise qualitativa à análise quantitativa por meio do quadro teórico da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.).

Material e métodos

Trata-se de uma pesquisa com métodos mistos, a partir da vinculação entre pesquisa qualitativa e quantitativa. De acordo com Santos *et al.* (2017), os estudos de métodos mistos promovem o entendimento sobre o fenômeno de escolha de uma forma que não se obteria com a utilização de somente uma abordagem. Tal escolha justifica-se pela convicção de que distintos métodos e técnicas utilizados nas investigações científicas possibilitam, a quem usá-los, melhor compreensão do objeto em estudo proporcionada pela visão holística e sistêmica dos fenômenos envolvidos.

O lócus dessa pesquisa é uma universidade pública de Pernambuco, onde foram selecionados os participantes deste estudo, sendo eles, licenciandos do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da disciplina de Bioquímica Celular e Metabólica, que demonstraram um genuíno interesse em contribuir para a pesquisa.



Todos os pré-requisitos da ética em pesquisa com seres humanos foram tomados com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguindo 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 foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa/UFRPE, recebendo o parecer favorável número 6.195.058.

O planejamento das ações pedagógicas foi realizado de acordo com a Aprendizagem Baseada em Projetos (Bender, 2014), e envolveu a delimitação dos objetivos da disciplina, no que diz respeito à articulação entre os pontos do conteúdo programático que estiveram presentes no estudo, bem como seu respectivo percurso metodológico. Assim sendo, foram elaboradas sequências de ações com a finalidade de trabalhar o conteúdo de forma problematizada com base na apresentação de uma âncora (tirinhas do personagem fictício Garfield), de forma atrelada a uma temática de abrangência social - alimentação e obesidade.

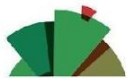
A disciplina foi acompanhada de forma integral, e os discentes foram avaliados por meio da elaboração de artefatos. Artefatos são itens criados ao longo da execução de um projeto e que representam possíveis soluções, ou aspectos da solução, para o problema. Podem ser vídeos, *portfólios*, *podcasts*, *websites*, poemas, músicas, relatórios, etc. Em resumo, um artefato pode ser praticamente qualquer coisa de que o projeto necessite (Bender, 2014). Portanto, os estudantes elaboraram cooperativamente ao longo da disciplina duas Histórias em Quadrinhos, bem como, responderam um Estudo Dirigido contextualizado com tirinhas dos personagens fictícios Garfield, que foi criado por Jim Davis, e é o protagonista da franquia de mesmo nome. Ele é um gato preguiçoso e sarcástico que adora lasanha. E Homer Simpson, o patriarca da família Simpson e protagonista da famosa série de televisão animada Os Simpsons. Criado por Matt Groening, com características bem peculiares como, desastrado, preguiçoso, grosseiro e acima do peso.

A construção dos dados ocorreu por meio da coleta de documentos que, nesta pesquisa, pode ser caracterizada como uma técnica de Documentação Direta, visto que o levantamento de dados ocorreu no próprio local onde os fenômenos ocorreram conforme pressupõem Lakatos e Marconi (2017).

As análises focaram em um único grupo de trabalho (GT), composto por quatro alunos, para permitir um entendimento mais profundo do processo de construção do conhecimento. Esse GT foi escolhido com base em critérios específicos: a assiduidade dos membros, a entrega consistente das tarefas coletivas, a apresentação das Histórias em Quadrinhos e a manutenção da formação original do grupo durante o período das atividades.

As HQs foram analisadas qualitativamente à luz dos princípios da Gramática do Design Visual - GDV (Kress; Van Leeuwen, 1996), pois ela propõe uma análise que busca compreender os gêneros verbais e não verbais de forma aprofundada. Traçar um paralelo com os Paradigmas da Ciência segundo Mariotti (2000) e uma análise do aprofundamento conceitual também foram objetos de análise. Os dados também foram analisados quantitativamente através do quadro teórico da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.) conforme Régnier e Andrade (2020).

As respostas dos discentes às questões do estudo dirigido foram analisadas sendo essas lidas individualmente, na íntegra. As questões sobre o personagem Garfield versaram sobre o metabolismo de lipídeos, incentivando os discentes a discorrerem sobre: (1) Quais os riscos dos hábitos nada saudáveis na vida de Garfield? Expliquem bioquimicamente; (2) Se vocês pudessem aconselhar Garfield quanto às suas escolhas alimentares, o que vocês diriam a ele?; (3) Criem um contexto



hipotético utilizando Garfield como protagonista para definir glicemia e como se pode interpretá-la a partir de um quadro de hiper e hipoglicemia; (4) Levando em consideração as características de Garfield, expliquem como estas podem impactar na regulação da glicemia do felino e expliquem o antagonismo entre insulina e glucagon; (5) Considerando que estabelecemos analogias entre Garfield e o ser humano, elaborem um cardápio hipotético para o mesmo e expliquem como ocorre a absorção desses nutrientes; (6) Construam um caso clínico cujo paciente é Garfield concatenando o seu quadro de obesidade com o consumo exacerbado de carboidratos e lipídeos e patologias correlacionadas.

As questões sobre o personagem Homer Simpson permearam o metabolismo de carboidratos, sendo composto pelas questões: (7) Qual o caminho percorrido pelos donuts ingeridos por Homer, desde a boca até o intestino delgado?; (8) Pensando no contexto do nosso personagem, como se dará a absorção dos carboidratos ingeridos e digeridos?; (9) Após a absorção da glicose, expliquem como ela será captada pela célula, e posteriormente catabolizada; (10) Homer tem observado que sempre após ingerir muitos donuts, apresenta tremores, dor de cabeça, enjoo, suor frio, tontura e sonolência. Façam uma análise do que pode estar causando esse quadro em Homer Simpson e montem um cardápio para cada refeição de modo que esse quadro possa ser amenizado e (11) Considerando os hábitos nada saudáveis do Homer, atrelado aos sintomas que ele veio observando, o que pode estar desencadeando a sede excessiva, a fome exacerbada e o discreto emagrecimento?

Posteriormente, os segmentos relativos a uma dada pergunta foram agrupados e analisados separadamente à luz das categorias teóricas (Quadro 1) que se subdividem em:

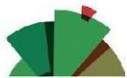
Quadro 1 - Categorias analisadas

Item	Categorias	Descrição
1.1	Perspectivas Paradigmáticas	Cartesiano
		Sistêmico
		Complexo
1.2	Perspectivas da Gramática do Design Visual (para as HQs)	Referem-se às metafunções: representacional, interativa e a função composicional.
1.3	Perspectivas Bioquímicas	As categorias para análise do aprofundamento conceitual (categorias bioquímicas) foram construídas em função das atividades propostas, totalizando cinco categorias, codificadas de C1 (Categoria 1) a C5 (categoria 5).
1.4	Perspectivas das fases na formação de conceitos segundo Vygotsky	Análise das fases na formação de conceitos são as que Vygotsky (1999) propõe: agregação desorganizada, pensamento por complexo e pensamento por conceito

Fonte: Autoria própria.

Em paralelo à análise qualitativa, realizamos o tratamento quantitativo dos dados por meio do quadro teórico da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.) utilizando o software CHIC (Classificação Hierárquica Implicativa e Coesitiva) v. 7.0 (2014). Segundo Almouloud, Coutinho e Silva (2015, p. 567), “este tipo de análise permite, ao usuário, estudar e depois interpretar, em termos de tipologia e de semelhança (e dessemelhança) decrescente, classes de variáveis”.

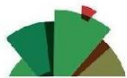
O quadro teórico da A.S.I. sinaliza tendências por meio das relações de quase-implicação “causa-efeito” que nos permite fazer inferências através dos descritores escolhidos. Os sujeitos considerados para a tratamento dos dados no software CHIC não foram os estudantes, mas as suas produções coletivas nos GTs. Por isso, os



objetos de construção de dados para análise consistiram nas produções coletivas elaboradas pelos licenciandos, sendo: Pro_Hq1 (Produção História em Quadrinhos 1); Pro_Hq2 (Produção História em Quadrinhos 2); Pro_Edq1 (Produção Estudo Dirigido Questão 1), Pro_Edq2 (Produção Estudo Dirigido Questão 2) e assim sucessivamente até a Pro_Edq11 (Produção Estudo Dirigido Questão 11), totalizando, assim, treze objetos de análises (as duas HQs e as onze questões do Estudo Dirigido), e quinze variáveis. No Quadro 2 apresentamos os dados e seus respectivos códigos utilizados no quadro teórico da A.S.I.

Quadro 2 - Variáveis e respectivos códigos utilizados no quadro teórico da A.S.I.

Variável	Descrição	Código
Categoria Bioquímica 1	Compreensão dos conceitos bioquímicos de forma aplicada a uma situação cotidiana (para análise das HQs)/ Compreensão das etapas de digestão e absorção dos nutrientes (para análise do Estudo Dirigido).	Cat_Bioq1
Categoria Bioquímica 2	Abordagem de conceitos bioquímicos e vias metabólicas predominantes relacionadas ao contexto da HQ (para análise das HQs)/Articulação entre a obesidade, o sedentarismo e o desenvolvimento de patologias correlacionadas (para análise do Estudo Dirigido).	Cat_Bioq2
Categoria Bioquímica 3	Percepção do processo de regulação das vias metabólicas associadas à HQ construída (para análise das HQs)/Relação entre a regulação alostérica e hormonal nos processos de digestão e absorção dos nutrientes (para análise do Estudo Dirigido).	Cat_Bioq3
Categoria Bioquímica 4	Articulação entre o estilo de vida e suas influências sobre o metabolismo energético (para análise das HQs)/Articulação entre a alimentação inadequada, o sedentarismo e a obesidade, quanto aos aspectos bioquímicos (para análise do Estudo Dirigido).	Cat_Bioq4
Categoria Bioquímica 5	Lacunas conceituais.	Cat_Bioq5
Paradigma da Ciência	Paradigma Cartesiano.	Par_Cart
Paradigma da Ciência	Paradigma Sistêmico.	Par_Sis
Paradigma da Ciência	Paradigma Complexo.	Par_Com
Gramática do Design Visual	Metafunção representacional.	Gdv_Mrep
Gramática do Design Visual	Metafunção interativa.	Gdv_Mint
Gramática do Design Visual	Metafunção composicional.	Gdv_Mcom
Fase na formação do conceito	Pensamento por complexo.	Ffc_Pcomp
Fase na formação do conceito	Pensamento por complexo/Estágio de cadeia.	Pcomp_Ecad



Fase na formação do conceito	Pensamento por complexo/Estágio de pseudoconceitos,	Pcomp_Epsd
Fase na formação do conceito	Pensamento por conceito.	Ffc_Pconc

Fonte: Autoria própria.

Esses dados foram organizados em planilha no Editor de Planilhas do Microsoft Excel (2010)[®], e analisados estatisticamente à luz do quadro teórico da A.S.I., utilizando o *software* CHIC -v. 7.0 (2014). O quadro teórico da A.S.I. foi utilizado considerando a intensidade de quase-implicação mínima de 0,70, com seleção de cálculos conforme a opção “nós significativos”, implicação segundo a teoria clássica com a Lei Binomial e consideração do efeito de transitividade. Os grafos implicativos do tipo cone foram gerados para identificar as relações entre as variáveis compreendidas como importantes para a compreensão do objeto de estudo.

Resultados e discussão

No presente estudo analisaremos as três produções que o GT construiu cooperativamente: a HQ1 (primeira avaliação), a HQ 2 (segunda avaliação) e o estudo dirigido disponibilizado próximo ao término da disciplina. Dessa forma, para a análise das três produções coletivas levamos em consideração: (1) o aprofundamento conceitual (com categorias elaboradas a partir das produções dos estudantes); (2) as fases na formação de conceitos em Vygotsky, (3) os Paradigmas da Ciência, e no caso das HQs, também consideramos (4) as perspectivas da Gramática do Design Visual.

As Histórias em Quadrinhos criadas apresentam estilos únicos e foram desenvolvidas com o objetivo de criar narrativas centradas em temas de Química e Biologia. A HQ 1 focou na química e nas funções biológicas das macromoléculas (sendo escolha do grupo abordar os carboidratos e seu processo de digestão e absorção), enquanto a HQ 2 abordou o metabolismo energético através do Ciclo de Krebs. Essas escolhas temáticas influenciaram tanto a criação quanto a interpretação das histórias, refletindo-se nos métodos e recursos utilizados durante o processo.

Em relação à análise utilizando a Gramática do Design Visual (Kress; Van Leeuwen, 1996), concentramos nossa atenção nas Histórias em Quadrinhos produzidas. Estas são examinadas sob o prisma das metafunções propostas pela teoria. Para decifrar o diálogo interativo inerente às HQs, optamos por explorar categorias específicas que facilitam a compreensão desse processo. Nosso interesse primordial reside na dinâmica entre a linguagem verbal e não verbal.

Na análise de HQs, a metafunção representacional permite examinar os processos visuais narrativos, como ação e reação, e como estes contribuem para a construção do significado dentro da narrativa. Por exemplo, a distância social e a perspectiva nas imagens podem influenciar a interpretação do leitor sobre a relação entre os personagens e o ambiente, ou entre diferentes personagens. Além disso, a análise da metafunção representacional pode revelar como os elementos visuais são usados para construir ritmos narrativos, como a passagem do tempo e a ênfase em certos aspectos da história.

Na Figura 1 está evidenciado o processo mental representado pelo balão relacionado (por sobreposição) ao personagem principal da história o “Arrozita” e que reflete uma discussão interna sobre o seu modo de uso.

Figura 1 - Fragmento da HQ 1



Fonte: Participantes da pesquisa.

Nas Figuras 2A e 2B ficam evidentes os processos transacionais representados nas imagens quando há uma interação clara entre dois participantes. A ação é direcionada e há uma meta clara - a interação entre os personagens da história.

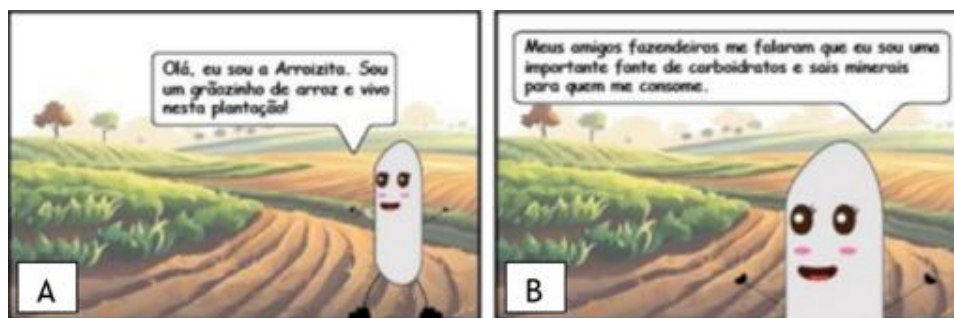
Figura 2 - Fragmentos da HQ 2



Fonte: Participantes da pesquisa.

Já a metafunção interativa concentra-se em como a imagem se relaciona com o espectador. Ela considera aspectos como o contato visual, a distância social e a perspectiva. Por exemplo, um personagem na imagem olhando diretamente para o espectador pode criar uma sensação de envolvimento direto.

Ao analisar imagens de Histórias em Quadrinhos (HQs) usando a GDV, a metafunção interativa pode ser usada para entender como os personagens e elementos visuais na imagem se relacionam com o leitor. Nas Figuras 3A e 3B, a direção do olhar do personagem, a posição dos personagens ou objetos em relação ao plano da imagem, e a perspectiva usada podem influenciar a maneira como o leitor se envolve com a imagem. Observamos a protagonista dirigindo-se ao leitor de maneira íntima e pessoal, ao se apresentar e dar início à narrativa de sua história em primeira pessoa. Esta técnica convida o leitor a mergulhar no universo do personagem e a acompanhar os eventos sob sua perspectiva única.

Figura 3 - Fragmentos da HQ 1

Fonte: Participantes da pesquisa.

Já na Figura 4, é retratada uma personagem simbolizada pela figura de uma professora. Embora sua expressão facial não esteja claramente definida, é evidente que ela projeta sua fala em direção à frente da sala, engajando-se com os alunos que ali se encontram. Essa representação sugere uma dinâmica de sala de aula ativa e focada na interação entre educador e educandos.

Figura 4 - Fragmento da HQ 2

Fonte: Participantes da pesquisa.

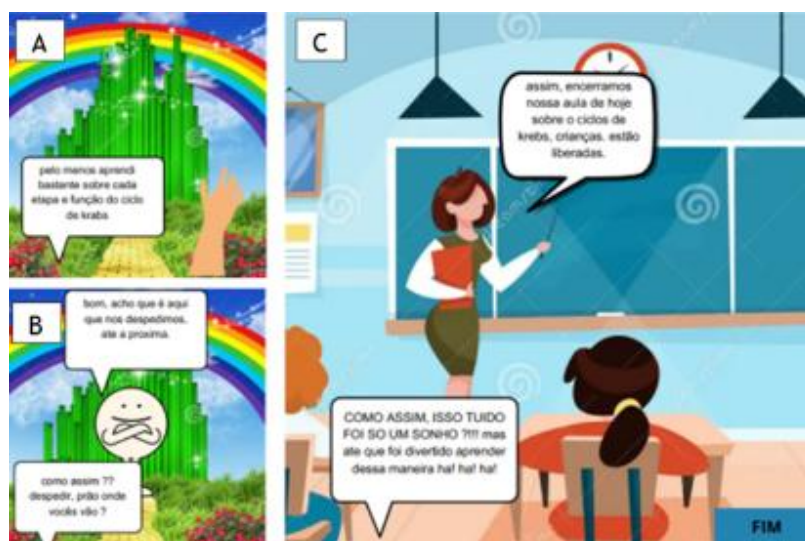
Ao analisar imagens das HQs a partir da GDV, a metafunção composicional pode ser usada para entender como os elementos visuais são organizados e como eles interagem para criar significado. Por exemplo, a posição dos personagens, a disposição dos quadros, a sequência das cenas, e a relação entre texto e imagem são aspectos que podem ser analisados sob a perspectiva dessa metafunção.

Na Figura 5 vemos a maneira como o quadro está organizado na página, podendo influenciar a leitura e a interpretação da história e demonstrando que uma ação muito importante está acontecendo na história.

Figura 5 - Fragmento da HQ 1

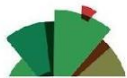
Fonte: Participantes da pesquisa.

Da mesma forma, na Figura 6C o quadro maior foi utilizado para dar ênfase ao final da história. Essa figura também é composta de dois quadros menores (Figuras 6A e 6B), que são utilizados para detalhar ações secundárias.

Figura 6 - Fragmentos da HQ 2

Fonte: Participantes da pesquisa.

Conforme detalhado no tópico “material e métodos”, para além das perspectivas da Gramática do Design Visual, também utilizamos outras formas de análise. Assim sendo, no que concerne a avaliação acerca da metodologia ABP para a construção de conceitos bioquímicos, estabelecemos cinco categorias de análise (C1, C2, C3, C4 e C5), construídas em função das produções, conforme descrito no Quadro 1, cujas produções também passaram pelo crivo das categorias relacionadas às fases na formação de conceitos em Vygotsky e das categorias relacionadas às Perspectivas Paradigmáticas. O Quadro 3 resume a análise das produções coletivas (HQ 1, HQ 2 e Estudo Dirigido) segundo os aspectos citados.



Quadro 3 - Panorama das Produções Coletivas (PC)

PC	CATEGORIA DE ANÁLISE					FASE NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS					PARADIGMA				
	C1	C2	C3	C4	C5	Pensamento por complexo					Pensamento por conceito	CA	SI	CO	
						AS	CO	CA	DI	PS					
PC 1													↔		
PC 2													↔		
PC 3													↔		

Fonte: Autoria própria.

Destarte, o Quadro 3 foi colorido de modo a facilitar a compreensão dos resultados, indicando o permear ao longo das categorias de análise de aprofundamento conceitual, das fases na formação de conceitos e quanto aos paradigmas. Ressaltamos que a fase de agregação desorganizada não foi representada neste quadro uma vez que não foi identificada nas produções. Na ausência de referência a um dado aspecto, a coluna foi mantida em branco, sendo coloridos apenas quando contemplados.

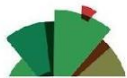
Com relação à HQ1 intitulada "A incrível jornada de arroizita", o GT demonstrou compreender os conceitos bioquímicos de forma aplicada a uma situação cotidiana uma vez que trouxe elementos corriqueiros do dia a dia, como o fato do arroz fazer parte da mesa do consumidor brasileiro, seu contexto de produção (plantio, colheita) e de sua industrialização.

No que concerne à abordagem de conceitos bioquímicos e os aspectos fisiológicos relacionados ao contexto da HQ "Arroizita", verificamos que o GT ressalta o arroz como fonte de carboidratos e sais minerais, discorre sobre alguns pontos do seu processo de digestão e absorção, a exemplo de quando o personagem Arroizita reflete que seus nutrientes serão absorvidos e distribuídos para diversas células e que assim participarão do metabolismo.

Com relação à categoria de percepção do processo de regulação das vias metabólicas associadas à HQ construída, na produção "Arroizita" não foi contemplada uma vez que não era o foco da primeira avaliação de aprendizagem, cujos conteúdos abordados permearam a química e as funções biológicas dos carboidratos, lipídeos, aminoácidos, proteínas, vitaminas e coenzimas.

No que tange à categoria de articulação entre o estilo de vida e suas influências sobre o metabolismo energético, reforçamos que não era o foco dos conceitos trabalhados até a primeira avaliação de aprendizagem, contudo, podemos perceber que na HQ "Arroizita", há a articulação entre o consumo do arroz e como este reverbera no metabolismo, no trecho em que o personagem humano se alimenta do arroz e comenta que se sente forte o suficiente para mais um dia de trabalho, pois o arroz (fonte de carboidrato) vai lhe fornecer a energia necessária para que o mesmo seja produtivo em seu trabalho.

Como lacunas conceituais da HQ "Arroizita", apontamos que o grupo não fez uso inadequado de nenhum conceito. Porém, apresentou fragilidades em integrar os processos bioquímicos e realizar um aprofundamento teórico, pois poderiam ter



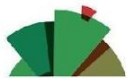
discorrido mais sobre as funções energéticas, estruturais e metabólicas dos carboidratos, seu processo de digestão e absorção, os tipos de carboidratos e os desdobramentos do excesso e da carência de carboidratos. Alguns desses tópicos apareceram na HQ, contudo de forma superficial, apesar de bem contextualizado.

Devido ao fato de terem relacionado um aspecto macroscópico (a alimentação) ao microscópico (menção ao processo de digestão e absorção de carboidratos), compreendendo que os processos microscópicos têm uma repercussão em nível macroscópico - a exemplo de quando o GT apresenta o contexto de plantação (plantio, colheita), o processo de produção e industrialização do arroz, até sua chegada à mesa para a refeição e os processos metabólicos de digestão e absorção do mesmo quando o personagem humano aponta o consumo de carboidratos como a principal fonte de energia para seus afazeres do dia a dia - e fazerem menção aos eventos de interação entre organismo/ambiente, utilizando os carboidratos, especificamente o consumo de arroz, como elemento de interligação das partes, pode-se perceber que o grupo apresenta uma percepção permeando o paradigma sistêmico (Brayner-Lopes, 2015; Santos de Aquino, 2022).

Consideramos que na HQ intitulada "Arrozita" o GT alcançou a fase de pensamento por complexo, estágio de pseudoconceitos (Vygotsky, 2005). Essa fase é a ponte entre os complexos e o estágio final do desenvolvimento da formação de conceitos. O GT apresentou indícios de que o conceito esteja em processo de construção. Apesar de o grupo ter relacionado o consumo de arroz com aspectos bioquímicos como a composição do mesmo e seus processos de digestão e absorção, percebemos que o grupo se ateve a tais correlações sem o devido aprofundamento teórico. Não ficou explícita a abordagem bioquímica presente nos conceitos apresentados na HQ em tela, faltando uma explicação mais detalhada e articulada com os processos bioquímicos existentes nas cenas narradas.

Com relação à HQ 2, intitulada: "A incrível viagem pelo Ciclo de Krebs", o GT demonstrou compreender os conceitos bioquímicos de forma aplicada a uma situação cotidiana de sala de aula, onde uma professora de Ensino Fundamental explica o Ciclo de Krebs (ou Ciclo do Ácido Cítrico ou ainda Ciclo dos Ácidos Tricarboxílicos) fazendo alusão a uma viagem utilizando recursos coloridos como a paisagem de fundo e a analogia do metabolismo a uma espécie de laboratório e de fábrica, onde cada personagem é identificado pelo nome de um composto do Ciclo de Krebs. O grupo quis salientar com essas analogias que, assim como numa fábrica (cuja finalidade é a fabricação de um produto, e que para tal, cada operário tem sua função), e também como num laboratório (onde se realizam experimentos para que as reações químicas aconteçam, com a utilização de instrumentos e condições adequadas), que no Ciclo do Ácido Cítrico cada reação é mediada por uma enzima com função específica, e que sob condições favoráveis (presença de oxigênio) apresentam intermediários e produtos que, direta ou indiretamente, levarão à biossíntese de ATP. Tais produtos, segundo Nelson e Cox (2014) passarão por outro processo denominado Cadeia Transportadora de Elétrons que consiste numa etapa mais eficiente e altamente energética, conhecida por respiração celular.

Depois, surge na história um personagem humano no contexto de uma festa, dando a entender que após todo o processo metabólico para biossíntese de ATP (energia), está utilizando-a e produzindo mais. O grupo também utiliza como fundo em um dos quadrinhos a imagem de torres de energia, uma analogia à principal finalidade do Ciclo de Krebs, que conforme Silverthorn (2017) é a biossíntese de ATP (Adenosina Trifosfato) que é primordial para os seres vivos suprirem suas necessidades energéticas.



No que concerne à abordagem de conceitos bioquímicos e vias metabólicas predominantes relacionadas ao contexto da HQ 2, o grupo traz os intermediários do Ciclo de Krebs (Acetil-CoA, Citrato, Isocitrato, Alfa-Cetoglutarato, Succinil-CoA, Malato, Oxaloacetato, ATP) (Nelson; Cox, 2014).

No tocante à categoria de percepção do processo de regulação das vias metabólicas associadas à HQ construída, inferimos que o grupo apresentou, embora que de forma resumida e superficial, as etapas do Ciclo de Krebs, contudo, não explicitando como se deu a regulação alostérica das mesmas. Poderiam ainda destacar que cada etapa do Ciclo de Krebs é catalisada por uma enzima específica.

No que diz respeito à categoria de articulação entre o estilo de vida e suas influências sobre o metabolismo energético, compreendemos que não foi contemplada pelo GT, uma vez que não articularam os processos metabólicos com o universo macroscópico.

Na HQ em tela o grupo elencou vários processos do Ciclo de Krebs. Contudo, em todas as reações não ficou explícita a relação que o grupo percebeu entre as mesmas e com o todo. Portanto, consideramos que o GT alcançou a fase de pensamento por complexo (que é caracterizada por apresentar um pensamento mais objetivo, embora não mostre as relações objetivas da mesma forma que o pensamento conceitual e pelo fato de o aprendiz apresentar diversas relações que de fato existem entre os elementos), estágio de cadeia, no qual, de acordo com Vygotsky (2005, p. 79), ocorre uma "junção dinâmica e consecutiva de elos isolados numa única corrente, com a transmissão de significado de um elo para o outro".

Conforme constatamos, na segunda HQ "A incrível viagem pelo Ciclo de Krebs" o GT apresentou uma maior quantidade de elementos no que tange à abordagem de aspectos bioquímicos, mas ainda sem traçar um caminho de articulações que permeasse entre os paradigmas sistêmico e complexo. O pensamento permaneceu vinculado ao paradigma cartesiano, mostrando-se linear, reforçando a fragmentação conceitual e a não percepção de um organismo completo e perfeitamente articulado (Andrade-Monteiro; Brayner-Lopes; Carneiro-Leão, 2019).

A terceira produção coletiva analisada consistiu na última atividade da disciplina a partir de um estudo dirigido contextualizado com os personagens Garfield e Homer Simpson com o intuito de aplicar o que foi trabalhado acerca da digestão e absorção de carboidratos e lipídeos. A utilização desses dois personagens fictícios justifica-se pela intencionalidade de incorporarmos um contexto, mesmo que hipotético, a fim de atrelar sentido e significado a esse universo de reações, nomenclaturas e particularidades da Bioquímica.

Consideramos, portanto, que o grupo conseguiu articular o estilo de vida e suas influências sobre o metabolismo que favorecem o desenvolvimento da obesidade e de doenças correlacionadas, de modo a permear o paradigma complexo, uma vez que alcançou a articulação desejada que emerge da união entre o conhecimento aprofundado das partes (cartesiano) e as inter-relações entre as partes com o todo (sistêmico). O grupo trouxe elementos da linearidade quando, por exemplo, citou a alimentação inadequada como uma das causas da obesidade dos personagens e quando citou as patologias decorrentes desse quadro. Da mesma forma, trouxe elementos das inter-relações das partes com o todo a partir do momento em que contextualizaram a Bioquímica com o processo de alimentação e absorção dos nutrientes, discorrendo sobre a necessidade energética e traçando um paralelo entre a necessidade das moléculas orgânicas para a realização das atividades cotidianas e o que acontece quando o indivíduo se alimenta além das necessidades calóricas,

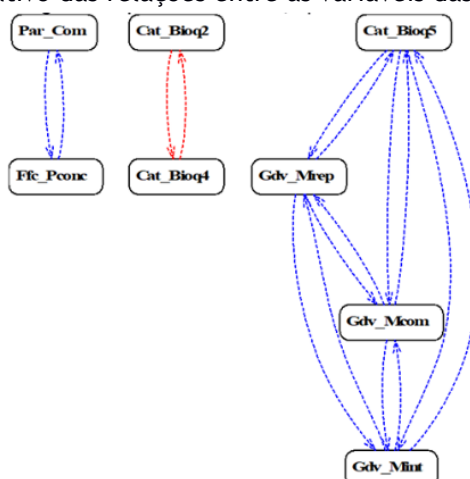
fazendo menção, por exemplo, à biossíntese de ácidos graxos sob efeito da insulina e o que acontece a nível macroscópico (Nelson; Cox, 2014).

De maneira geral, constatamos que o grupo utilizou corretamente os conceitos bioquímicos, relacionando a obesidade, o sedentarismo e o desenvolvimento de patologias correlacionadas com os processos metabólicos, aplicaram os conceitos bioquímicos e articularam o macrouniverso dos contextos apresentados com processos moleculares presentes no metabolismo energético, bem como, reconheceram as consequências fisiológicas provenientes da ingestão inadequada de alimentos.

Com relação às tendências gerais das produções à luz do quadro teórico da A.S.I., para a construção do grafo implicativo, consideramos o valor mínimo da intensidade de quase-implicação como sendo 0,70. Tendo em vista o número de variáveis utilizadas, procuramos os valores mais altos como forma de seleção das relações mais fortes. As setas foram agrupadas em cores, conforme o valor da intensidade indicada na caixa de seleção do valor da intensidade de quase-implicação, sendo: vermelho $\geq 0,84$; $0,84 > \text{azul} \geq 0,80$; $0,80 > \text{verde} \geq 0,75$; $0,75 > \text{cinza} \geq 0,70$.

Na Figura 7 apresentamos o grafo implicativo relacionando ao conjunto das variáveis identificadas nas produções dos discentes.

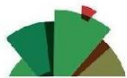
Figura 7 - Grafo implicativo das relações entre as variáveis das produções dos discentes



Fonte: Autoria própria, com a utilização do software CHIC, v. 7.0 (2014).

Através do grafo implicativo apresentado na figura 7, podemos constatar que há uma dupla relação de quase-implicação entre as variáveis do Paradigma Complexo (Par_Com) e a Fase de Formação Pensamento por Conceito (Ffc_Pconc), o que nos indica que nas questões do estudo dirigido em que os discentes alcançaram essa fase na formação do conceito também permearam o paradigma complexo. É um dado relevante, pois demonstra que quão mais elaborado for o conceito, o estudante tenderá a permear o paradigma complexo da ciência, que consiste na articulação desejada, pois emerge da união entre o conhecimento aprofundado das partes (Cartesiano) e as inter-relações entre as partes com o todo (Sistêmico). A fase de pensamento por conceito, por sua vez, consiste na etapa mais avançada do desenvolvimento cognitivo do aprendiz, pois o conceito foi internalizado e materializado de forma coerente.

Também podemos observar que houve uma forte relação de dupla quase-implicação entre as variáveis Categoria 2 (Cat_Bloq2) com a Categoria 4 (Cat_Bloq4),



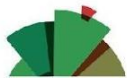
cuja constatação aponta que nas produções das HQs, bem como do estudo dirigido, essas categorias foram contempladas conjuntamente. A categoria 2 consistia na abordagem de conceitos bioquímicos e vias metabólicas predominantes relacionadas ao contexto da HQ (para análise das HQs)/Articulação entre a obesidade, o sedentarismo e o desenvolvimento de patologias correlacionadas (para análise do Estudo Dirigido); e a categoria 4 - Articulação entre o estilo de vida e suas influências sobre o metabolismo energético (para análise das HQs)/Articulação entre a alimentação inadequada, o sedentarismo e a obesidade, quanto aos aspectos bioquímicos (para análise do Estudo Dirigido).

Essa relação de quase-implicação nos chama a atenção para o dado de que as HQs contemplaram, simultaneamente, a abordagem bioquímica no que tange aos conceitos e vias metabólicas predominantes nos enredos elaborados, bem como, a aplicação de tais conceitos, rotas metabólicas e nomenclaturas em situações cotidianas; assim como, o impacto macroscópico (a exemplo da obesidade e o conseqüente surgimento de patologias) proveniente de acontecimentos microscópicos (aspectos bioquímicos vinculados ao metabolismo energético), expressos nas questões do Estudo Dirigido. Tal evidência elucida a potencialidade da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos, que fundamenta a construção de artefatos como Histórias em Quadrinhos para além da forma convencional de avaliação, pois esse tratamento à luz do quadro teórico da A.S.I. comprovou que há uma forte quase-implicação nas categorias supracitadas, apontando que através das ações pedagógicas aplicadas os estudantes foram orientados para uma (re) elaboração conceitual, de forma articulada e paradigmática.

O terceiro grafo implicativo aponta que a Categoria 5 (Cat_Bioq5) lacunas conceituais, que objetiva investigar o uso inadequado dos conceitos, bem como as fragilidades em integrar os processos bioquímicos e realizar um aprofundamento teórico, esteve presente em ambas as HQs, assim como as três perspectivas das metafunções da GDV: função representacional (Gdv_Mrep), função interativa (Gdv_Mint) e função composicional (Gdv_Mcom). Tal fato elucida que apesar de o grupo apresentar fragilidades conceituais ou contextuais ao longo dos quadros das HQs construídas, ambas as narrativas gráficas empregaram uma diversidade de estratégias semióticas para moldar os elementos temporais e espaciais de suas histórias. Evidencia também que houve dinamismo entre a imagem, o texto e a interpretação do leitor.

Essa relação de quase-implicação entre as variáveis da Gramática do Design Visual (GDV) e os quadros das Histórias em Quadrinhos (HQs) revela-se crucial por múltiplos motivos. Primeiramente, aponta que a GDV proporciona uma compreensão abrangente das HQs, permitindo examinar não somente o texto, mas também os componentes visuais e sua sinergia na construção de significados. Além disso, ela contribui para o desenvolvimento da competência de leitura, ao capacitar os estudantes a decifrar e compreender a imagem e a linguagem escrita de forma coesa. As HQs, com seu apelo visual, engajaram especialmente os estudantes, e a GDV potencializou esse engajamento, tornando o aprendizado mais dinâmico e pertinente. A criatividade dos estudantes foi fomentada pela análise das HQs através da GDV, incentivando-os a explorar novas formas de expressão visual e narrativa.

A análise da produção das Histórias em Quadrinhos revelou que os estudantes atingiram um nível avançado de compreensão, denominado pensamento conceitual. Eles demonstraram habilidade em conectar a dieta inadequada e o estilo de vida sedentário às suas conseqüências metabólicas, que podem levar ao surgimento da obesidade. O pensamento conceitual se distingue pela habilidade de integrar e



diferenciar informações, realizando uma fusão entre a síntese e a análise. Em contraste, o pensamento complexo carece dessa capacidade, focando mais no desenvolvimento mental e na aquisição de novas habilidades psicológicas, que são precursores necessários para o desenvolvimento do verdadeiro pensamento conceitual. A inclusão da linguagem multimodal nas HQs de Bioquímica apresenta vantagens como a facilitação da compreensão de conceitos complexos através de elementos visuais e narrativos. No entanto, também existem desafios, como a necessidade de equilibrar texto e imagem para evitar sobrecarga de informações e garantir que a narrativa seja acessível e envolvente para os leitores.

Conclusões

Nossas análises nos permitem inferir que a metodologia ABP se mostrou uma alternativa viável para a construção de conceitos abstratos de natureza sistêmico-complexa, orientando os estudantes para uma (re) elaboração conceitual, de forma articulada e paradigmática. Destarte, os resultados encontrados nos sinalizam para a potencialidade da ABP em pautar ações específicas para o estudo de conceitos de domínio pouco estruturado na sua elaboração cognitiva, numa perspectiva contextualizada e didática.

A análise das Histórias em Quadrinhos utilizando a Gramática do Design Visual (GDV) proporcionou uma compreensão holística dos enredos, permitindo examinar o texto, bem como os componentes visuais e sua sinergia na construção de significados.

Por fim, a abordagem quantitativa complementou a análise descritiva e qualitativa, ao evidenciar conexões, aproximações, interligações e distanciamentos entre as variáveis. Os grafos implicativos ajudaram na articulação das relações entre variáveis e sujeitos que de acordo com o referencial utilizado, trouxeram novos conhecimentos que estavam ocultos num universo abrangente de dados. Portanto, no que tange ao tratamento realizado por meio da Análise Estatística Implicativa, podemos concluir que a sua utilização no processo de análise das produções incluídas na investigação em tela, expandiu a visão de uma abordagem qualitativa, minimizando a subjetividade das interpretações ao se apropriar de elementos probabilísticos e estatísticos, contribuiu de forma significativa para uma visão sistêmica e articulada dos dados.

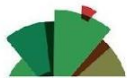
Referências

ALMOULOU, A. S.; COUTINHO, C. Q. E. S.; SILVA, J. F. Mapeamento de conhecimentos de professores sobre tecnologias de informação e comunicação e seus usos didático-pedagógicos. In: Régnier, J-C., Slimani, Y. Gras, R. (Org.) **Analyse Statistique Implicative**. Des sciences dures aux sciences humaines et sociales. Tunisie: ARSA, 2015.

ANDRADE-MONTEIRO, A. S. F.; Brayner-Lopes, F. M.; Carneiro-Leão, A. M. A. Mobilizando os saberes docentes: Rumo à compreensão dos processos biológicos em uma perspectiva Sistêmico-Complexa. *Revista Ensaio*, v. 21, e. 10426, 2019.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2018.

BENDER, W. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o**



século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BRAYNER-LOPES, F. M. **Formação de docentes universitários: num complexo de interações paradigmáticas**. 2015. 260 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CASTAMAN, A. S.; DE BORTOLI, L. Â. Práticas Educativas: relato de experiência na unidade curricular de Engenharia de Software. **Informática na educação: teoria e prática**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 32-44, 2020.

FILATRO, A; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inovativas na educação presencial, a distância e corporativa**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

GUERRA, R. A. T. *et. al.* **Caderno Virtual**. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.

JORDÃO, D. Uso das metodologias ativas no enfrentamento do bullying: uma experiência com a Aprendizagem Baseada em Projetos. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 18, n. 40, p. 237-260, 2024.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading images: The grammar of visual design**. London: Routledge, 1996.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 8. ed., São Paulo: Atlas, 2017.

MARIOTTI, H. **As paixões do ego: Complexidade, política e solidariedade**. 3. ed. São Paulo: Palas Athena, 2000.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. *In*: Bacich, L.; Moran, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 2-25.

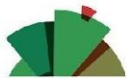
NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

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: EDUFRPE, 2020.

SÁ, R. G. B. **Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração**. 2007. 161 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

SANTOS DE AQUINO, R. **Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil**. 2022. 362 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

SANTOS, D. F. A. Dos; CASTAMAN, A. S. Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 23, n. 51, p. 334-357, jan./abr. 2022.



CORDEIRO, P. A. S.; DIAS, A. C. O.; SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Conceitos bioquímicos na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Projetos à luz da Análise Estatística Implicativa. *Revista Semiárido De Visu*, v. 13, n. 2, p. 50 - 68, abr. 2025. ISSN 2237-1966.

SANTOS, J. L. G.; ERDMANN, A. L.; MEIRELLES, B. H. S.; LANZONI, G. M. M. L.; CUNHA, V. P.; ROSS, P. Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos. *Texto Contexto Enferm*, v. 26, n. 3, 2017.

SILVA, M. A. M. Aprendizagem Baseada em Projetos: fundamentos teórico-metodológicos e perspectivas didáticas. *Peer Review*, v. 6, n. 8, p. 309-328, 2024.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia Humana: Uma abordagem integrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOLNER, T. B.; FERNANDES, L. S.; FANTINEL, L. O ensino de bioquímica: uma investigação com professores da rede pública e privada de ensino. *Revista Thema*, v. 17, n. 14, p. 899-911, 2020.

VARGAS, L. H. M. A Bioquímica e a Aprendizagem Baseada em Problemas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, São Paulo, n.1/jan-jun, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes (traduzido do thought and language por Jefferson Luiz Camargo), 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 3. ed., 2005. Tradução Jefferson Luiz Camargo.