



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



GUMERCINDO SANTOS DE CASTRO JÚNIOR

**ANALOGIAS UTILIZADAS EM FISIOLOGIA HUMANA DE ALGUNS LIVROS
DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE CRÍTICA PARA SEU
USO PEDAGÓGICO SISTEMÁTICO**

João Pessoa
2019

GUMERCINDO SANTOS DE CASTRO JÚNIOR

**ANALOGIAS UTILIZADAS EM FISIOLOGIA HUMANA DE ALGUNS LIVROS
DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE CRÍTICA PARA SEU
USO PEDAGÓGICO SISTEMÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra. Fabíola da Silva Albuquerque

João Pessoa

2019

**Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

C355a Castro, Gumerindo Santos de.

Analogias utilizadas em fisiologia humana de alguns livros didáticos de biologia do ensino médio: análise crítica para seu uso pedagógico sistemático / Gumerindo Santos de Castro. - João Pessoa, 2019. 118 f. : il.

Orientação: Fabíola da Silva Albuquerque.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Analogia. 2. Ensino de biologia. 3. Livro didático. 4. Ensino médio. I. Albuquerque, Fabíola da Silva. II. Título.

UFPB/BC

GUMERCINDO SANTOS DE CASTRO JÚNIOR

**ANALOGIAS UTILIZADAS EM FISIOLOGIA HUMANA DE ALGUNS LIVROS
DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE CRÍTICA PARA SEU
USO PEDAGÓGICO SISTEMÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Data: 26/07/2019

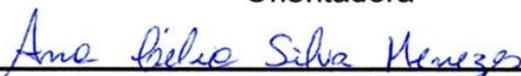
Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA



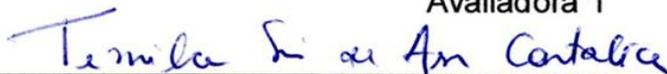
Prof. Dra. Fabíola da Silva Albuquerque (DFP/CCS/UFPB)

Orientadora



Prof. Dra. Ana Célia Silva Menezes (CE/UFPB)

Avaliadora 1



Prof. Dra. Temilce Simões de Assis (DFP/CCS/UFPB)

Avaliadora 2

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo.”

(Paulo Freire)

RELATO DO MESTRANDO

O meu ingresso no PROFBIO foi motivo de muita alegria tanto para mim, quanto para as pessoas do meu convívio que conhecem a importância do aperfeiçoamento para os professores da rede de educação básica. Há tempos tentava me organizar para ingressar no mestrado acadêmico, mas o distanciamento entre este e a prática de ensino, a necessidade da ausência do docente de suas atividades laborais, levaram-me a considerar esta modalidade de mestrado pouco atrativo. Então surgiu o PROFBIO com uma proposta elaboradas para professores do ensino médio. O fato de cursar o mestrado estando em sala de aula reflete-se imediatamente na postura do professor mestrando, uma vez que provoca a reflexão sobre os hábitos adquiridos e praticados durante anos no ensino. Desenvolve-se através dos contatos com os colegas e o compartilhamento de experiências com os professores universitários novas perspectivas metodológicas e formas de se proceder em sala de aula. Enriquecemos nossas práticas, sob as perspectivas de abordagens propostas pelo PROFBIO, de caráter investigativo e com o desafio de ensinar Ciências Biológicas dando ênfase ao método científico e ao protagonismo dos estudantes. O desafio é constante! As qualificações e o desenvolvimento de atividades com temáticas inovadoras sempre conduzem o professor à mudanças. Na primeira atividade temática desenvolvi um jogo relacionado a fisiologia do sistema excretor, que trouxe muita satisfação ao ver os estudantes aprendendo enquanto se divertiam em uma atividade lúdica competitiva. A última experiência, para mim a mais complexa, desenvolvi uma simulação utilizando jogos lúdicos, para demonstrar a aleatoriedade presente na determinação dos genes encontrados nos organismos de uma população, relacionado aos temas 3, genética de populações. O mais gratificante foi perceber o envolvimento e o aprendizado de um assunto tão complexo por estudantes do programa de Educação de Jovens e Adultos. Por fim, fiquei muito satisfeito em ter participado do PROFBIO e pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e minhas habilidades como professor.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares pelo apoio e compreensão pela ausência nos momentos de trabalho.

À Professora Doutora Fabíola da Silva Albuquerque, minha orientadora, pela sua infindável paciência, dedicação ao trabalho e apoio incondicional, sobretudo nos momentos de tribulação.

Aos coordenadores e professores do PROFBIO/UFPB que trabalham arduamente para que o programa seja bem-sucedido.

Aos colegas professores, sobretudo a turma PROFBIO 2017, pela generosidade e irmandade desenvolvidas em curto espaço de tempo.

À minha esposa, Rozelle Serejo e minha filha Lara Serejo de Castro, por proporcionarem alegria e amor à minha vida.

À Professora Doutora Temilce Simões de Assis, que contribuiu com excelentes sugestões para o trabalho.

À Professora Doutora Ana Célia Silva Menezes, que fez a gentileza de participar da banca avaliadora.

RESUMO

Partindo do pressuposto do desafio da comunicação, a habilidade de se expressar e ser compreendido, promove o professor ao status de comunicador, dessa forma necessita desenvolver a capacidade de argumentar para envolver a plateia, os estudantes, em seu discurso. Um recurso utilizado na argumentação é a analogia, principalmente no ensino de ciências, pois esse recurso tem a capacidade de aproximar uma informação conhecida de um conceito novo, facilitando a construção do conhecimento no aprendente. Este trabalho pretende analisar o uso de analogias presentes no conteúdo referente a fisiologia humana em livros de biologia, distribuídos através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para que possa servir como um recurso que auxilie na utilização do livro didático, conseqüentemente, melhorando a qualidade da educação nas escolas públicas do Brasil. Inicialmente, foi realizada a análise crítica das analogias existentes nos livros, com a classificação segundo o sistema proposto por Ferraz e Terrazzan. A partir dessa análise, foram apresentadas indicações para que o professor possa fazer uso da analogia de forma intencional e sistemática, aplicando a metodologia de ensino com analogia (MECA), proposta por proposto por Nagem e colaboradores, ao invés de utilizá-la apenas de modo espontâneo ou automático. Foram analisados 10 livros didáticos nos quais foram identificadas um total de 33 analogias, distribuídas entre os conteúdos de introdução ao estudo de fisiologia, uma analogia, sistema digestório, sete analogias, sistema cardiovascular, três analogias, sistema imunitário, três analogias, sistema urinário, seis analogias, sistema nervoso, seis analogias, sistema locomotor, três analogias, sistema respiratório, uma analogia, sistema endócrino, três analogias. Apesar de alguns autores se utilizarem das analogias para clarificar as ideias e os conceitos abordados nos conteúdos referentes a anatomia e fisiologia humana, não o fazem de forma sistemática, tampouco discorrem sobre a desconstrução dessas analogias, assim como não discorrem sobre a utilização de analogias no manual do professor, salvo os casos de 2 livros, coleções e autores diferentes, que enfatizam a importância das analogias como recurso didático. De acordo com os dados obtidos da análise dos livros didáticos e das produções acadêmicas de pesquisadores dedicados ao tema analogias, é possível afirmar que as analogias aproximam um domínio conhecido a um domínio desconhecido que se deseja construir, para tanto utilizando um análogo conhecido e realizando a desconstrução da analogia ao final, para que o análogo não assuma o lugar do domínio.

Palavras-chave: analogia; ensino de biologia; livro didático; ensino médio.

ABSTRACT

Starting from the assumption that the challenge of communication promotes the teachers a status and an ability to express and be understood as a communicator. Teachers may need to develop a way to engage the audience of students in their speech. The analogy is a resource used in argumentation especially in the science teaching area because this language tool can approximate known information of a new concept making it easy to build knowledge the one who is learning. This paper seeks to analyze the use of analogies into the content of human physiology in biology books distributed through Brazil's national program of the didactic book (PNLD) to serve as a resource to improve the quality of education in the use of the didactic book in public schools of Brazil. Initially, the analog critical analysis inside the books was carried out by classifications proposed by Ferraz and Terrazzan. From this analysis, indicators were presented so that the teachers can use the analogy in a systematic and intentional way, applying the methodology of teaching with analogy (MECA), proposed by Nagem and collaborators, instead of using only spontaneously and automatically points of view. In this way, we analyzed 10 textbooks in which a sum of 33 analogies was identified. Those were distributed among contents of introduction to the study of physiology with an analogy, the digestive system with seven analogies, cardiovascular system, and immune system with three analogies each, urinary system and nervous system with six analogies each, the locomotive system with three analogies, the respiratory system only one analogy and endocrine system with three analogies. Although some authors use analogies to clarify the ideas and concepts addressed to the physiology and human anatomy, they don't discuss that points systematically, nor do they discuss the deconstruction of these analogies, nor do they discuss the use of those analogies in the teacher's guide inside the books, unless in two books collections of different authors, which emphasize the importance of the didactic resource analogies. According to the data obtained from the textbook's analysis and academic productions of researchers dedicated to the theme analogies, it is possible to state that analogies approximate a known domain to an unknown domain constructed by using known analog and performing deconstruction from the last analogy, so that analog does not assume the domain position in the final analysis.

Key words: analogy, teaching in biology, didactic book, high school.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 EDUCAÇÃO BRASILEIRA: ASPECTOS LEGAIS E REFLEXÕES TEÓRICAS ..	11
2.1 O ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO DO BRASIL	11
2.2 ORIENTAÇÕES LEGAIS SOBRE O ENSINO DE BIOLOGIA	14
2.3 ALGUNS ASPECTOS CONCEITUAIS SOBRE EDUCAÇÃO	16
2.4 O ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO BRASIL	18
2.5 O USO DE ANALOGIAS COMO RECURSO DIDÁTICO	19
3 OBJETIVO GERAL.....	27
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4 JUSTIFICATIVA.....	28
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
6 RESULTADOS.....	32
6.1 ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS	32
6.2 SUGESTÕES DE ANALOGIAS	51
6.3 APLICAÇÃO DA MECA	53
7 DISCUSSÃO	61
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS.....	68
Anexos – Guia de utilização das analogias	74

1 INTRODUÇÃO

O estudo da biologia no ensino médio envolve um vasto conjunto de conhecimentos sobre o ambiente, os seres vivos e as bases moleculares que sustentam a vida. Vários conteúdos que estão inseridos no cotidiano são de fácil compreensão. No entanto, existem níveis de conhecimento a respeito do mundo que nos cerca impossíveis de constatar a partir da observação direta, principalmente as estruturas microscópicas e os processos mediados por reações químicas ou que ocorrem apenas *in vivo*. O acesso a laboratórios que ofereçam condições para o desenvolvimento de práticas capazes de ajudar no entendimento de tais conceitos, geralmente, não está disponível nas escolas públicas da rede estadual de ensino (ORLANDO *et al.*, 2009).

De acordo com Selles e Ferreira (2005),

[...] ao longo de sua história, o ensino de Biologia tem sido alvo de uma série de críticas que questionam a seleção e organização de seus conteúdos e métodos de ensino. Estas críticas se referem, sobretudo, a um padrão de ensino descritivo e memorístico que, segundo Rosenthal (1990), vem sendo associado à disciplina escolar Biologia em boa parte do século XX (SELLES; FERREIRA, 2005, p. 50).

Segundo Moreira (2010), esse modelo de aprendizagem mecânica é a que mais acontece no contexto escolar e quase sem significação para o educando, ou seja, meramente memorização, servindo para as avaliações e, imediatamente, perdida, deletada.

Perante essas proposições, percebemos como é indispensável a evolução de novas práticas metodológicas que proporcionam o entendimento e a aprendizagem significativa dos conceitos da biologia. Deste modo, destacamos a utilização de analogias vinculadas ao livro didático e de eficaz interposição docente, como prováveis ferramentas metodológicas.

Os livros didáticos (LD) são recursos que podem ajudar o professor na atividade do ensino, uma vez que dispõem de textos, desenhos, fotografias, ilustrações e esquemas organizados de forma sistematizada, que facilita a compreensão dos conteúdos dirigidos ao ensino médio. O primeiro passo em direção ao desenvolvimento de uma política voltada a edição e produção do livro didático pelo

poder público ocorreu 1938, com a criação da Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) (Di Giorgi *et al*, 2014). O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que tem como objetivo a distribuição de obras didáticas aos estudantes da rede pública de ensino brasileira, iniciou-se com outra denominação através do Decreto-Lei nº 93, de 21 de dezembro de 1937, que criou o Instituto Nacional do Livro (INL).

De acordo Albuquerque e Ferreira (2019), O INL atuou com o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), sendo sucedido em 1976, pela Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME) que passou a ser responsável pelo programa do livro didático, utilizando como recursos o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e as contribuições dos Estado.

Em 2018, o PNLD tem a prerrogativa de avaliar e disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, além de materiais de apoio a práticas educativas e as escolas públicas de educação básica em todo território nacional. De acordo com informações disponibilizadas no portal do Ministério da Educação e Cultura, PNLD (2018):

O Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, unificou as ações de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários, anteriormente contempladas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE). Com nova nomenclatura, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD também teve seu escopo ampliado com a possibilidade de inclusão de outros materiais de apoio à prática educativa para além das obras didáticas e literárias: obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros (BRASIL, 2018c).

A disponibilidade do livro didático para os alunos de escola pública na educação básica, surge como um amplo campo para projetos de pesquisa, envolvendo a utilização desse recurso didático.

Assim, para problematizar a discussão desta pesquisa, trazemos a seguinte questão norteadora: a utilização de analogias como estratégia metodológica pode contribuir para o ensino aprendizagem dos conceitos da biologia, mais especificamente, na anatomia e fisiologia humana?

Buscando responder a esta questão, a pesquisa trouxe como objetivo geral analisar criticamente as analogias das Unidades Didáticas Anatomia e Fisiologia Humanas de livros de biologia do ensino médio, adotados no PNLD, e construir um

guia para o uso sistemático destas na perspectiva da abordagem dos temas pelo viés investigativo.

2 EDUCAÇÃO BRASILEIRA: ASPECTOS LEGAIS E REFLEXÕES TEÓRICAS

2.1 O ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO BRASIL

No Brasil, a educação é um direito social assegurado pela Constituição de 1988, estendido a todos os brasileiros, e de responsabilidade da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios. Os principais pontos sobre a educação, norteados pelas Constituição de 1988, são encontrados na seção I do capítulo III. Apesar de ser abordada na Constituição, existem outras regulamentações específicas para a educação. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional ocupa uma posição central da legislação educacional brasileira (FAGUNDES, 2008). Na LDB encontra-se regulamentada a estrutura e o funcionamento do sistema educacional – público e privado – do Brasil, com base nos princípios e direitos presentes na Constituição Federal. A única instância competente para elaborar a LDB é a União.

Historicamente, o advento da proclamação da República inicialmente não provocou nenhum movimento em relação a educação, devido a autonomia preconizada aos Estados no caminho da autogestão. Antes de 1931, a educação estava relacionada com o Ministério da Justiça, sendo nesta data criado o Ministério da Educação (OLIVEIRA, ADRIÃO; 2007). A Primeira LDB foi criada em 1961, Lei 4.024/61, sendo substituída em 1971 pela Lei 5.692/71, que foi revogada em 1996 pela Lei 9.394/96 (GANDINI; RISCAL, 2009), que continua vigente em 2019.

Atualmente, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) fornece diversos documentos que norteiam o ensino na educação básica. Em 1998, com a Resolução 3/98, do Conselho Nacional de Educação (CNE), foram instituídas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), que propunham ações variadas, incluindo perspectivas de valor estético e político, além da sugestão de procedimentos e competências que deveriam estar presentes em toda rede pública de educação básica do país, compondo a base nacional comum dos currículos. Entre outros aspectos, o documento trazia como proposta o desenvolvimento de competências básicas como objetivo da escolarização e a interdisciplinaridade como a forma de organizar o currículo (CARVALHO, 2001).

A RESOLUÇÃO MEC Nº 3, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2018, que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, determina a elaboração dos currículos, partindo da formação geral básica (BNCC) e itinerário formativo. A BNCC contempla competências e habilidades, organizadas por áreas de conhecimento: Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas e suas tecnologias. A resolução propõe ainda que os temas: respeito ao idoso, direitos das crianças e dos adolescentes, educação para o trânsito, educação ambiental, educação alimentar, educação em direitos humanos e educação digital, sejam tratados como temas transversais. Os itinerários formativos determinam cinco possibilidades, investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural, empreendedorismo e formação técnica e profissional. Para a formação técnica e profissional, no itinerário técnico e profissional, poderão atuar como docentes profissionais que possuam “notório saber” nas áreas específicas da formação (BRASIL, 2018b).

No ano 1999, o MEC divulgou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) que têm por objetivo auxiliar os educadores na reflexão sobre a prática diária em sala de aula e servir de apoio ao planejamento de aulas e ao desenvolvimento do currículo da escola (BRASIL, 1999). Os documentos estão apresentados como: Bases Legais; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física, Arte e Informática); Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Biologia, Física, Química, Matemática); Ciências Humanas e suas Tecnologias (História, Geografia, Sociologia, Antropologia, Filosofia e Política). Nos PCNEM, os elementos da inovação no currículo do Ensino Médio são postos como decorrência das novas exigências da vida contemporânea, têm como referência a realidade dos estudantes e professores nos diversos contextos, na qualidade da informação, na introdução da ideia do modelo, na História da Ciência, na experimentação, na construção do conhecimento passo a passo e na interdisciplinaridade. Especificamente, relacionado com as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Parte III dos PCNEM), na seção Conhecimentos de Biologia, considera que o ensino de Biologia é essencial para o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes às relações entre os seres humanos e o meio, influenciando na formação de indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes, empoderados para o protagonismo social (BRASIL, 1999).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM) foram elaboradas com a participação das Equipes Técnicas do Sistema Estadual de Educação, professores, estudantes da rede pública e representantes acadêmicos, tendo como objetivo incentivar o diálogo entre professoras e escolas na prática docente, propiciando o aumento da qualidade do ensino público, a inserção do aluno na sociedade e a consolidação da cidadania. As OCNEM surgiram a partir da observação das limitações da DCNEM em definir uma nova organização do ensino médio no Brasil (BRASIL, 2006).

É importante enfatizar que tanto os PCNEM como as OCNEM não têm força de lei, são apenas parâmetros e orientações. Contudo, compõem documentos oficiais elaborados por consultores a pedido do MEC, portanto, de caráter nacional, mas que podem ser modificados pelas secretarias estaduais de educação. Os dois documentos estão submetidos às DCNEM e a LDB de 1996, lei que rege a educação (CASÃO; QUINTEIRO, 2007).

Em 2002 foram desenvolvidas novas orientações ao ensino médio numa nova publicação sob o título de Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002). Esse complemento visa facilitar a organização do trabalho escolar e traz, de forma mais detalhada, as sugestões de procedimentos pedagógicos que mais se adequam às transformações sociais e culturais do mundo contemporâneo. Os PCN+ trazem uma preocupação central com a condição atual das demandas sociais, deixando claro a ruptura com as propostas anteriores que centravam o ensino médio apenas como uma fase pré-universitária, com as disciplinas isoladas que deveriam ser dominadas como condição para o ingresso no ensino superior ou profissionalizante; que priorizavam saberes práticos direcionados a atividades produtivas ou serviços, tornando a proposta para esse nível de ensino como a conclusão de um ciclo; a educação básica, incluindo propostas voltada a formação integral do indivíduo. Dessa forma, a proposta do novo ensino médio é preparar para a vida, ensinar para cidadania e desenvolver a autonomia para o aprendizado, tanto na condição de continuidade dos estudos, quanto a iniciação no mercado de trabalho (BRASIL, 2002).

Em 2014, por meio da Lei 13.005/2014 (BRASIL, 2014), foi instituído o Plano Nacional de Educação (PNE), visando cumprir o artigo 214 da Constituição Federal de 1988. O PNE possui vigência de 10 anos, e no artigo 13 da Lei 13.005/2014 impõe

o prazo de 2 anos para a instituição do Sistema Nacional de Educação, que tem por objetivo promover a articulação entre os sistemas de ensino, de forma colaborativa, para efetivação das diretrizes, metas e estratégias do PNE. De maneira geral, as diretrizes do PNE tratam da erradicação do analfabetismo; universalização do atendimento escolar; superação das desigualdades educacionais; melhoria da qualidade da educação; formação para o trabalho e para a cidadania; promoção do princípio da gestão democrática da educação pública; promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do País; estabelecimento de meta de aplicação de recursos públicos em educação; valorização dos profissionais da educação; promoção dos princípios do respeito aos direitos humanos, à diversidade e à sustentabilidade socioambiental.

Além dos Parâmetros, das Diretrizes e das Orientações, recentemente foi lançada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018a), um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Conforme definido na LDB, a Base deverá nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. A Base estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a Base soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018a).

2.2 ORIENTAÇÕES LEGAIS SOBRE O ENSINO DE FISILOGIA

Em se tratando do conteúdo de fisiologia no ensino médio, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, não fazem referência aos conteúdos da disciplina Biologia, porém orienta o uso de metodologias e reforça a importância na atuação dos docentes de maneira interdisciplinar (BRASIL, 2013).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) determinam as competências e habilidades a serem desenvolvidas por meio da disciplina biologia, no ensino médio. As propostas de ensino em fisiologia são o desenvolvimento de projetos coletivos que adotem o método investigativo; o estudo das funções vitais dos seres vivos, estabelecendo uma relação com suas adaptações ao seu ambiente natural, tornando compreensível a diversidade da vida e o seu desenvolvimento em ambientes específicos. No estudo da fisiologia humana se faz necessário estabelecer as diferentes relações entre aparelhos e sistemas do corpo humano e sua integração com o ambiente, caracterizando o estado de saúde como uma consequência da integridade e do equilíbrio dinâmico da fisiologia humana. Neste contexto enfatizar o caráter único de cada indivíduo, com o objetivo de desenvolver no estudante o apreço e respeito pelo próprio corpo e pelo corpo de outros seres humanos (BRASIL, 1999).

Os PCNEM + sugerem uma estruturação com conteúdos de biologia classificados em temas e unidades temáticas, relacionado as séries com as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes. O estudo da fisiologia está relacionado a unidade temática que trata sobre a saúde, com enfoque no processo reprodutivo, na prevenção de infecções sexualmente transmissíveis e no planejamento familiar. A unidade temática relacionada com a origem da vida, sugere a discussão das diferentes funções encontradas no organismo humano, bem como a localização dos sistemas no organismo. O documento também sugere diversas estratégias de abordagens para os temas a serem trabalhados (BRASIL, 2002).

As OCNEM reforçam as sugestões estruturadas nos PCNEM +, enfatizado a necessidade dos conteúdos de fisiologia serem trabalhados de forma integral e contextualizada, relacionando-os a saúde, ao corpo humano, a adolescência e a sexualidade, além de contribuir para a construção de argumentos, oportunizando aos estudantes a participação em debates de como o conhecimento científico influencia a sociedade (BRASIL, 2006).

A BNCC para o ensino médio preconiza o desenvolvimento de competências por áreas. O ensino da biologia, especificamente o ensino de fisiologia, compõe o grupo das Ciências Exatas da Natureza. Especificamente as habilidades EM13CNT203, “Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia” e

EM13CNT207, “Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar”. estão diretamente relacionadas com o conteúdo de fisiologia desenvolvido no ensino médio (BRASIL, 2018a).

2.3 ALGUNS ASPECTOS CONCEITUAIS SOBRE A EDUCAÇÃO

As questões atuais sobre educação são amplamente discutidas por vários autores de obras que abordam desde as necessidades dos estudantes, no desenvolvimento de suas habilidades e competências, até a orientação aos professores de como se adequarem as novas demandas educacionais, considerando as condições econômicas, políticas e sociais. A prática pedagógica no século XXI, deve preocupar-se em desenvolver quatro aprendizagens fundamentais, que serão para cada indivíduo os pilares do conhecimento: aprender a conhecer - indica o interesse, a imersão no conhecimento, com o potencial de libertar o aprendente da ignorância; aprender a fazer - determina o ímpeto em executar, correndo riscos de errar, na intenção de acertar; aprender a conviver - aponta as questões relacionadas a convivência, que valoriza o respeito a todos e o exercício de fraternidade como caminho do entendimento; aprender a ser - determina o papel do cidadão e o objetivo de viver (DELORS, 1999).

Dialogando sobre a visão de Paulo Freire, Costa (2015) conclui que:

A educação seria uma concepção filosófica e/ou científica acerca do conhecimento colocada em prática. [...]. Educar seria promover a prática de uma teoria sobre o conhecimento. Portanto, toda ação com propósitos educacionais estaria necessariamente fundamentada em uma convicção acerca do conhecimento (COSTA, 2015, p. 75).

A educação é compreendida como parte de uma sociedade dinâmica, sendo obrigatoriamente politicamente ativa. O entendimento do mundo é condição para homens e mulheres se assumirem como protagonistas de sua realidade (FREIRE, 1998). Na sua concepção, a educação é uma condição para a libertação dos oprimidos. Através da ética, que deve nortear todas as relações dos educadores com seus educandos, não importando suas idades, a formação científica do professor e outras virtudes como respeito as diversidades, coerência e tolerância devem guiá-los no cumprimento de suas ações educativas. O homem é posto na sociedade sob a

regência dos fatores genéticos, sociais e culturais, mesmo neste contexto não é determinado, e sim condicionado. Durante a sua vida o ser humano teria possibilidades e não determinações, o futuro é problemático e não inexorável. A ideologia fatalista e imobilizante seria fruto de um discurso neoliberal (FREIRE, 1996).

Na concepção de Libâneo (1992a), a escola não pode seguir o modelo neoliberal adotado na economia com a globalização do mercado, no qual escolas privadas se sobrepõem as escolas públicas, idealizando a formação de um cidadão competitivo e individualista. A escola pública nesse cenário então deveria sobrepor-se às ideias neoliberais e formar cidadãos voltados ao coletivo, à ideia de convivência social e compartilhamento (LIBÂNEO, 1992a). Ele determina três objetivos da escola: a formação voltada para o processo produtivo e o conhecimento das informações técnicas, capacitando os estudantes para as novas tecnologias, na mesma medida da formação sociocultural; formação de um estudante capaz de exercer a cidadania, respeitar as leis e reivindicar seus direitos, desenvolver sua criticidade e protagonismo social; formação ética, que compreenda os valores morais, a ideia de limites, certo e errado, em suas relações sociais, respeitando os valores que norteiam o respeito ao próximo e a convivência harmoniosa (LIBÂNEO, 2007).

Libâneo trata das tendências pedagógicas na prática escolar, oportunizando aos docentes reflexões a respeito de suas próprias práticas pedagógicas, por meio da classificação adotada pelo autor, considerando os condicionantes sociopolíticos da escola, em pedagogias liberais e progressistas. Tais pedagogias têm características intrínsecas que consideram o papel da escola, conteúdos de ensino, métodos, relacionamento professor-aluno, pressupostos de aprendizagem, manifestações na prática escolar. Assim, a tendência liberal renovada progressista apresenta uma proposta pedagógica que deseja adequar as necessidades individuais ao meio social, preparando os estudantes a desenvolverem soluções para os desafios de suas vidas, oportunizando o aprender fazendo (LIBÂNEO, 1992b).

A pedagogia Histórico-Crítica proposta por Saviani, foi muito importante para a educação no Brasil, pois complementou as pedagogias tradicionais, novas e tecnicistas com características históricas e seu método proporciona a atividade e iniciativa do professor, abrindo todas as possibilidades de diálogo entre os alunos e o professor, valorizando o acúmulo histórico da cultura, ao mesmo tempo mantendo a sistematização lógica dos conhecimentos utilizados no ensino (GASPARIN; PETENUCCI, 2008).

Gadotti faz observações importantes sobre as contribuições do método dialético para o ensino. Através do uso da dialética, considerada na Grécia antiga uma forma de argumentar, é possível construir argumentos através da síntese, tendo como início a análise de sentenças. Através do princípio da totalidade é possível relacionar fenômenos e objetos que são ligados entre si, o que permite o entendimento em uma totalidade concreta (GADOTTI,1995). Gadotti (1995) destaca a importância da construção progressiva do conceito ou informação utilizando o método dialético: Através do método dialético o fenômeno ou coisa estudada deverá apresentar-se ao leitor de tal forma que ele o apreenda em sua totalidade. Para isso são necessárias aproximações sucessivas e cada vez mais abrangentes. Isso o tornará acessível (GADOTTI,1995, p.31).

2.4 O ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO BRASIL

Usualmente o ensino de fisiologia humana costuma ser organizado em sistemas com a intenção de facilitar sua aprendizagem. Entretanto, a fragmentação do conteúdo programático de fisiologia pode distorcer a integração do organismo levando o estudante a pensar nos processos funcionais de maneira individualizada. Isto pode gerar dificuldades para a sua compreensão integrada, considerando-se que no organismo tudo ocorre simultaneamente (VANZELA *et al.*, 2007).

O ensino descontextualizado, pouco significativo, aliado à estrutura fragmentada de organização e abordagem dos conteúdos de Biologia através da memorização e repetição, gera uma série de dificuldades de aprendizado da Fisiologia Humana. Logo, desfavorece ao estudante a potencialidade do mesmo mobilizar e relacionar o que é estudado ao seu cotidiano.

Justina (2011) define a epistemologia como "estudo da gênese, desenvolvimento, estruturação e articulação da ciência." (p.47). A autora ainda discorre sobre a epistemologia da biologia:

A epistemologia da biologia, à luz de alguns conceitos bachelardianos, pode ser considerada como a busca de compreender a biologia como uma ciência e os elementos próprios desta ciência. O conhecimento biológico passa a ser concebido como uma verdade histórica e não como a verdade extraída dos fatos, portanto, contraria e desmistifica a visão de ciência pronta, acabada e imutável. Nesse panorama, no âmbito do ensino, a biologia já não é tratada como uma ciência apenas descritiva e de memória, mas envolve conhecimentos bem mais complexos. Assim, pensar a biologia de forma epistemológica é refletir em nível dos conceitos, como estes foram e continuam sendo (re)construído (JUSTINA, 2011, p.49).

De acordo com Borges e Lima (2007), apesar das transformações socioculturais advindas dos processos globais no mundo contemporâneo, o ensino de biologia ainda se mantém centrado em estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, o que torna a aprendizagem ineficiente para interpretar e intervir na realidade, destoando com as demandas atuais.

Como tendências atuais do ensino em biologia, a análise de estratégias e procedimentos utilizados por professores participantes do primeiro encontro nacional de ensino em biologia (I ENEBIO), revelou que a maior parte das publicações estavam relacionados com atividades extraclasse, na forma de Clubes de Ciências, campanhas na comunidade escolar, eventos, fotografias e produção de vídeos, palestras e filmes, aula de campo e estudo do meio, visitas a exposições e museus, horta escolar, construção de banco virtual, reciclagem; outras publicações tinham como estratégia a utilização de atividades práticas, na forma de construção de modelos, coleções pedagógicas; os jogos em sala de aula também foram utilizados, assim como atividades envolvendo leitura e escrita, contendo argumentação, produção textual, história em quadrinhos, discussão de textos; alguns projetos de trabalho contemplando as situações de estudo, sequências didáticas e projetos de pesquisa; propostas interdisciplinares, além de temas diversos envolvendo ideias prévias, analogias, mapas conceituais e planejamentos didáticos (BORGES; LIMA, 2007).

A partir das tendências de atividades de ensino de biologia é possível observar a carência de produção e publicação de material relativo as atividades de biologia que ocorrem no contexto da sala de aula.

2.5 O USO DE ANALOGIAS COMO RECURSO DIDÁTICO

Para entender as analogias, faz-se necessário conhecer o que dizem os pesquisadores a respeito destas. Na revisão realizada por Lara (2014), analogia é um fenômeno de linguagem que se expressa uma comparação de similaridades entre fenômenos, objetos ou conceitos. Nessa comparação, há algo familiar ao estudante (o análogo) e algo desconhecido (o alvo); utilizá-la favorece a comunicação. As relações entre análogo e alvo são processadas na estrutura mental do estudante, favorecendo as novas aprendizagens (GONZÁLEZ, 2005).

De interesse desse projeto, é necessário que se faça a distinção entre metáfora, analogia, modelo e exemplo. Metáfora apresenta maior grau de imprecisão que a analogia, sendo mais adequada a textos literários, enquanto a analogia se adequa melhor a linguagem científica, de acordo com Oliveira (2012). As metáforas e analogias são recursos valiosos, muitas vezes explorados de forma inconsciente, automática ou espontânea, para responder alguma dúvida levantada pelos estudantes ou exemplificar algum assunto em discussão (FERRAZ; TERRAZAN, 2003). De acordo com Gentner (2001), na teoria do mapeamento estrutural, as metáforas relacionais compõem um sistema que conecta o objeto base e o objeto alvo, independentemente de suas semelhanças intrínsecas. Já o mapeamento analógico, é um processo de estabelecer um alinhamento estrutural entre duas situações representadas e a inferência projetada sobre elas.

Em relação ao entendimento sobre o conceito de modelo, Duarte (2005) afirma que “modelo” tem múltiplos significados, porém difere da analogia porque corresponde a uma representação de partes de estruturas do domínio alvo. Para Rios (1986), um modelo representa ou interpreta a realidade de forma simplificada, podendo ainda interpretar um fragmento de uma estrutura de conceitos. Segundo Kac (1969), os modelos em Ciências, geralmente, são caricaturas da realidade. Assim podem ser categorizados em uma posição intermediária entre a realidade observada e a teoria.

Devido a importância das analogias para a cognição humana, Dagher (1995), em seu estudo, aponta um vasto campo de pesquisa, citando alguns pesquisadores no âmbito internacional que produziram trabalhos sobre analogia e inclusive com métodos de análise de analogia em livro didático. No âmbito nacional, é possível encontrar várias publicações de autores que tratam de analogia, como Borges (1997), Bozelli e Nadir (2004), Fabião e Duarte (2005), Ferraz e Terrazan (2001), Nagem *et al.* (2003).

Entre os pesquisadores existem divergências quanto as denominações utilizadas para os conceitos comparados numa analogia. Mól (1999) sistematizou essas denominações e as organizou em uma tabela, reproduzida abaixo.

Tabela 1: Denominações empregadas por autores para os conceitos envolvidos numa analogia.

CONCEITO DESCONHECIDO	CONCEITO CONHECIDO	AUTOR
Alvo	Base	MASTRILLI (1997)
Alvo	Análogo	VENVILLE e TREAGUST (1997)
Alvo	Fonte	BORGES (1997)
Domínio menos familiar	Domínio mais familiar	DAGHER (1995)
Alvo	Análogo	VENVILLE et al. (1994)
Domínio alvo	Domínio fonte ou base	DAGHER (1994)
Domínio não familiar	Domínio familiar	HARRISON e TREAGUST (1993)
Alvo	Análogo	DUIT (1991)
Alvo	Base	BROWN e CLEMENT (1989)
Tópico	Fonte	VOSNIADOU e SCHOMMER (1988)
Tópico	Veículo	CURTIS e REIGELUTH (1984)
Branco	Análogo	OTERO (1997)

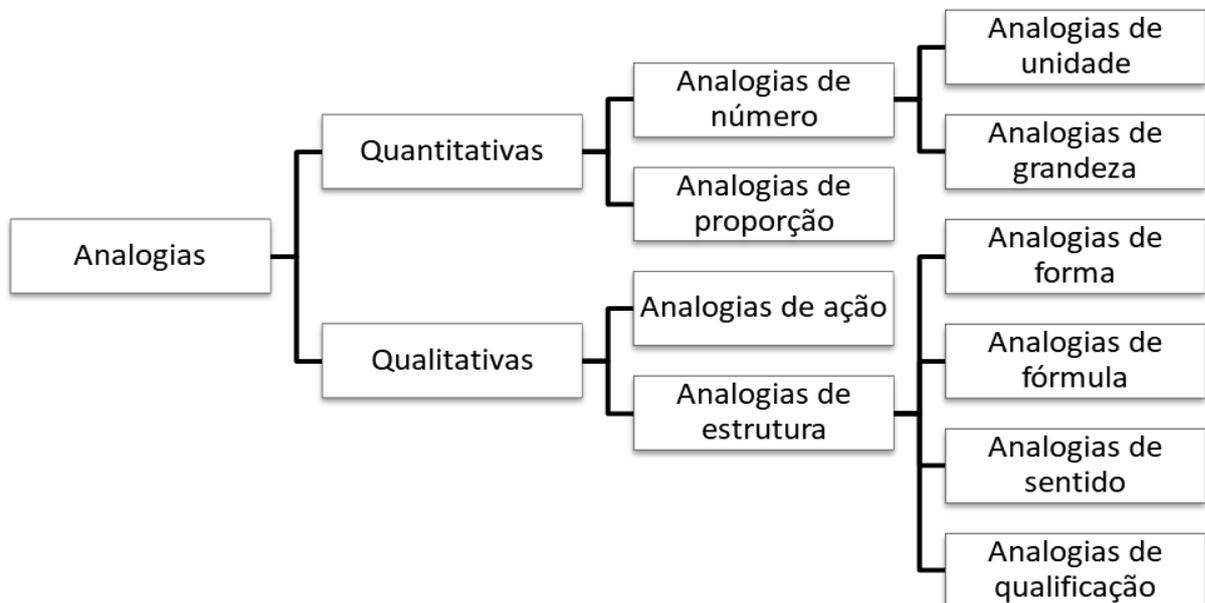
Fonte: Mól (1999).

Utilizando a tabela elaborada por Mól (1999), é possível perceber que vários autores se utilizam do termo "alvo" quando se referem ao conceito desconhecido, enquanto a maior parte dos autores utilizam o termo "análogo", para designar o conceito conhecido. Usando o consenso dos dados, neste trabalho serão utilizados os termos: ALVO, para designar o conceito desconhecido e o termo ANÁLOGO, para designar o conceito conhecido presente na analogia.

Diferentes teóricos sugerem formas de classificar as analogias (MONTEIRO & JUSTI, 2000; RIGOLON, 2008; SOUZA *et al.*, 2013). Conforme Rigolon (2013), as analogias podem ser classificadas em quantitativas e qualitativas. As analogias quantitativas estão relacionadas as propriedades e se dividem em analogias de números e de proporção. A analogia de números compara os atributos de número ou de grandeza dos objetos, coisas ou seres. A analogia de proporção compara as relações dos objetos com a de outros objetos. As analogias qualitativas estão relacionadas às propriedades qualitativas não quantificáveis, divididas em analogias de ação, as quais comparam ações, funções, atitudes, processos, fenômenos,

movimentos, transformações efetuadas ou sofridas pelos objetos, e as analogias de estrutura, as quais comparam características próprias dos objetos de sua constituição, estado ou condição. As analogias de estrutura podem ser subdivididas em analogias, de forma, as quais privilegiam as configurações geométricas ou espaciais externas; analogias de fórmula, “em que as similaridades entre os conceitos estão na fórmula que os representa” (MÓL, 1999, p.71); analogias de sentido, na qual os atributos são propriedades que atuam sobre os sentidos humanos em aspectos qualitativos; e analogias de qualificação, as quais comparam atributos que qualificam o objeto ou a A Figura 1 descreve uma síntese esquemática dessas classificações.

Figura 1: Síntese esquemática da classificação



Fonte: Rigolon (2013)

Dentro das possibilidades de utilização de analogia para o ensino, há aqueles que foram organizados na forma de um quadro, publicado na obra de Nardi e Almeida. (2014).

Conforme Nardi e Almeida (2014), as estratégias de ensino com analogias podem ser classificadas em estratégia centrada no professor e estratégia centrada no professor e no aluno. Nardi e Almeida (2014) descrevem sete modelos de estratégia centrada no professor: o modelo geral para o ensino de analogias (general model for analogy teaching, GMAT), proposto por Zeiton (1984), o qual utiliza nove passos:

identificar as características dos alunos relacionadas a aprendizagem por analogias; avaliar o conhecimento anterior dos alunos sobre a fonte; analisar o material a ser utilizado; julgar se a analogia a ser usada é apropriada; determinar as características da analogia; selecionar a estratégia de ensino e o modo de apresentar a analogia; apresentar a analogia aos alunos; avaliar os resultados do uso da analogia e rever as fases deste modelo.

O modelo das analogias por aproximação (*bridging strategy*), proposto por Brown e Clemente (1989), consiste em estabelecer um raciocínio analógico entre situações que não são vistas pelos alunos como análogas, aproveitando-se das suas intuições para chegar ao conceito científico, utilizando várias analogias intermediárias, cada uma delas elaborada com base na analogia anterior; o modelo de analogias múltiplas, proposto por Spiro *et al*, utiliza analogias múltiplas interligadas em sequência, em que cada uma delas é elaborada a partir da analogia anterior. A nova analogia é escolhida para corrigir os aspectos negativos das analogias anteriores, com o objetivo de construir uma discussão substancial sobre um tema em estudo; o modelo de ensino com analogias (*teaching with analogies, TWA*), proposto por Glynn (1991), conta com seis fases metodológicas : introduzir o conceito-alvo; propor uma experiência ou ideia como análoga da anterior; identificar os aspectos semelhantes entre o conceito-alvo e o análogo; relacionar as semelhanças entre os dois domínios; esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo e identificar os aspectos em que a analogia não se aplica.

A versão modificada do modelo de ensino com analogias (*TWA*), proposto por Harrison e Treagust (1993); Treagust *et al* (1996), conta com seis fases metodológicas: introduzir o conceito-alvo; propor uma experiência ou ideia como análoga da anterior; identificar os aspectos semelhantes entre o conceito-alvo e o análogo; relacionar as semelhanças entre os dois domínios; identificar os aspectos em que a analogia não se aplica; esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo. Há uma inversão entre a fase cinco e a fase seis, em relação ao modelo *TWA*, pois os autores afirmam que só depois de se reconhecer os atributos que não são compartilhados é que se pode partir para as conclusões sobre o conceito.

A metodologia de ensino com analogias (*MECA*), proposto por Nagem *et al*. (2001), parte do pressuposto de que a linguagem, a motivação e a bagagem de experiências de cada indivíduo exercem importante papel na criação, transferência e aprendizagem de conhecimentos e deve contemplar os seguintes passos: definição

da área específica de conhecimento; delimitação do assunto a ser abordado dentro da área de conhecimento; escolha e adequação do veículo a fatores como idade, conhecimento e experiência prévia do aluno; descrição da analogia; explicação, de forma objetiva, das semelhanças e diferenças relevantes para a compreensão do alvo; reflexão para propiciar não apenas o entendimento do conteúdo, mas também uma atitude crítica e reflexiva e avaliação. O modelo didático analógico (MDA), proposto por Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001); Galagovsky (2005), é uma derivação do Modelo de Aprendizagem Cognitivo Consciente Sustentável (MACCS), pois enfatiza a distinção entre conhecimento e informação, na necessidade que os estudantes construam o conhecimento nas suas mentes a partir da informação que se apresenta, e no papel ativo que o professor tem, não como apresentador da informação, mas como facilitador da construção do conhecimento sustentado por parte dos alunos. Consta de quatro momentos: “anedótico”, conceitualização sobre a analogia, correlação conceitual e metacognição.

Na estratégia de ensino com analogias centradas no professor e no aluno, Nardi e Almeida (2014) descrevem o modelo das analogias produzidas pelos alunos, proposto por Wong (1993). Neste modelo, os alunos não são receptores de analogias vindas do professor, mas são envolvidos ativamente na construção e/ou criação das analogias, na sua avaliação e alteração. Compreende um conjunto de quatro fases: explicar o fenômeno, criar as suas próprias analogias que permitam uma melhor compreensão do fenômeno, aplicar a analogia ao fenômeno por meio da identificação das semelhanças e das diferenças e participar da discussão para debater a adequação das analogias propostas para a explicação do fenômeno.

O modelo de ensino assistido por analogias, proposto por Cachapuz (1989), considera duas estratégias: uma centrada no professor (ECP) – as analogias funcionam como mediadoras de ensino, estabelecendo “pontes cognitivas” que facilitam a integração da nova informação na estrutura cognitiva do aluno; outra centrada no aluno (ECA) – utilizada quando se presume que o domínio em estudo já está minimamente estruturado pelos alunos. Apresenta uma sequência de quatro fases de aplicação na sala de aula: apresentação da situação problema/conceito pertencendo ao domínio em estudo, introdução do (s) conceito (s) que pertence (m) ao domínio familiar, exploração interativa da correspondência estabelecida, estabelecimento dos limites da analogia.

O quadro 1 resume essas informações, organizando as estratégias de ensino com analogias centradas no professor, listadas no lado esquerdo do quadro, e as estratégias de ensino com analogias centradas no aluno, como protagonista, listadas no lado direito do quadro.

Quadro 1: Resumo da classificação das estratégias de ensino com analogias

Modelo de ensino com analogias - estratégia centrada no professor	Modelo de ensino com analogias - estratégia centrada no professor e no aluno
• Modelo Geral para o Ensino de Analogias (GMAT) - Zeitoun (1984)	• Modelo das Analogias Produzidas pelos Alunos - Wong (1993)
• Modelo das Analogias de Aproximação (Bridging Strategy) - Brown e Clemente (1989)	• Modelo de Ensino Assistido por Analogias - Cachapuz (1989)
• Modelo das Analogias Múltiplas - Spiro <i>et al.</i> (1989)	
• Modelo de Ensino com Analogias (TWA) - Glynn (1991)	
• Versão modificada do Modelo de Ensino com Analogias (TWA) - Harrison e Treagust (1993)	
• Metodologia de Ensino com Analogias (MECA) - Nagem, Carvalhaes e Dias (2001)	
• Modelo Didático Analógico (MDA) - Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001)	

Fonte: Nardi e Almeida (2014)

Para a utilização sistemática de analogias, Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) desenvolveram procedimentos operacionais capazes de estruturar os conceitos abstratos presentes nos conteúdos curriculares na forma de analogias. Tais procedimentos foram registrados como metodologia de ensino com analogia (MECA). A utilização dessa metodologia neste trabalho é considerada apropriada por abordar aspectos fundamentais ao se elaborar uma analogia. Ela propõe a descrição dos

seguintes elementos: a área do conhecimento, a informação geral a que se refere a disciplina na qual o conteúdo está inserido; o assunto, o conteúdo específico abordado na analogia; o público, referente as pessoas as quais a analogia foi direcionada; o veículo, termo sinônimo de análogo; o alvo, que diz respeito ao conhecimento ou conceito a ser construído; a descrição da analogia, ou seja, a forma como a analogia será apresentada ou como será feita a comparação entre veículo e alvo; as semelhanças e as diferenças, refletindo as relações estabelecidas entre o alvo e análogo; as reflexões, que se referem as discussões entre professores e estudantes após a construção do conceito alvo, a respeito da validade e limitações do uso da analogia; a avaliação, que acontece quando o estudante é capaz de elaborar uma analogia válida, utilizando um análogo diferente daquele utilizado pelo professor, porém referente ao mesmo alvo, análogo que deve estar inserido dentro da realidade do estudante.

3 OBJETIVO GERAL

Analisar as analogias presentes nas Unidades Didáticas Anatomia e Fisiologia Humanas em livros de biologia do ensino médio aprovados e distribuídos a partir do PNLD, para propor um guia para o uso sistemático e estruturado destas pelos professores.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as analogias presentes nas Unidades Didáticas Anatomia e Fisiologia Humanas em livros de biologia do ensino médio aprovados e distribuídos a partir do PNLD;
- Analisar as instruções de uso e considerações sobre as analogias nas sessões de suplemento, presentes no manual do professor;
- Sistematizar as analogias identificadas com relação a área de conhecimento, assunto, público, veículo utilizado, alvo, descrição da analogia, comparação entre veículo e alvo, reflexões sobre analogia e avaliação da compreensão do alvo, a partir dos estudantes;
- Avaliar a potencialidade das analogias na construção do conhecimento em biologia, indicando os pontos positivos, facilitação do entendimento do conteúdo trabalhado, esclarecimento dos conceitos possíveis de sua abordagem, limites e falhas;
- Elaborar encaminhamentos metodológicos a partir das analogias utilizadas pelos autores nos livros didáticos, complementando e/ou propondo a criação de novas analogias para os conteúdos de Anatomia e Fisiologia do ensino médio, no formato de guia de utilização.

4 JUSTIFICATIVA

Com o propósito de alcançar a melhor qualidade possível na educação, um dos principais caminhos é facilitar a compreensão por parte do discente e estimular o seu interesse pelo estudo dos processos biológicos. O uso de analogias pode ajudar na desmistificação e entendimento dos conteúdos de biologia designados para o ensino médio. Além disso, estimula a utilização do método científico para resolver as questões pertinentes no âmbito da biologia. Dada a importância das analogias no entendimento processo de comunicação, pode-se imaginar que os livros didáticos utilizam essa ferramenta para clarificar os conceitos que pretendem edificar na construção do conhecimento dos estudantes. Desse modo, o presente projeto contribui ao analisar criticamente as analogias presentes nos livros didáticos e propor estratégias para a sua utilização sistemática em sala de aula, a partir de um recurso disponível e acessível a estudantes e professores da maior parte das escolas públicas de educação básica do Brasil, o livro didático.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente investigação seguiu os princípios da abordagem qualitativa, a qual se atenta com um grau de realidade que não pode ser quantificado. Segundo Deslauriers e Kérisit (2012), a pesquisa qualitativa possui uma utilidade e superioridade metodológica em determinadas situações ou a certos temas de pesquisa, entre eles o cotidiano da sala de aula ou estudo do sentido da ação.

Godoy (1995) indica pelo menos três estratégias de investigação dentro do método qualitativo: a pesquisa documental, a etnografia e o estudo de caso. Sendo a pesquisa documental a estratégia utilizada neste trabalho.

Os documentos objetos dessa pesquisa foram os livros didáticos de biologia utilizados no ensino médio que possuíam unidades temáticas de anatomia e fisiologia humana, aprovados pelo PNLD 2018. Nestes, foi realizada a análise do conteúdo de fisiologia humana com a intenção de identificar o uso de analogias. A investigação também envolveu os exercícios, tópicos especiais, seções diversificadas, citações, questões de vestibulares, questões do ENEM e outros setores do livro que estivessem relacionados ao tema fisiologia. Também foi analisada a sessão intitulada Manual do Professor/Suplemento do Professor, em busca de menções a respeito do uso das analogias presentes no livro didático ou a respeito da importância das analogias para o ensino de biologia.

As analogias identificadas foram classificadas de acordo com a proposta de Ferraz e Terrazzan (2001), conforme as categorias a seguir, e associadas aos conteúdos (estruturantes e específicos) que buscam transmitir em:

Quadro 2: Caracterização das analogias

TIPO DE ANALOGIA	CARACTERIZAÇÃO
Analogias Simples	São quase metáforas. Não fazem o mapeamento de qualquer atributo do domínio alvo ou análogo, ou seja, o conteúdo a que se refere. Simplesmente comparam uma estrutura do domínio alvo com outra estrutura do domínio análogo de forma breve.
Analogias do tipo simples referindo-se a função	Propõe uma característica funcional do domínio alvo e uma característica funcional

	do domínio análogo, ou vice-versa. Pode ocorrer que a característica funcional não seja explícita, pode simplesmente ser imaginada.
Analogias do tipo simples referindo-se a forma	Propõe o domínio alvo em referência a forma do domínio análogo. Apresentam a mesma aparência física geral.
Analogias do tipo simples referindo-se a função e a forma	São analogias que apresentam características dos dois últimos tipos anteriores, tanto referentes a forma como a função.
Analogias do tipo simples referindo-se aos limites do análogo.	Introduz o domínio alvo e logo indica onde a análogo falha.
Analogias enriquecidas	Fazem o mapeamento explícito de algum atributo do domínio alvo ou análogo. Ou seja, especificam correspondência (s) para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Podem ainda conter os limites de validade entre alvo e análogo.
Analogias duplas ou triplas	Dois ou três conceitos alvo diferentes e complementares são explicados por dois ou três análogos, cada um correspondente a um domínio alvo.
Analogias múltiplas	Apresentam o conceito alvo e colocam mais de um análogo para explicar o mesmo alvo. Ou seja, vários análogos eram usados para explicar um único tópico.
Analogias estendidas	São mais sistemáticas. Vários atributos do conceito alvo são explicados e fazem correspondências ao análogo. Uma analogia estendida também pode incluir as limitações da relação analógica. Além disso, uma

	analogia estendida pode conter ainda mais de um análogo, complementar ao primeiro.
--	--

Fonte: Ferraz e Terrazzan (2001).

Com as analogias identificadas, construímos um guia para os professores com a proposta de utilização delas no contexto de sala de aula. Através de sequências didáticas contextualizadas e relacionadas aos conteúdos da Unidade, direciona-se para uma proposta investigativa de caráter científico, focando o protagonismo dos estudantes.

6 RESULTADOS

A apresentação das analogias identificadas nos livros didáticos foi feita por ordem alfabética a partir do nome do sobrenome do primeiro autor, utilizando como referência a norma para citações da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR 6023 (ABNT, 2018). A ordem de apresentação das analogias encontradas em determinado livro, seguiu a sequência numérica crescente das páginas de acordo com a disposição do conteúdo observado no livro didático.

A apresentação dos capítulos na unidade temática de fisiologia não compõe um consenso, observando-se variações na ordem dos conteúdos apresentados nos livros didáticos de biologia aprovados e distribuídos através do PNLD, de forma que um conteúdo específico do ensino médio referente a fisiologia pode ser abordado em determinado livro enquanto não é citado em outros. Observa-se também o dissenso relativo à fisiologia da reprodução humana, ora tratada como adendo do sistema de coordenação e controle, ora como assunto específico da unidade temática fisiologia.

6.1 ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS

No PNLD de 2018 foram aprovadas dez coleções de livros didáticos com conteúdo referente a biologia e todas foram analisadas, tendo sido identificadas trinta e três analogias que foram classificadas em relação ao conteúdo, conforme a quadro 4. Elas serão descritas de forma sistematizada com relação ao:

Quadro 3: Resumo da classificação das analogias

1. Conteúdo
2. Transcrição da analogia
3. Classificação da analogia
4. Alvo
5. Análogo

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O conteúdo (1) descreve a área de conhecimento específica, em anatomia e fisiologia, na qual a analogia encontra-se inserida no livro didático; a transcrição da analogia (2) é a reprodução *ipsis litteris* da analogia, tal como está escrita no livro didático; a classificação das analogias (3) refere-se a aplicação da classificação

proposta por Ferraz e Terrazzan (2001), em categorias que consideram o nível de relacionamento entre análogo e alvo; o alvo (4) refere-se ao sistema, termo ou conceito que se pretende comparar por meio de analogia; o análogo (5) é o termo ou conceito conhecido, que servirá como parâmetro na comparação estabelecida pela analogia.

Quadro 4: Distribuição das analogias por conteúdos específicos de fisiologia humana.

Conteúdo específico	Quantidades de Analogias	Livro Didático
Sistema Digestório	7	Amabis e Martho (2016) Bezerra (2016) Favaretto (2016) Linhares, Gewnadsznajder e Pacca (2016) Mendonça (2016) Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016)
Sistema cardiovascular	3	Linhares, Gewnadsznajder e Pacca (2016) Ogo e Godoy (2016) Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016)
Sistema Imunitário	3	Amabis e Martho (2016)
Sistema urinário	6	Amabis e Martho (2016) Bezerra (2016) Ogo e Godoy (2016) Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016)
Sistema Nervoso	6	Amabis e Martho (2016) Bezerra (2016) Bizzo (2016) Linhares, Gewnadsznajder e Pacca (2016) Mendonça (2016)

		Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016)
Sistema locomotor	2	Amabis e Martho (2016) Bizzo (2016)
Sistema respiratório	1	Ogo e Godoy (2016)
Sistema endócrino	3	Favaretto (2016)

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

LIVRO 1

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia Moderna**. Manual do Professor. v.2. São Paulo: Moderna, 2016, 352 p.

Nesse livro foram identificadas dez analogias. Uma analogia está inserida no conteúdo referente ao sistema digestório, três analogias foram utilizadas no sistema imunitário, três analogias no sistema urinário, uma analogia no sistema nervoso, duas analogias no sistema locomotor.

Analogia I

1. Conteúdo - Sistema digestório humano.

2. Transcrição da analogia:

"O sistema digestório é comparável a uma linha de 'desmontagem' dos alimentos, que extrai deles seus diversos nutrientes" (AMABIS; MARTHO, 2016, p.202).

3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara o funcionamento do sistema digestório com uma planta industrial de reciclagem, na qual os materiais são previamente separados para serem posteriormente utilizados;

4. Alvo: Fisiologia do sistema digestório;

5. Análogo: Funcionamento de planta industrial de reciclagem.

Analogia II

1. Conteúdo - Sistema imunitário humano.

2. Transcrição da analogia:

Felizmente, contamos com um eficaz sistema de defesa interno, comparável a um exército organizado e bem aparelhado: trata-se do sistema imunitário (do latim *immunis*, livre, isento — significando, neste caso, livre de doenças) (AMABIS; MARTHO, 2016, p.219).

3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara o sistema imunitário a um exército;
4. Alvo: Fisiologia do sistema imunitário;
5. Análogo: Função das forças armadas para um país.

Analogia III

1. Conteúdo - Sistema imunitário humano.
2. Transcrição da analogia:
"Os principais 'soldados' do sistema imunitário são os linfócitos, especializados em determinadas funções relacionadas à defesa do organismo" (AMABIS; MARTHO, 2016, p.220).
3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara os linfócitos a soldados das forças armadas;
4. Alvo: Função dos linfócitos no sistema imunitário humano;
5. Análogo: Função dos soldados nas forças armadas de um país.

Analogia IV

1. Conteúdo - Sistema imunitário humano.
2. Transcrição da analogia:

Os linfócitos T auxiliares, ou linfócitos CD4, são os comandantes do sistema imunitário. Eles recebem informações dos macrófagos sobre a presença de invasores do corpo e estimular imediatamente os linfócitos B e os linfócitos T citotóxicos a combatê-los (AMABIS; MARTHO, 2016, p.220).

3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara os linfócitos CD4 do sistema imunitário humano com comandantes das forças armadas;
4. Alvo: Função dos linfócitos CD4 no sistema imunitário humano;
5. Análogo: Função do comandante nas forças armadas de um país.

Analogia V

1. Conteúdo - Sistema urinário humano.
2. Transcrição da analogia:
"Os rins humanos são dois órgãos de cor marrom-avermelhada, com forma de grão de feijão e cerca de 10 cm de comprimento" (AMABIS; MARTHO, 2016, p.225).

3. Classificação: analogia simples referindo-se a forma - compara a forma dos rins com a forma dos grãos de feijão;
4. Alvo: Forma anatômica dos rins;
5. Análogo: Forma do grão de feijão.

Analogia VI

1. Conteúdo - Sistema urinário humano.
2. Transcrição da analogia:
“O néfron é uma longa estrutura tubular, com uma das extremidades em forma de taça, formando a cápsula renal” (AMABIS; MARTHO, 2016, p.225).
3. Classificação: analogia simples referindo-se a forma - compara a forma da cápsula renal encontrada nos néfrons dos humanos com a forma de uma taça;
4. Alvo: Forma anatômica da cápsula renal;
5. Análogo: Forma de uma taça.

Analogia VII

1. Conteúdo - Sistema urinário humano.
2. Transcrição da analogia:
“Os rins exercem rigoroso 'controle de qualidade' sobre o sangue, mantendo em diferentes substâncias em quantidades consideradas normais” (AMABIS; MARTHO, 2016, p.228).
3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara a função dos rins como o setor responsável em manter a qualidade dos produtos e serviços oferecidos por uma empresa;
4. Alvo: Função dos rins no corpo humano;
5. Análogo: Atribuição a setor de controle de qualidade de uma empresa.

Analogia VIII

1. Conteúdo - Sistema nervoso humano.
2. Transcrição da analogia:

Há quem compare o sistema nervoso a uma rede de comunicação, em que sinais captados por sensores (os sentidos) são transmitidos para uma 'estação central' na forma de pulsos elétricos, estes viajam com rapidez por cabos transmissores, as fibras nervosas. (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 234).

3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara o sistema nervoso a um sistema eletrônico de comunicação em rede com a utilização de cabos transmissores e sensores;
4. Alvo: Fisiologia do sistema nervoso;
5. Análogo: Funcionamento de uma rede, com fios, em um sistema de transmissão de dados obtidos através de sensores.

Analogia IX

1. Conteúdo - Fisiologia geral do corpo humano.
2. Transcrição da analogia:

É claro que em todo time há "estrelas", como o sistema cardiovascular e o sistema nervoso; além de famosos, eles têm que "mostrar serviço" o tempo todo ou podem causar grandes prejuízos ao organismo. Outros sistemas fazem seu trabalho mais discretamente como o sistema imunitário, responsável pelas defesas do corpo. Esse sistema mostra toda a sua importância em momentos de crise (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 256).

3. Classificação: analogia estendida - compara a importância dos órgãos do sistema cardiovascular, o coração; e do sistema nervoso, o cérebro, aos astros de um time, ao mesmo tempo que enfatiza a necessidade da atuação imperceptível do sistema imunitário do organismo humano na homeostasia e sua atuação eficaz quando o mesmo está acometido por um agente considerado não próprio;
4. Alvo: Fisiologia do sistema cardiovascular, do sistema nervoso e o sistema imunitário;
5. Análogo: A distribuição de funções e responsabilidades entre os integrantes de um time;

Analogia X

1. Conteúdo - Revestimento, suporte e movimento do corpo humano.
2. Transcrição da analogia:

As articulações ósseas móveis podem ser de vários tipos. Nos ombros, por exemplo, elas são do tipo "bola e soquete" e possibilitam movimentos giratórios dos braços. Nos joelhos e cotovelos são do tipo "dobradiça", possibilitando movimentos de flexão em um único plano (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 256).

3. Classificação da analogia: analogia dupla - compara a articulação dos ombros do corpo humano com articulações utilizadas em sistemas mecânicos, como bola e soquete. Compara as articulações encontradas nos joelhos e cotovelos do corpo humano com uma articulação mecânica utilizada em portas e janelas conhecida como do tipo dobradiça;
4. Alvo: Fisiologia das diferentes articulações no corpo humano;
5. Análogo: Funcionamento das dobradiças mecânicas.

LIVRO 2

BEZERRA, Lia Monghuilhott (ed.). **Biologia, ser protagonista**. Manual do professor. v.2. 3.ed. São Paulo: SM, 2016, 384 p.

Nesse livro foram identificadas três analogias ao total. Uma analogia está inserida no conteúdo referente ao sistema digestório humano, uma inserida no conteúdo referente ao sistema excretor humano e uma inserida no conteúdo referente aos órgãos sensoriais humanos.

Analogia I

1. Conteúdo - Sistema digestório humano.
2. Transcrição da analogia - atividade prática:
 1. Qual analogia pode ser feita entre o experimento e a ação da bile sobre as gorduras presentes no bolo alimentar?" (BEZERRA, 2016, p.233).
3. Classificação: Analogia simples de função - pergunta presente no questionário, referente a percepção do estudante a partir da observação da função do detergente sobre os lipídios do óleo de cozinha na realização de uma demonstração prática;
4. Alvo: Efeito emulsificante da bile sobre grandes porções de gordura;
5. Análogo: Atuação do detergente sobre o óleo de cozinha.

Analogia II

1. Conteúdo - Sistema excretor humano.
2. Transcrição da analogia:

“O rim é um órgão com formato de feijão, do tamanho aproximado de um punho fechado e de cor avermelhada” (BEZERRA, 2016, p.252).

3. Classificação: analogia dupla - comparação do formato dos rins com o formato dos grãos de feijão simultaneamente a comparação entre o tamanho dos rins e um punho humano;
4. Alvo: Forma anatômica e tamanho dos rins;
5. Análogo: Formato do grão de feijão e tamanho do punho.

Analogia III

1. Conteúdo – Órgãos dos sentidos humano.
2. Transcrição da analogia:

O olho humano funciona como uma câmera fotográfica. A pupila permite a entrada de luz, assim como o diafragma; já a córnea, a lente e os humores agem como lente focando a luz na retina de modo análogo a lente objetiva das câmaras, que foca a luz em um sensor. Quando a luz atravessa a córnea, a lente e os humores de nosso olho, ela sofre refração, isto é, muda de direção, convergindo para um ponto focal entre a lente e a retina. A imagem se forma na superfície da retina, atrás do ponto focal, nítida mais invertida. O mesmo ocorre no sensor das câmeras fotográficas. (BEZERRA, 2016, p.266).

3. Classificação: Analogia simples de função - compara o funcionamento do olho humano com o funcionamento de um dispositivo eletromecânico, uma máquina fotográfica analógica ou digital;
4. Alvo: Fisiologia das estruturas encontradas no olho humano - pupila, lente, córnea, humor vítreo, humor aquoso e retina;
5. Análogo: Princípios físicos de refração em lentes angulares, a lente objetiva, inversão da imagem formada no filme ou sensor, focalização do objeto com a movimentação da lente objetiva, projeção da imagem no filme ou sensor.

LIVRO 3

BIZZO, Nélio. **Biologia**, novas bases. Coleção integralis. Manual do professor. v. 3. São Paulo: IBEP, 2016, 384 p.

Nesse livro didático foram identificadas duas analogias, uma inserida no conteúdo referente a locomoção humana e a outra inserida no conteúdo referente aos sentidos humanos.

Analogia I

1. Conteúdo: Sistema locomotor humano.

2. Transcrição da analogia:

No estudo dos ossos, vimos que eles são formados por uma matriz viva e rígida, fortalecida pelo depósito de fosfato e sais de cálcio. A matriz orgânica é formada por fibras colágenas, que conferem ao osso uma grande resistência elástica, e os sais de cálcio proporcionam grande resistência à compressão. Essa combinação forma uma estrutura de sustentação que possui as mesmas propriedades do concreto armado (BIZZO, 2016, p. 48).

3. Classificação da analogia: analogia estendida - compara a resistência elástica dos ossos ao mesmo tipo de resistência conferida pelo metal que compõe o concreto armado, ao mesmo tempo compara a resistência a compressão observada nos ossos, devido a presença de sais de cálcio, a resistência a compressão que o cimento confere ao concreto armado;

4. Alvo: Características físicas dos ossos;

5. Análogo: Características físicas do concreto armado.

Analogia II

1. Conteúdo – Órgãos dos sentidos humanos.

2. Transcrição da analogia:

"A exemplo do que ocorre em uma câmera fotográfica, a imagem que se forma na retina está de ponta cabeça em relação ao objeto visualizado" (BIZZO, 2016, p. 64).

3. Classificação da analogia: analogia do tipo simples referindo-se à função - compara a refração da luz que passa através da lente objetiva de uma câmera fotográfica com a formação da imagem na retina do olho humano, ambas invertidas;

4. Alvo: Fisiologia da focalização da imagem;

5. Análogo: Formação da imagem na câmera fotográfica.

LIVRO 4

FAVARETTO, José Arnaldo. **Biologia unidade e diversidade**. Manual do professor. vol. 2. São Paulo: FTD, 2016, 384p.

Nesse livro didático foram identificadas cinco analogias, duas inseridas no conteúdo referente ao sistema digestório humano e três inseridas no conteúdo referente ao sistema endócrino do ser humano.

Analogia I

1. Conteúdo – Sistema digestório humano.

2. Transcrição da analogia:

" O intestino grosso, com formato de "U" invertido, é um tubo de 6 cm de diâmetro e 1,5m de comprimento" (FAVARETTO, 2016, p. 144).

3. Classificação da analogia: analogia do tipo simples referindo-se a forma - compara a forma do intestino grosso com a forma da letra maiúscula "U" invertida em relação ao seu eixo vertical;

4. Alvo: Forma anatômica do intestino grosso humano;

5. Análogo: Forma da letra "U".

Analogia II

1. Conteúdo – Sistema digestório humano.

2. Transcrição da analogia:

Cada uma das células epiteliais que forma a vilosidade apresenta microvilosidades formadas por dobras da membrana plasmática, semelhantes a dedos de luva (figura 3b) (FAVARETTO, 2016, p. 146).

3. Classificação da analogia: analogia do tipo simples referindo-se a forma - compara a forma das microvilosidades intestinais com a forma dos dedos de uma luva de borracha;

4. Alvo: Anatomia das células epiteliais das células do intestino;

5. Análogo: Formato do dedo em luvas de borracha.

Analogia III

1. Conteúdo – Sistema endócrino humano.

2. Transcrição da analogia:

"Esses mensageiros químicos são conhecidos como hormônios" (FAVARETTO, 2016, p. 182)

3. Classificação da analogia: analogia do tipo simples referindo-se à função - compara a função de um mensageiro: transmitir uma informação direcionada a uma pessoa, com os hormônios que mudam o estado fisiológico de células-alvo específicas;

4. Alvo: Fisiologia dos hormônios no corpo humano;

5. Análogo: Função de um mensageiro.

Analogia IV

1. Conteúdo – Sistema endócrino humano.
2. Transcrição da analogia:

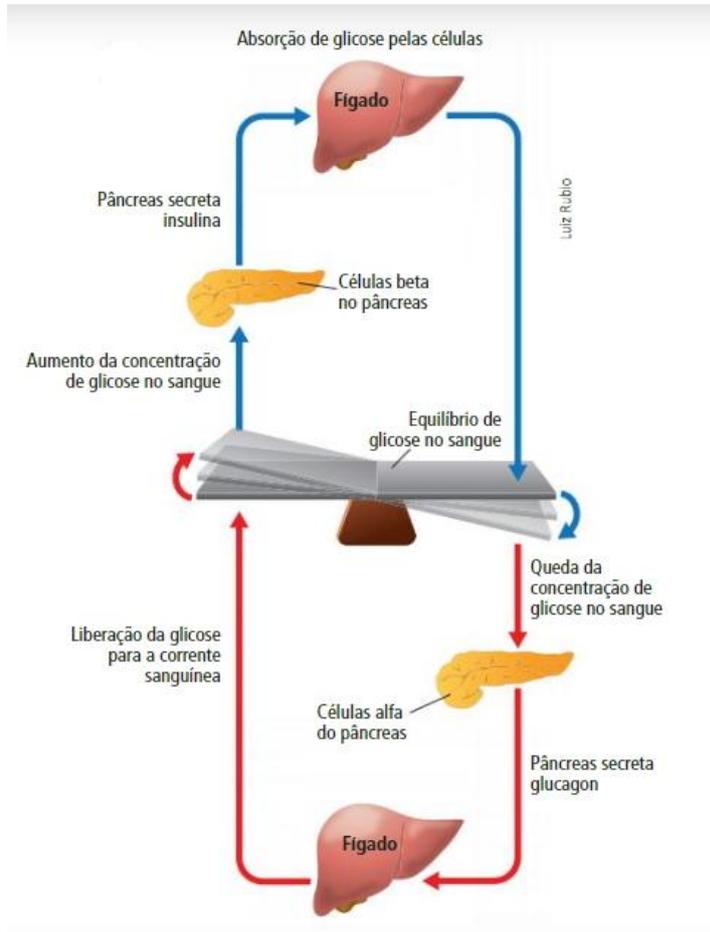
Ligada por uma haste ao hipotálamo, a hipófise fica protegida em uma cavidade do osso esfenóide (um osso do crânio) chamada sela turca. Nos seres humanos, tem o tamanho aproximado de um grão de ervilha e divide-se em adeno-hipófise (ou lobo anterior) e neuro-hipófise (ou lobo posterior). (FAVARETTO, 2016, p. 183).

3. Classificação da analogia: analogia do tipo simples - compara o tamanho da hipófise dos seres humanos ao tamanho de um grão de ervilha;
4. Alvo: Anatomia da glândula hipófise humana;
5. Análogo: Tamanho de um grão de ervilha.

Analogia V

1. Conteúdo – Sistema endócrino humano.
2. Transcrição da analogia:

Figura 2- Analogia da regulação da glicemia no sangue humano.



Fonte: Favaretto (2016, p. 186)

3. Classificação: Analogia enriquecida - compara o funcionamento de uma gangorra com a fisiologia do sistema endócrino no controle da glicemia, no sangue humano. A relação entre o peso e contrapeso é comparada com as produções antagonistas da insulina e do glucagon, são representados os hormônios e suas glândulas de origem;
4. Alvo: Fisiologia do controle da glicemia do sangue humano;
5. Análogo: Funcionamento de uma gangorra.

LIVRO 5

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje: os seres vivos**. Manual do professor. vol. 2. 3.ed. São Paulo: Ática, 2017.

Nesse livro didático foram identificadas três analogias ao total, uma inserida no conteúdo referente ao sistema digestório humano, uma inserida no conteúdo referente

ao sistema cardiovascular humano, e a última inserida no conteúdo referente aos órgãos sensoriais humanos.

Analogia I

1. Conteúdo - Sistema digestório humano.

2. Transcrição da analogia:

“Entre o estômago e o início do intestino delgado há um músculo que funciona como uma válvula, o piloro. Essa válvula controla a passagem do alimento para o intestino” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016, p. 224).

3. Classificação: Analogia simples de função - compara o funcionamento do músculo do estômago com o funcionamento de um dispositivo mecânico, uma válvula;

4. Alvo: funcionamento do piloro;

5. Análogo: Funcionamento de uma válvula mecânica.

Analogia II

1. Conteúdo - Sistema cardiovascular humano.

2. Transcrição da analogia:

“O funcionamento do coração é semelhante ao de uma bomba, que se contrai e se relaxa ritmicamente” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016, p. 240).

3. Classificação: Analogia simples de função - compara o funcionamento do coração com o funcionamento de um dispositivo mecânico, uma bomba;

4. Alvo: funcionamento do coração;

5. Análogo: Funcionamento de uma bomba mecânica.

Analogia III

1. Conteúdo - Órgãos sensoriais humanos.

2. Transcrição da analogia:

“É comum comparar o olho humano a uma máquina fotográfica, com suas lentes, diafragma e filme ou sensores eletrônicos (nas máquinas digitais)” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016, p. 276).

3. Classificação: Analogia simples de função - compara o funcionamento do olho humano com o funcionamento de um dispositivo eletromecânico, uma máquina fotográfica analógica ou digital;

4. Alvo: funcionamento das estruturas encontradas no olho humano - pupila, lente e retina;
5. Análogo: Princípios físicos de refração em lentes angulares, a lente objetiva, inversão da imagem formada no filme ou sensor, focalização do objeto com a movimentação da lente objetiva, projeção da imagem no filme ou sensor.

LIVRO 6

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. Manual do professor. Vol. 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017, 383 p.

Não foram identificadas analogias em nenhum dos capítulos do livro referentes ao conteúdo anatomia e fisiologia humana nesse livro didático.

LIVRO 7

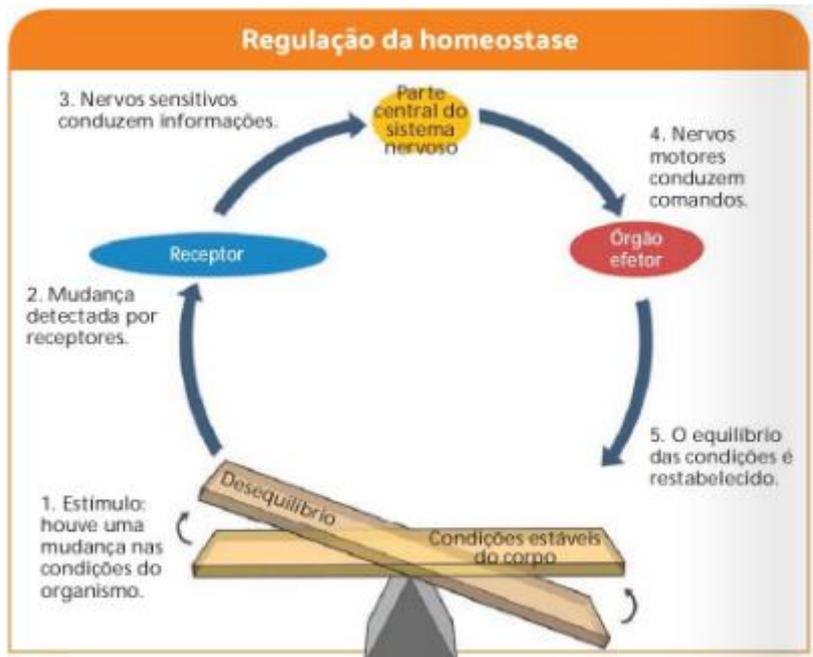
MENDONÇA, Vivian L. **Biologia**. Manual do professor. Vol. 3. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016, 384 p.

Nesse livro didático foram identificadas duas analogias, uma inserida no conteúdo referente a coordenação sistema nervoso, e outra inserida no conteúdo digestão e nutrição.

Analogia I

1. Conteúdo – Sistema nervoso humano.
2. Transcrição da analogia:

Figura 3: Analogia na regulação da homeostase.



Fonte: (MENDONÇA, 2016, p. 38).

3. Classificação da analogia: analogia do tipo simples referindo-se à função - compara a homeostasia do corpo humano ao equilíbrio dinâmico encontrado através do ajuste da intensidade de forças aplicadas, simultaneamente, nos dois extremos opostos de uma gangorra;
4. Alvo: Fisiologia do sistema nervoso central na homeostasia do corpo humano;
5. Análogo: Forças aplicadas em uma gangorra.

Analogia II

1. Conteúdo – Sistema digestório humano.
2. Transcrição da analogia:

Imagine um cozinheiro que precisa fritar bolinhos no óleo quente, se os bolinhos forem grandes, a porção interior da massa permanecerá crua após a fritura. Fazendo bolinhos menores, com a mesma quantidade de massa, a superfície total de contato do óleo com a massa será maior e os bolinhos ficarão fritos de maneira mais uniforme por dentro e por fora. Comparando o óleo para fritar bolinhos com as enzimas digestivas, podemos fazer uma analogia com o processo de mastigação, que os dentes e a língua dividem os alimentos em pedaços menores e os trituram, transformando-os em um bolo alimentar. Assim a superfície de contato do alimento com as enzimas fica aumentada, facilitando a digestão. (MENDONÇA, 2016, p. 59).

3. Classificação da analogia: analogia enriquecida - compara os detalhes do processo de eficácia da fritura em relação a área do material a ser frito, com a eficácia das enzimas digestivas, atuando sobre a porção de alimento não fragmentado e sobre uma porção de alimento fragmentado;
4. Alvo: Atuação das enzimas digestivas no bolo alimentar;
5. Análogo: Ação no óleo quente na fritura de um alimento.

LIVRO 8

OGO, Marcela; GODOY, Leandro. **Contato Biologia**. v. 2. São Paulo: Quinteto, 2016, 368 p.

Nesse livro didático foram identificadas quatro analogias, uma inserida no conteúdo introdutório ao estudo da fisiologia humana, uma referente ao sistema respiratório humano, outra relacionada ao sistema cardiovascular humano e por último uma analogia referente ao sistema urinário humano.

Analogia I

1. Conteúdo – Fisiologia geral do corpo humano.
2. Transcrição da analogia:

Muitas pessoas comparam o corpo humano a uma máquina complexa. Isso ocorre porque cada célula, tecido e sistemas do corpo humano estão integrados entre si, permitindo que ele funcione adequadamente (OGO; GODOY, 2016, p.227).

3. Classificação: Analogia enriquecida - compara o funcionamento de uma máquina complexa com a fisiologia do corpo humano, considerando o número de componentes e sua integração, além dos níveis de organização do corpo humano;
4. Alvo: Fisiologia geral do corpo humano;
5. Análogo: Funcionamento de máquina complexa.

Analogia II

1. Conteúdo – Sistema Respiratório.
2. Transcrição da analogia:

A laringe é um tubo cartilaginoso que une faringe e traqueia. Esta é um tubo oco cujas paredes possuem anéis incompletos de cartilagem em forma de letra 'C', que a mantém aberta, impedindo que ela se comprima e permitindo a passagem de ar (OGO; GODOY, 2016, p.234).

3. Classificação: Analogia simples referindo-se a forma - compara a forma da letra "C" com a forma dos anéis cartilagosos presentes na traqueia;
4. Alvo: Anatomia do sistema respiratório;
5. Análogo: Forma da letra "C".

Analogia III

1. Conteúdo - Sistema cardiovascular humano.
2. Transcrição da analogia:
"O coração é órgão responsável por bombear o sangue através dos vasos sanguíneos." (OGO; GODOY, 2016, p.242).
3. Classificação: Analogia simples de função - compara o funcionamento do coração com o funcionamento de um dispositivo mecânico, uma bomba;
4. Alvo: Fisiologia do coração;
5. Análogo: Funcionamento de uma bomba mecânica.

Analogia IV

1. Conteúdo - Sistema urinário humano.
2. Transcrição da analogia:
"Os rins apresentam o formato semelhante ao de um grão de feijão" (OGO; GODOY, 2016, p.248).
3. Classificação: analogia simples referindo-se a forma - comparação do formato dos rins com o formato dos grãos de feijão;
4. Alvo: Forma anatômica dos rins;
5. Análogo: Formato do grão de feijão.

LIVRO 9

SILVA JÚNIOR, César; SASSON, Cezar; CALDINI JÚNIOR, Nelson. **Biologia**. v. 2. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2016, 289 p.

Nesse livro didático foram identificadas quatro analogias, uma inserida no conteúdo referente ao sistema digestório, uma referente ao sistema cardiovascular, uma referente ao sistema urinário, uma inserida no sistema nervoso.

Analogia I

1. Conteúdo - Sistema digestório humano.
2. Transcrição da analogia:

A bile é uma solução amarelo-esverdeada, sem enzimas digestivas, mas de forte ação emulsionante. Ela funciona como um detergente, transformando lipídios em finíssimas partículas, facilitando sua digestão pelas lipases do suco pancreático e do suco entérico (intestinal). (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 142).

3. Classificação: Analogia simples de função - compara a função da bile com a função do detergente;
4. Alvo: Efeito emulsificante da bile sobre os lipídios;
5. Análogo: Atuação do detergente sobre as gorduras.

Analogia II

1. Conteúdo - Sistema cardiovascular humano.
2. Transcrição da analogia:

"O coração funciona como uma pequena bomba." (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 154).

3. Classificação: Analogia simples de função - compara o funcionamento do coração com o funcionamento de um dispositivo mecânico, uma bomba;
4. Alvo: Fisiologia do coração;
5. Análogo: Funcionamento de uma bomba mecânica.

Analogia III

1. Conteúdo - Sistema urinário humano.
2. Transcrição da analogia:

Os rins são órgãos pares, localizados na região dorsal, na linha da cintura, um de cada lado da coluna vertebral. Têm a forma de um grão de feijão e mede cerca de 10cm de comprimento (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 154).

3. Classificação: analogia simples referindo-se a forma - comparação do formato dos rins com o formato dos grãos de feijão;
4. Alvo: Forma anatômica dos rins;
5. Análogo: Formato do grão de feijão.

Analogia IV

1. Conteúdo - Sistema nervoso humano.
2. Transcrição da analogia:
"A sinapse funciona, então, como uma espécie de 'relé' ou 'válvula', que se fecha uma vez que o impulso nervoso seja transmitido." (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 180).
3. Classificação: analogia simples referindo-se à função - compara o funcionamento da sinapse com um dispositivo elétrico, o relé, ou com um dispositivo mecânico, a válvula;
4. Alvo: Descrição do comportamento do neurônio durante a sinapse;
5. Análogo: Funcionamento do relé ou o funcionamento da válvula.

LIVRO 10

THOMPSON, Miguel; RIOS, Eloci Peres. **Conexões com a biologia**. Manual do professor. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016, 384 p.

Não foram encontradas analogias em nenhum dos capítulos do livro referentes ao conteúdo anatomia e fisiologia humana.

Entre as obras consultadas, duas trazem algum tipo de informação sobre o uso das analogias no manual do professor. Amabis e Martho (2016) apresentam na sessão 2, nomeada "características desta obra", um tópico referente a organização dos capítulos, destaca os itens "texto e imagem":

A linguagem empregada na obra procura aliar a precisão conceitual da comunicação científica com a clareza didática. Em algumas situações, foi possível empregar analogias e comparações, exemplificando com assuntos do cotidiano, de modo a tornar conceitos e fenômenos biológicos mais concretos para os estudantes (AMABIS; MARTO, 2016, p.289).

Esta descrição sugeriu-nos que não houve intencionalidade de sistematização das analogias empregadas na obra, ao total 10, o maior número de analogias entre os livros analisados.

Linhares, Gewnadsznajder e Pacca (2016), na sessão 4 do manual do professor, "uma palavra com o professor: a prática pedagógica", apontaram a possibilidade de se utilizar estratégias de ensino por mudança conceitual, listando procedimentos que poderiam ser adotados:

- Descobrir a concepção prévia do aluno e apresentar problemas (a partir de comentários, experimentos, observações, leituras de texto, perguntas presentes no livro-texto, etc.) significativos (do cotidiano ou do conhecimento científico já assimilado). A problematização deve provocar a curiosidade e alguma insatisfação com a concepção prévia (mostrando que ela não é capaz de resolver o problema ou de explicar adequadamente o fenômeno apresentado pelo professor).
- Apresentar a nova concepção de modo inteligível, por meio de comparações e analogias que facilitem sua aprendizagem.
- Salientar que ícones (por exemplo, as imagens, gráficos e mapas presentes no livro-texto) constituem artefatos cognitivos que propiciam e facilitam a descoberta e a aprendizagem do conhecimento científico, consistindo também em uma "leitura".
- Mostrar que a nova concepção explica fenômenos não explicados pela concepção prévia; mostra relações entre fenômenos que não pareciam estar relacionados ou, ainda, tem a capacidade de explicar novos fenômenos e fazer novas previsões. (LINHARES; GEWNADSZNAIDER; PACCA, 2016)

Essa instrução permitiu-nos inferir a consideração do uso de analogias como recurso didático. De fato, foram identificadas três analogias na obra deste autor. Entretanto, nas sugestões de abordagem e comentário, não havia uma sistematização para o uso de analogias, ressaltando a analogia utilizada entre a câmera fotográfica e o olho humano, na qual o autor chamou a atenção para os pontos de imperfeição da analogia e vários aspectos aos quais não existem semelhanças entre o olho humano e a câmera fotográfica.

6.2 SUGESTÕES DE ANALOGIAS

Para a utilização sistemática de analogias, Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) desenvolveram procedimentos operacionais capazes de estruturar os conceitos abstratos presentes nos conteúdos curriculares na forma de analogias. Tais procedimentos foram registrados como metodologia de ensino com analogia (MECA).

A utilização dessa metodologia, MECA, na elaboração deste trabalho, é considerada apropriada por abordar aspectos fundamentais ao se elaborar uma analogia.

Quadro 5: Elementos essenciais na utilização da MECA.

1 – Área do Conhecimento
2 – Assunto
3 – Público
4 – Veículo
5 – Alvo
6 – Descrição da Analogia
7- Semelhanças e Diferenças
8 – Reflexões
9 - Avaliação

Fonte: Nagem, Carvalhaes e Dias (2001, p. 204)

De acordo como Nagem, Carvalhaes e Dias (2001), a MECA propõe a construção de analogias a partir da utilização dos elementos: área do conhecimento (1), é a informação geral que se refere a disciplina na qual o conteúdo está inserido; o assunto (2) é o conteúdo específico abordado na analogia; o público (3) se refere as pessoas as quais a analogia foi direcionada; o termo veículo (4) é sinônimo de análogo; o alvo (5) diz respeito ao conhecimento ou conceito a ser construído; a descrição da analogia (6) é a forma como a analogia é apresentada, ou seja, como é feita a comparação entre veículo e alvo; as semelhanças e diferenças (7) refletem as relações estabelecidas entre o alvo e análogo; as reflexões (8) referem-se as discussões entre professores e estudantes, após a construção do conceito alvo a respeito da validade e limitações do uso da analogia; a avaliação (9) acontece quando o estudante é capaz de elaborar uma analogia válida, utilizando um análogo diferente daquele que o professor usa, porém referente ao mesmo alvo e, sendo assim, esse análogo deve estar inserido dentro da realidade do estudante.

A partir dessas considerações, as analogias sugeridas neste trabalho, tem como público os estudantes da rede estadual de ensino do estado da Paraíba e que residem na região metropolitana de João Pessoa.

As avaliações na MECA são direcionadas a aplicação das analogias, portanto não serão descritas, uma vez que a aplicação das mesmas não faz parte do escopo desse trabalho.

6.3 APLICAÇÃO DA MECA

Sugestão de analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia
2. Assunto: Fisiologia da digestão
3. Público: Estudantes de ensino médio
4. Veículo: Bloco de montar
5. Alvo: Macromoléculas dos nutrientes
6. Descrição da analogia:

As macromoléculas dos nutrientes: carboidratos, lipídios e proteínas, são formados por unidades menores que se combinam em estruturas como o amido e a celulose, cuja unidade fundamental é a molécula de glicose; os lipídios, triglicerídeos, a partir da combinação do glicerol com três moléculas de ácidos graxos; e as proteínas que são compostas por ligações entre aminoácidos. Esses nutrientes são sintetizados nas fontes de alimento a partir de reações químicas que permitem a combinação dessas moléculas que, quando ingeridas e submetidas aos processos do sistema digestório, são degradadas e absorvidas pelo organismo. Posteriormente podem ser recombinadas e integrarem outras moléculas necessárias a manutenção da vida, assim como os blocos de montar um brinquedo infantil, os quais podem ser combinados de várias formas diferentes dependendo do tamanho e características de cada peça, sendo separadas e posteriormente combinadas.

7. Semelhanças e diferenças:

Macromoléculas	Blocos de montar
Natureza molecular variada	Mesmo tipo de composto molecular
Tamanhos variados	Tamanhos variados
Ligações moleculares que obedecem a padrões conhecidos	Encaixes físicos que estabelecem padrões de interação entre as peças
Propriedades físico-químicas variadas	Propriedades físico-químicas não variadas
Complexidade na forma	Forma geométrica simples
Funções biológicas variadas	Não possuem funções biológicas

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado na segunda ou terceira série de ensino médio, visto que o estudante já tenha construído conhecimentos em química relacionados a interação de moléculas, reações químicas e compostos químicos orgânicos. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem do sistema digestório como responsável pela assimilação de moléculas passíveis a reações químicas, capazes de serem recombinadas dependendo da necessidade do organismo, a partir da utilização de sua maquinaria metabólica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema digestório, utilizando como análogo as transformações das macromoléculas. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Sugestão de analogia II

1. Área do Conhecimento: Biologia
2. Assunto: Fisiologia da digestão
3. Público: Estudantes de ensino médio
4. Veículo: Pasta de dentes
5. Alvo: Movimentos peristálticos

6. Descrição da analogia:

A passagem do alimento pelo sistema digestório está condicionada a ação dos músculos lisos que produzem contrações, impulsionando o bolo alimentar ao longo do sistema digestório, através dos movimentos peristálticos. Tais movimentos assemelham-se ao ato de espremer uma embalagem de creme dental utilizando-se os dedos, pressionando o conteúdo da região terminal da embalagem para a região inicial, em direção a sua abertura, com objetivo de movimentar o creme dental em direção ao exterior da embalagem.

7. Semelhanças e diferenças

Movimento peristáltico	Embalagem do creme dental
Composição pastosa do bolo alimentar	Composição pastosa do creme dental
Movimento em um ambiente cilíndrico	Movimento em um ambiente cilíndrico
Composição variada do bolo alimentar	Composição uniforme do creme dental
Natureza biológica	Material sintético
Ação biomecânica de músculos lisos	Ação biomecânica de músculo estriado esquelético
Sujeito a variações da fisiologia intestinal	Movimento dos dedos é a única força que atua no sistema

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado na segunda ou terceira série de ensino médio. Para que os estudantes possam construir o conceito de mobilidade do bolo alimentar, é necessário que se faça compreender a função e atuação dos músculos lisos, da sua fisiologia peculiar e das diferenças entre a sua atuação, e a fisiologia dos músculos estriados esqueléticos. A fisiologia do sistema digestório em estado não patológico é praticamente imperceptível aos sentidos humanos, e o movimento peristáltico distante do conhecimento de senso comum.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema digestório utilizando como análogo os movimentos peristálticos. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao

conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Sugestão de analogia III

1. Área do conhecimento: Biologia
2. Assunto: Fisiologia do sistema cardiovascular
3. Público: Estudantes do ensino médio
4. Veículo: Ônibus de linha
5. Alvo: Transporte de gases mediado por hemácias
6. Descrição da analogia:

O gás oxigênio obtido por hematose deve ser transportado e distribuído para todos os tecidos do corpo. Uma parte desse gás é transportado dissolvido no sangue, enquanto outra parte é transportada através das hemácias ou glóbulos vermelhos. Dependendo da concentração do gás no meio, a hemácia irá se ligar ao gás em maior concentração, seja o gás carbônico ou gás oxigênio, transportando-o e liberando-o em um tecido de menor concentração relativa. No estado fisiológico normal, a maior concentração de gás oxigênio encontra-se nos alvéolos pulmonares, enquanto a maior concentração de gás carbônico encontra-se nos tecidos. As hemácias são como ônibus de linha que transportam passageiros diferentes, liberando-os em seu destino.

7. Semelhanças e diferenças

Hemácia	Ônibus de linha
Célula do corpo humano	Veículo mecânico
Transporte de gases	Transporte de pessoas
Destino do transporte condicionado a concentração dos gases	Destino do transporte condicionado a necessidade do passageiro
Diversas possibilidades de destino	Diversas possibilidades de destino
Transporte coletivo	Transporte coletivo

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema cardiovascular é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de tecidos encontrados no corpo humano, e reconheça a hemácia como um tipo de célula presente no corpo humano. É importante destacar o transporte de gases no sangue como um processo essencial a manutenção da vida.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema cardiovascular utilizando como análogo, hemácias. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Sugestão de analogia IV

1. Área do conhecimento: Biologia

2. Assunto: Fisiologia da respiração

3. Público: Estudantes do ensino médio

4. Veículo: Balões de festa

5. Alvo: Fisiologia dos pulmões

6. Descrição da analogia:

Os pulmões são órgãos vitais que realizam as trocas gasosas no corpo humano. O ar inspirado tem maior concentração de gás oxigênio, já o ar expirado tem maior concentração de gás carbônico. Os pulmões possuem tecido elástico que se distende e se retrai de acordo com os movimentos da caixa torácica. A membrana dupla que reveste o pulmão é responsável por sua adesão na região torácica. Dessa forma, os pulmões assemelham-se a balões de festa, que ora estão cheios de ar e com maior volume, ora estão com menos ar e menor volume, a partir da ação dos músculos intercostais e diafragma.

7. Semelhanças e diferenças

Pulmões	Balões de festa
Órgão do corpo humano	Objeto sintético
Realiza as trocas gasosas no corpo humano	Ornamenta festas
Distende-se aumentando seu volume e captando ar	Aumenta seu volume quando o ar é forçado para seu interior
A distensão e retração depende dos músculos intercostais e do diafragma	Aumenta seu volume com a ventilação forçada de ar
Realiza função biológica	Não realiza função biológica

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema respiratório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de tecidos encontrados no corpo humano, e compreenda a elasticidade de alguns tecidos. É importante destacar que a ventilação pulmonar é um processo condicionado a ação da musculatura estriada esquelética e a integridade da pleura.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema respiratório utilizando como alvo a fisiologia do pulmão. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Sugestão de analogia V

1. Área do conhecimento: Biologia
2. Assunto: Fisiologia renal
3. Público: Estudantes do ensino médio
4. Veículo: Peneira

5. Alvo: Glomérulo renal

6. Descrição da analogia:

O processo de eliminação dos metabólitos presentes no sangue humano começa a partir da filtração do sangue nos nefros. O sangue é pressionado contra o glomérulo renal que funciona como uma peneira, permitindo a passagem de moléculas de acordo com seu tamanho. Moléculas maiores continuam na corrente sanguínea, enquanto pequenas moléculas e a água alcançam a cápsula renal.

7. Semelhanças e diferenças

Glomérulo Renal	Peneira
Estrutura orgânica que compõe o nefro do rim humano	Objeto sintético
Separa moléculas presentes no sangue	Separa partículas de tamanhos diferentes
Atua a nível molecular em mistura homogênea	Atua separando misturas heterogêneas, entre sólidos ou entre sólidos e líquidos
Depende da pressão arterial	Depende de movimentos laterais ou circulares
Realiza função biológica	Não realiza função biológica

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema excretor é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente a química, e consiga distinguir os diversos tamanhos de moléculas e sua implicação para os processos biológicos. É importante destacar que a filtração renal é um processo complexo que se inicia com a filtração molecular, mas envolve processos de transporte ativo e passivo, a nível celular.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema respiratório utilizando como alvo a fisiologia do glomérulo renal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao

conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

7 DISCUSSÃO

Esta pesquisa buscou analisar as analogias referentes ao conteúdo de fisiologia humana presentes nos dez livros didáticos de biologia aprovados e distribuídos a partir do PNLD 2018, tendo sido identificadas trinta e três analogias, algumas utilizadas de forma similar por diferentes autores. Esse número contrasta com as setenta e nove analogias identificadas por Silva e Martins (2010) em seis coleções diferentes, no total de doze livros didáticos, considerando o conteúdo referente a física, inclusive exercícios, tópicos, citações, questões de vestibulares, e outros identificados em livros do ensino médio aprovados a partir do PNLEM/2007. Mais se aproxima do encontrado no trabalho realizado por Kalamar e Machado (2014), no qual foram identificadas quarenta e duas analogias referentes ao conteúdo de genética, a partir da análise de oito livros didáticos de biologia, selecionados a partir dos livros aprovados no PNLD/2012; de tal modo que o quantitativo pode ter alguma relação com o tipo do assunto e sua potencialidade para a produção ou não de analogias.

As analogias podem ser consideradas “pontes cognitivas” que fazem a conexão entre um conceito conhecido e um conceito que se deseja construir, mas é preciso analisar sua eficácia na construção dos conceitos, identificando se são bem-sucedidas ou malsucedidas (BROWN; CLEMENT.1989).

Embora úteis na construção de novos conceitos, a partir de conceitos já edificados, Duarte (2005) aponta alguns cuidados ao se usar analogias: a não substituição do análogo pelo alvo, nem por seus detalhes evidentes e apelativos. Os análogos utilizados na analogia têm que ser previamente conhecidos ou não levará a compreensão desta. Ao final da sua utilização, a analogia tem que ser desvinculada do alvo para não ser reconhecida como tal. Apenas os aspectos úteis para aproximar análogo e alvo devem ser considerados pelos estudantes, e os aspectos destoantes devem ser ignorados. A partir das observações de Duarte (2005), foi possível inferir que a analogia não precisa ser perfeita para ser útil e aplicada. A condição *sine qua non* de uma analogia é conhecimento prévio do análogo. Ou seja, não existe analogia ruim, e sim analogias inadequadas.

No nosso levantamento em relação ao tema fisiologia, observamos no uso de analogias, no conteúdo específico de neurofisiologia, seis analogias ao todo. Embora

três autores, Bezerra (2016), Bizzo (2016), Linhares, Gewnadsznajder e Pacca (2016), apresentaram a mesma analogia entre o olho humano e a máquina fotográfica, as outras três analogias não possuíam relações entre si, apenas puderam ser agrupadas de acordo com o conteúdo específico, a neurofisiologia.

Consideramos que a utilização da analogia entre a o olho humano e câmera fotográfica ainda é muito oportuna e pertinente, uma vez que fundamentos da física em relação a refração da luz acontecem da mesma forma, seja o meio biológico ou artificial. Essa analogia pode alcançar um grande público, pois o uso da câmera fotográfica foi difundido e popularizado desde o final do século XIX (SOUSA, 2013). É possível que existam pessoas que conheçam uma câmera fotográfica e desconheçam seus princípios de funcionamento. Entretanto, a mecânica nesse equipamento é muito mais simples e acessível do que a estrutura e funcionamento do olho humano. A óptica envolvida na função das lentes das câmeras digitais continua essencialmente a mesma, diferenciando-se pelo sistema utilizado para captar a imagem, um sensor foto sensível em substituição dos filmes fotográficos das máquinas analógicas.

Mendonça (2016) utilizou uma analogia muito importante para a compreensão geral dos estudos de fisiologia, a homeostasia. Ao comparar a ação do sistema de coordenação e controle a atuação de uma gangorra, objetivava a construção do conceito de equilíbrio dinâmico, ou seja, a variação dos parâmetros em níveis fisiológicos, como o observado na fisiologia do ser humano. Observamos que a construção do conceito alvo, homeostasia, com a utilização do análogo, a gangorra, seria acessível aos estudantes devido a clareza da ilustração utilizada e vulgaridade do alvo.

Por outro lado, Amabis e Martho (2016) propuseram a comparação entre o sistema nervoso e um circuito fechado de captação, transmissão e processamento de dados via cabos. Em relação a essa analogia, é necessário inicialmente fazer o estudante compreender o conceito de circuito fechado. Este poderia se tratar de sistema de monitoramento por câmeras ou um circuito de segurança, composto por câmeras e sensores de natureza variada que monitoram o ambiente. É necessário considerar que os conhecimentos técnicos sobre o funcionamento de tais circuitos não são difundidos na sociedade, embora não seja ignorada sua existência. Neste caso, a menos que haja um cuidado na construção desse conceito preliminar, circuito fechado, a utilização dessa analogia poderia não favorecer a aprendizagem, pois relaciona o análogo desconhecido com o alvo desconhecido.

Do mesmo modo, Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016) utilizaram uma analogia para descrever o funcionamento dos neurônios durante uma sinapse propondo como análogo uma válvula ou um relé, dispositivos mecânicos/eletromecânicos que são utilizados para controle de fluxo de líquidos, no caso das válvulas, e de fluxo de corrente elétrica, no caso dos relés. A utilização desses análogos não facilitaria a compreensão do conceito de sinapse a não ser que os estudantes conhecessem o funcionamento desses equipamentos. Nesse caso seria necessário inicialmente falar de cada um desses componentes, para depois introduzi-los como análogos. Considerando como objetivo central explicar o caráter intermitente das sinapses nervosas, o uso de um interruptor, equipamento utilizado para ligar e desligar lâmpadas em instalações elétricas, seria mais apropriado levando em conta seu uso massivo.

A falta de conhecimento do análogo também foi observada em relação a analogias para o sistema gastrointestinal, da locomoção e cardiovascular.

Amabis e Martho (2016) propuseram uma analogia entre a fisiologia geral do sistema digestório com uma linha de desmontagem. Isto implica em conhecer como as plantas industriais de produção são organizadas para montagem de um produto específico. As linhas de desmontagem funcionam em paralelo ou dentro de plantas destinadas a reutilização de materiais em produtos descartados. Este conhecimento poderia estar restrito a uma pequena parte dos estudantes, fazendo-se necessário a introdução inicial desse conceito para sua posterior utilização por meio da analogia. Já para a fisiologia da locomoção, esses autores utilizaram como análogos das articulações encontradas no corpo humano as articulações mecânicas utilizadas em máquinas e móveis articulados. Mais uma vez, isso requer um conhecimento técnico básico das articulações mecânicas, pois ao contrário inviabilizaria o uso da analogia.

Linhares, Gwnadsznajder e Pacca (2016) utilizaram como analogia para o funcionamento do piloro, músculo que media a passagem do alimento entre o estômago e o duodeno, a válvula como análogo, e como alvo o piloro. Válvula e piloro controlam o fluxo de substâncias, porém o conhecimento sobre a existência e o funcionamento das válvulas pelos estudantes de nível médio pode ser insuficiente para que a analogia ajude na construção desse conhecimento. Então, é necessário a construção do conceito de válvula para poder utilizá-la como um análogo de forma eficaz. Esses autores, além de Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016), Ogo e Godoy (2016) utilizaram o mesmo análogo, uma bomba mecânica de propulsão de

líquidos, tendo como alvo o coração humano. A associação de propulsão de líquido por meio de bombas mecânicas e a fisiologia do coração é muito difundida, de forma que muitos autores já utilizam essa analogia de modo espontâneo. Mas nesse caso, o conceito de bomba necessita estar bem esclarecido e acessível aos alunos, senão a analogia poderá não alcançar seu objetivo.

Contudo, identificamos analogias com grande potencial em virtude do uso de análogos muito conhecidos. Em relação à fisiologia da digestão, Mendonça (2016) utilizou como análogo a eficácia do óleo utilizado na fritura, em razão da área de contato com o alimento a ser frito, tendo como alvo a área de contato entre o alimento ingerido e as enzimas digestivas. Favaretto (2016) utilizou duas analogias distintas, mas acessíveis; uma comparou a anatomia do intestino grosso com a forma da letra “U”, a outra comparou as microvilosidades intestinais a dedos de luva.

Amabis e Martho (2016), Bezerra (2016), Silva Júnior, Sansson e Caldini Júnior (2016), Ogo e Godoy (2016) utilizaram em comum a analogia do grão de feijão com a forma dos rins humanos. Amabis e Martho (2016), utilizaram como análogo uma taça, para o alvo a cápsula de Bowman ou cápsula glomerular do sistema renal.

Ogo e Godoy (2016) são os únicos autores que utilizaram analogia em relação ao sistema respiratório, comparando a cartilagem da traqueia com a forma da letra “C”.

No conteúdo específico fisiologia da locomoção, Bizzo (2016) utilizou como análogo o concreto armado, explicando as funções e características de cada material integrante do sistema. Como alvo utilizou a composição dos ossos humanos, sua resistência e composição. Apesar do conhecimento técnico a respeito da estrutura e funcionamento dos materiais em construção civil ser restrito ao público da área, a formatação da analogia se encarregou de preencher essa lacuna conceitual, em que para o entendimento da analogia se faz necessário apenas o conhecimento prévio das características do concreto armado.

Favaretto (2016) foi o único autor que utilizou duas analogias relacionadas com o sistema endócrino. Em uma analogia foi comparado o tamanho da glândula hipófise ao tamanho do grão de ervilha; na outra analogia, o autor utilizou uma gangorra para comparar as ações antagônicas entre insulina/glucagon no controle da glicemia humana, o mesmo análogo utilizado por Mendonça (2016) para o sistema nervoso.

Amabis e Martho (2016), foi a única obra analisada que utilizou analogias para discutir o sistema imunitário. As analogias identificadas utilizaram como análogo a

estrutura e funcionamento das forças armadas e as patentes dos oficiais e, como alvo, a fisiologia do sistema imune no combate aos patógenos. Consideramos a analogia útil e apropriada, mas não completa. A utilização da analogia bélica para o sistema imunitário, pode induzir a construção de um conceito limitado, considerando-se que o sistema imunitário tem a função de distinguir o que deve compor o organismo e o que não é próprio dele, indo muito além da função apenas de defesa. Nesses termos, os mesmos autores utilizaram uma analogia mais ampla, na qual colocaram como análogo um time de futebol e seus integrantes, e como alvo o sistema imunitário. Nessa analogia está enfatizada a importância da atuação silenciosa do sistema imunológico, reforçando a expansão do conceito de sistema imunitário.

As analogias são recursos didáticos utilizados para explicar conceitos considerados difíceis, como apontam Ferry e Nagem (2008): “sabe-se também que, frequentemente, quando se procura explicar algum conceito ou modelo científico relativamente difícil, os professores de Ciências recorrem ao uso de analogias.” (FERRY; NAGEM, 2008). Os resultados obtidos nessa pesquisa corroboram as colocações supracitadas, já que não foi observada uma sistematização no uso de analogias nas obras analisadas.

Em duas das analogias, entre as trinta e três identificadas, havia um certo grau de similaridade ao utilizar o coração como análogo a uma bomba. Entre as restantes, análogos e alvos foram distintos, embora nos mesmos conteúdos específicos, o que evidenciou o caráter subjetivo e espontâneo no uso de analogias nos livros didáticos de biologia analisados. Os autores se utilizam de analogias apenas quando julgam necessário clarificar um conceito específico em algum trecho do texto, podendo também essa analogia estar disponível apenas para o professor no manual do professor.

Diante desse contexto, e seguindo a proposta desse TCM, elaboramos um guia para docentes com uma proposta de utilização da Metodologia de Ensino com Analogia (MECA). A utilização da MECA possibilita a sistematização e o mapeamento dos atributos encontrados nas analogias, proporcionando uma reflexão sobre os pontos semelhantes e principalmente as diferenças, entre análogo e alvo, proporcionando ao professor um aporte maior de recursos para discussão e desconstrução das analogias após terem cumprido o seu propósito de utilização, auxiliar o estudante na construção de novos termos e conhecimentos, através da facilitação do professor. Todas analogias presentes nos livros didáticos, introduzidas

de forma espontânea, podem ser sistematizadas com a utilização do MECA, assim como outras analogias desenvolvidas pelo próprio professor podem ser formatas utilizando-se o MECA. Através da formatação no MECA das analogias identificadas nos livros didáticos de biologia do ensino médio, espera-se que outros professores possam se utilizar delas de maneira mais efetiva.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As analogias são recursos didáticos utilizados para explicar conceitos considerados difíceis, como apontaram Ferry e Nagem (2008). Entretanto, as analogias foram tratadas nos livros investigados, sem indicação de sistematização de sua utilização. Em três das analogias, entre as trinta e três identificadas, havia um certo grau de similaridade ao utilizar o coração como análogo a uma bomba. Entre as vinte e uma analogias restantes, a única similaridade é a utilização de analogias, com análogos e alvos distintos, nos mesmos conteúdos específicos que reforçam o caráter subjetivo e espontâneo no uso de analogias nos livros didáticos de biologia analisados. Os autores se utilizam de analogias apenas quando julgam necessário clarificar um conceito específico em algum trecho do texto, podendo também essa analogia estar disponível apenas para o professor, no manual do professor. Sendo um recurso valioso para o ensino, as analogias deveriam ser trabalhadas de forma sistemática, através de sua elaboração cuidadosa, direcionada ao público alvo específico, utilizando análogos acessíveis e bem conhecidos por esse público, mapeando-se cuidadosamente o conteúdo ou conceito que deseja-se ensinar, refletindo em quais aspectos a analogia corresponde ao alvo e em quais aspectos ela é falha. Finalmente, após se construir o conceito alvo, desvincula-lo da analogia, fazendo com que o mesmo ganhe um significado independente do análogo com o qual foi comparado inicialmente.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. B. C.; FERREIRA, A. T. B. Programa nacional de livro didático (PNLD): mudanças nos livros de alfabetização e os usos que os professores fazem desse recurso em sala de aula. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 103, p. 250-270, junho 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 13 ago. 2019.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**: manual do professor. V. 2. São Paulo: Moderna, 2016. 352 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BEZERRA, L. M. (ed.). **Biologia, ser protagonista**. Manual do professor. v.2. 3.ed. São Paulo: SM, 2016. 384 p.

BIZZO, N. **Biologia, novas bases**. Coleção integralis. Manual do professor. v. 3. São Paulo: IBEP, 2016. 384 p.

BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol.2. n.3, p. 207-226.1997. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. Analogias e metáforas no ensino de Física: o discurso do professor e o discurso do aluno. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9. 2004, Jaboticatubas. **Anais...** Jaboticatubas: UFMG, 2004.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da educação**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF., 26 junho de 2014. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_19mar2018_-versaofinal.pdf. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRASIL. Resolução MEC Nº 3, de 21 de novembro de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Ministério da Educação, Brasília, DF, 22 nov. 2018b. Seção 1, p. 21.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO**. Brasília: MEC, 2018c. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-aco-es-1921564125/pnld-439702797/12391-pnld_19mar2018_-versaofinal.pdf. Acesso em 13/08/2018.

BROW, D. E. & CLEMENT, J. Overcoming mis conceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. **Instructional Science**, v.18, p. 237-261, 1989.

CARVALHO, J. S. O discurso pedagógico das Diretrizes Curriculares Nacionais: competências crítica e interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa**, v. 31, n. 112, p. 155-165, mar. 2001.

CASÃO, C. D. C. e QUINTEIRO, C. T. Pensando a Sociologia no ensino médio através dos PCNEM e das OCNEM. **Revista Mediações** (UEL), v. 12, p.225-238, 2007.

COSTA, G. E. A. **Correlação entre valor nutritivo e teores de fibra alimentar e amido resistente de dietas contendo grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e lentilha (*Lens culinaris* Med.)**. Dissertação (mestrado) Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2005.

COSTA, J. J. S. A Educação segundo Paulo Freire: uma primeira análise filosófica. *Theoria*. **Revista Eletrônica de Filosofia**. v. 2, n. 18, p.72, 2015.

DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in Science Education. *Science Education*. Wiley, v. 79, n. 3. p. 295-312, jun. 1995.

DELORS, J. C. *et al.* (Orgs). **Educação: um tesouro a descobrir.** Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1999.

DESLAURIERS, Jean-Pierre; KÉRISIT, Michéle. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: DESLAURIERS, J.P; KÉRISIT, M. (Org.) **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos.** 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

DI GIORGI, C. A. G. *et. al.* Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 85, p. 1027-1056, out./dez. 2014.

DUARTE, M. C. **Analogias na educação em Ciências:** contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências.* Porto Alegre: v. 10, n. 1, 2005.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

FABIÃO, L. S.; DUARTE, M. C. **Dificuldades de produção e exploração de analogias:** um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de Ciências. *Revista Electrónica de Enseñaza de las Ciencias.* OEI, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART6_Vol4_N1.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

FAGUNDES, A. I. J. 2008. **LDB – Dez anos em ação.** Disponível em: www.ipae.com.br/ldb/augustafagundes.doc. Acesso em: 12 jan 2019.

FAVARETTO, J. A. **Biologia.** Unidade e diversidade. Manual do professor. vol. 2. São Paulo: FTD, 2016, 384p.

FERRY, A. S. NAGEM, R. L. Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s.l.], Vol.3, n.1, p. 7-21, 2008.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no ensino médio. **Revista da ABRAPEC**, [s.l.], Vol.1, n.3, p. 124-135, 2001.

FERRAZ, D. F.& TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de Biologia e o uso sistematizado de analogias: Que Relação? **Ciência & Educação**, Bauru. v. 9, n.2, p.213-227, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

GANDINI, R. P. C; RISCAL, S. A. A política educacional de avaliação de resultados: Problemas concretos e soluções aparentes. **Simpósio Anpae**, Vitória: 2009.

Disponível em:

<http://www.anpae.org.br/simposio26/1comunicacoes/AnaMariaStabelini-ComunicacaoOral-int.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019.

GASPARIN, J. L; PETENUCCI, M. C. **Pedagogia Histórico-Crítica: da teoria à prática no contexto escolar**.2008. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2289-8.pdf>. Acesso em: 10 ago 2019.

GENTNER *et al.* Metaphor Is Like Analogy. In GENTNER, D., HOLYOAK, K.J. & KOKINOV, B.N. (Eds.). **The analogical mind: Perspectives from cognitive science** (p.199-253). Cambridge MA, MIT Press, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos Fundamentais. **Revista de Administração de Empresa**. São Paulo, v.35, n.3, p.20-29, 1995.

JUSTINA, L. A. D. **Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço coletivo de formação inicial de professores e pesquisadores de biologia**. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação para Ciência. Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2011.

KAC, M. Some mathematical models in science. **Science**. Palo Alto: High Wire, v. 166, n, 3906, p. 659-697, 1969.

KALAMAR, L. MACHADO, C. J. Levantamento e Classificação das analogias presentes em livros didáticos de biologia do ensino médio, com enfoque no tema genética. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.7. n.3, p. 30-49, dez. 2014

LARA, M. S. **Elaboração de significados com analogias em atividades na sala de aula de química**. Dissertação (mestrado) Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. Curitiba. 2014.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1992a.

LIBÂNEO, J. C. **Tendências pedagógicas na Prática Escolar**. São Paulo: Loyola, 1992b. 37p.

LIBÂNEO, J. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 9 ed. São Paulo, Cortez, 2007.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. PACCA, H. **Biologia hoje: os seres vivos**. Manual do professor. vol. 2. 3.ed. São Paulo: Ática, 2017, 384p.

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. Manual do professor. v. 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017, 383 p.

MENDONÇA, Vivian L. **Biologia**. Manual do professor. v. 3. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016, 384 p.

GADOTTI, M. **Concepção dialética da educação**: um estudo introdutório. São Paulo: Editora Cortez, 1995, 175p.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa** = Concept maps and meaningful learning. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 20 ago 2018.

MÓL, G. S. **O uso de analogias no ensino de química**. 1999. 254 F. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação: Instituto de Química. Universidade de Brasília, Brasília. 1999.

NAGEM, R.L.; FIGUEROA, A.M.S.; SILVA, C.M.G., CARVALHO, E.M. - **Analogias e metáforas no cotidiano do professor**. CEFET- MG, Belo Horizonte, 2003.

NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. O; DIAS, J. A. Y. T. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197-213, 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/html/374/37414109>. Acesso em: 17 fev. 2019.

NARDI, R. ALMEIDA, M. J. P. M. **Analogias, Leituras e Modelos no Ensino da Ciência: a sala de aula em estudo**. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda. 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2019.

OGO, M.; GODOY, L. **Contato Biologia**. v 2. São Paulo: Quinteto, 2016, 368 p.

ORLANDO, T. C. *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 1-17, fev. 2009. ISSN 2318-8790. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/33>. Acesso em: 25 set. 2017.

OLIVEIRA, R. P. ADRIÃO, T. **Organização do ensino no Brasil: níveis e modalidades na Constituição Federal e na LDB**. [S.l: s.n.], 2007.

Oliveira H. R. **Argumentação no Ensino de Ciências: o uso de Analogias como Recurso para a Construção do Conhecimento**. 2012. 131F. Dissertação (mestrado) Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2012.

RIGOLON, R. G. As analogias quantitativas e a nova classificação pela natureza da relação analógica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindoia, 2013. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 10-14 nov. 2013.

RIOS, J. L. P. Modelos matemáticos em Hidráulica e no meio ambiente. In: Simpósio luso-brasileiro sobre simulação e modelação em Hidráulica. **Anais...** Lisboa: APRH-LNEC, 1986.

SILVA JÚNIOR, C. SASSON, C. CALDINI JÚNIOR, N. **Biologia**. v. 2. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2016, 289 p.

SELLES, S. E. & FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. & AMORIM, A. C. (Org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: Eduff, 2005. p. 50-6.

THOMPSON, M. RIOS, E. P. **Conexões com a biologia**. Manual do professor. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016, 384 p.

VANZELA, E. C.; BALBO, S. L.; DELLA JUSTINA, L. A. A integração dos sistemas fisiológicos e sua compreensão por alunos do nível médio. **ArqMudi**, v.11, n.3, p.9-12, 2007.

Anexos

ANALOGIAS PARA O TEMA FISILOGIA

Um Guia para seu Uso Sistemático como Estratégia Didática

APRESENTAÇÃO

A construção desse guia teve origem no projeto de pesquisa sobre a utilização de analogias em livros didáticos de biologia, para o ensino médio, que tratassem do tema anatomia e fisiologia humana. Outra consideração realizada para a pesquisa foi que os livros tenham sido distribuídos para as escolas públicas estaduais por meio do PNLD/2018. A partir da análise das analogias identificadas e a observação da forma como estão apresentadas nos livros didáticos, esses dados foram confrontados com a literatura especializada no uso de analogias e foi diagnosticado que havia a necessidade de sistematizar as analogias, potencializando a sua função de facilitar a compreensão de conceitos complexos ou distantes da realidade dos estudantes, além de propor algumas analogias relacionadas ao conteúdo de anatomia e fisiologia humana, para o ensino médio.

O QUE SÃO ANALOGIAS?

As analogias podem ser descritas, de forma simplificada, como recursos linguísticos que atuam no campo cognitivo, com a função de comparar um domínio conhecido, o análogo, com um domínio desconhecido, o alvo.

PARA QUE SERVEM AS ANALOGIAS?

As analogias podem ser utilizadas com vários propósitos:

- Introduzir um conceito ou tema desconhecido. As analogias utilizadas dessa forma servem como âncoras cognitivas para a construção de novos conceitos;
- Aprimorar um conceito já estabelecido. Nesse caso, as analogias precisam ser direcionadas para implementação do conceito alvo;
- Obter *feedback* dos conceitos consolidados. As analogias criadas pelos estudantes demonstram a sua compreensão a respeito do alvo.

COMO UTILIZAR AS ANALOGIAS PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS?

Este guia fornece as analogias identificadas de forma sistematizada, a partir da Metodologia de Ensino com Analogias (MECA) para sua utilização pelo professor, de acordo com o seu plano de aula. As analogias estão organizadas de forma crescente, em conformidade com as páginas dos livros pesquisados.

A seguir, serão destacadas as analogias dos livros didáticos sistematizadas a partir da MECA, excluindo-se os Livro 6 e o Livro 10, nos quais não foram identificadas nenhuma analogia, além das analogias de autoria própria postas ao final.

LIVRO 1

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia Moderna**. Manual do Professor v.2. São Paulo: Moderna, 2016, 352 p.

Analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Linha de desmontagem.
5. Alvo: Digestão dos alimentos.
6. Descrição da analogia:

"O sistema digestório é comparável a uma linha de 'desmontagem' dos alimentos, que extrai deles seus diversos nutrientes." (AMABIS; MARTHO, 2016, p.202).

7. Semelhanças e diferenças:

Digestão dos alimentos	Linha de desmontagem
Sofrem desagregação	Sofrem desagregação
São submetidos a ação mecânica e química	São submetidos a ação mecânica
Processo biológico	Atividade laboral
Seleção de substâncias de interesse	Seleção de materiais de interesse
Processados por etapas	Processado por etapas

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte o estudante tenha construído conhecimentos em química relacionados a interação de moléculas, reações químicas e compostos químicos orgânicos. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem do sistema digestório como responsável pela assimilação de moléculas passíveis a reações químicas, capazes de serem recombinaadas dependendo da necessidade do organismo, a partir da utilização de sua maquinaria metabólica.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema digestório utilizando como alvo a separação das substâncias orgânicas no trato gastrointestinal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema imunitário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Função das forças armadas para um país.
5. Alvo: Fisiologia do sistema imunitário.
6. Descrição da analogia:

Felizmente, contamos com um eficaz sistema de defesa interno, comparável a um exército organizado e bem aparelhado: trata-se do sistema imunitário (do latim *immunis*, livre, isento — significando, neste caso, livre de doenças) (AMABIS; MARTHO, 2016, p.219).

7. Semelhanças e diferenças:

Sistema imunitário	Forças armadas
Defendem o organismo	Defendem o país.
Diferencia próprio/não próprio	Diferencia próprio/não próprio
Processo biológico	Atividade laboral
Falhas geram distúrbios fisiológicos	Falhas geram perda de soberania nacional
As interações com microrganismos podem ser harmônicas	Toda invasão não própria é retaliada ostensivamente

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema imunitário é tratado no segundo ou terceiro ano de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a interação entre células de defesa e patógenos, e substâncias não patogênicas capazes de provocar reações alérgicas, bem como conhecimento a respeito dos níveis hierárquicos que regem as patentes nas forças armadas. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da função dos linfócitos na defesa do organismo, através do reconhecimento e inativação de patógenos.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema imunitário. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia III

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema imunitário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Função dos soldados nas forças armadas de um país.
5. Alvo: Função dos linfócitos no sistema imunitário humano.
6. Descrição da analogia:

"Os principais 'soldados' do sistema imunitário são os linfócitos, especializados em determinadas funções relacionadas à defesa do organismo." (AMABIS; MARTHO, 2016, p.220).

7. Semelhanças e diferenças:

Linfócitos do sistema imunitário	Soldados das forças armadas
Defendem o organismo	Defendem o país.
Diferencia próprio/não próprio	Diferencia próprio/não próprio
Células vivas	Função nas forças armadas
Falhas geram distúrbios fisiológicos	Falhas geram prejuízo a nação
Especializados	Não especializados

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema imunitário é tratado no segundo ou terceiro ano de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a interação entre células de defesa e patógenos, e substâncias não patogênicas capazes de provocar reações alérgicas, bem como conhecimento a respeito dos níveis hierárquicos que regem as patentes nas forças armadas. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da função dos linfócitos na defesa do organismo, através do reconhecimento e inativação de patógenos.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a função dos linfócitos no sistema imunitário humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia IV

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema imunitário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Função dos comandantes nas forças armadas de um país.
5. Alvo: Fisiologia dos linfócitos T auxiliares no sistema imunitário humano.
6. Descrição da analogia:

Os linfócitos T auxiliares, ou linfócitos CD4, são os comandantes do sistema imunitário eles recebem informações dos macrófagos sobre a presença de invasores do corpo e estimular imediatamente os linfócitos B e os linfócitos T citotóxicos a combatê-los (AMABIS; MARTHO, 2016, p.220).

7. Semelhanças e diferenças:

Linfócitos T do sistema imunitário	Comandantes das forças armadas
Defendem o organismo	Defendem o país
Diferencia próprio/não próprio	Diferencia próprio/não próprio
Células vivas	Função nas forças armadas
Não existe hierarquia entre células	Seguem uma hierarquia rígida nas forças armadas
Tem função específica no sistema imunitário	Tem função específica nas forças armadas

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema imunitário é tratado no segundo ou terceiro ano de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a interação entre células, receptores celulares e a produção de substâncias sinalizadoras a partir das células, bem como conhecimento a respeito dos níveis hierárquicos que regem as patentes nas forças armadas. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem do linfócito T auxiliares, como responsável pela mobilização do sistema imunitário contra patógenos.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a função dos linfócitos T auxiliares. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia V

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema urinário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Forma do grão de feijão.

5. Alvo: Forma anatômica dos rins.

6. Descrição da analogia:

"Os rins humanos são dois órgãos de cor marrom-avermelhada, com forma de grão de feijão e cerca de 10 cm de comprimento." (AMABIS; MARTHO, 2016, p.225).

7. Semelhanças e diferenças:

Anatomia do rim	Forma do grão de feijão
Face interna côncava e face externa convexa.	Face interna côncava e face externa convexa.
Órgão do corpo humano	Semente de uma leguminosa
Função excreção	Função reprodutiva
Animal	Vegetal
Possui cerca de 10 cm de comprimento	Possui cerca de 8 mm de comprimento

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema urinário é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a anatomia dos órgãos internos e sua localização no corpo humano. O conhecimento a respeito do formato do grão de feijão é necessário para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia do sistema urinário em relação a forma dos rins.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma dos rins. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia VI

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema urinário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Forma de uma taça.
5. Alvo: Forma anatômica da cápsula renal.

6. Descrição da analogia:

“O néfron é uma longa estrutura tubular, com uma das extremidades em forma de taça, formando a cápsula renal.” (AMABIS; MARTHO, 2016, p.225).

7. Semelhanças e diferenças:

Cápsula renal	Forma de uma taça
Estrutura biológica	Material sintético
Estrutura presente no rim humano	Utensílio doméstico
Função excreção	Função como recipiente de bebidas
Forma de hemisfério	Forma de hemisfério

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema urinário é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a integração entre os sistemas, por meio do tecido conjuntivo sanguíneo, e as propriedades de dissolução e transporte de substâncias químicas no sangue no corpo humano, bem como tenha construído o conhecimento a respeito de figuras geométricas. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia da cápsula renal.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma da cápsula renal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia VII

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema urinário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Atribuição a setor de controle de qualidade de uma empresa.
5. Alvo: Fisiologia dos rins no corpo humano.
6. Descrição da analogia:

“Os rins exercem rigoroso 'controle de qualidade' sobre o sangue, mantendo em diferentes substâncias em quantidades consideradas normais.” (AMABIS; MARTHO, 2016, p.228).

7. Semelhanças e diferenças:

Função dos rins	Setor de controle de qualidade
Estrutura biológica	Setor de uma empresa
Separação seletiva de substâncias dissolvidas no sangue	Separação seletiva dentro de um processo seguindo as diretrizes de qualidade
Função excreção	Função controle de qualidade de produtos
Órgão do corpo humano	Função laboral

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema urinário é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em relação ao transporte passivo e o transporte ativo por meio das membranas citoplasmática, o conceito de osmose e separação química de substâncias por diferença de tamanho molecular, bem como tenha conhecimento das funções nos setores de uma empresa. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem sobre a fisiologia renal.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a função renal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia VIII

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema nervoso.
3. Público: Estudantes de ensino médio.

4. Veículo: Funcionamento de uma rede, com fios, em um sistema de transmissão de dados obtidos através de sensores.
5. Alvo: Fisiologia do sistema nervoso.
6. Descrição da analogia:

Há quem compare o sistema nervoso a uma rede de comunicação, em que sinais captados por sensores (os sentidos) são transmitidos para uma 'estação central' na forma de pulsos elétricos, estes viajam com rapidez por cabos transmissores, as fibras nervosas. (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 234).

7. Semelhanças e diferenças:

Sistema nervoso	Rede de dados com fios
Estrutura biológica	Planta de dados
Transporte de impulsos nervosos	Transporte de dados
Sistema complexo	Sistema simples
Órgão do corpo humano	Sistema eletrônico

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema nervoso é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em relação a fisiologia do neurônio, sua capacidade de realizar sinapse e transmitir o impulso nervoso, assim como o estudante deve possuir um conhecimento prévio sobre redes de dados com fios. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia do sistema nervoso.

- 9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema nervoso. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia IX

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Fisiologia geral do corpo humano.

3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: A distribuição de funções e responsabilidades entre os integrantes de um time.
5. Alvo: Fisiologia do sistema cardiovascular, do sistema nervoso e o sistema imunitário.
6. Descrição da analogia:

É claro que em todo time há ‘estrelas’, como o sistema cardiovascular e o sistema nervoso; além de famosos, eles têm que ‘mostrar serviço’ o tempo todo ou podem causar grandes prejuízos ao organismo. Outros sistemas fazem seu trabalho mais discretamente como o sistema imunitário, responsável pelas defesas do corpo. Esse sistema mostra toda a sua importância em momentos de crise. (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 256).

7. Semelhanças e diferenças:

Fisiologia geral	Time desportivo
Estrutura biológica	Conjunto de pessoas
Fisiologia do corpo humano	Funções em um time
Processos relacionados	Trabalho em equipe
Sistema complexo	Organização corporativa
Funções integradas de forma invariável	Funções integradas por determinação

8. Reflexões:

O assunto fisiologia geral do corpo humano é tratado na segunda ou terceira série de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em relação aos níveis de organização do corpo humano e sua integração, bem como o protagonismo de desportistas que merecem destaque por suas performances. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia geral do corpo humano

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia geral do corpo humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia X

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Revestimento, suporte e movimento do corpo humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento das dobradiças mecânicas.
5. Alvo: Fisiologia das diferentes articulações no corpo humano.
6. Descrição da analogia:

As articulações ósseas móveis podem ser de vários tipos. Nos ombros, por exemplo, elas são do tipo ‘bola e soquete’ e possibilitam movimentos giratórios dos braços. Nos joelhos e cotovelos são do tipo ‘dobradiça’, possibilitando movimentos de flexão em um único plano (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 256).

7. Semelhanças e diferenças:

Articulações do corpo humano	Articulações mecânicas
Estrutura biológica	Estrutura sintética
Movimento determinado pela forma	Movimento determinado pela forma
Vários tipos	Vários tipos
Fixas ou móveis	Móveis

8. Reflexões:

O assunto fisiologia geral do corpo humano é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em relação aos tecidos musculares estriados esqueléticos, tecido conjuntivo e conheçam o dispositivo mecânico utilizado na articulação de estruturas mecânicas móveis. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia da locomoção.

- 9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia da locomoção do corpo humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

LIVRO 2

BEZERRA, Lia Monghuilhott (ed.). **Biologia, ser protagonista.** Manual do professor. v.2. 3.ed. São Paulo: SM, 2016, 384 p.

Analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Atuação do detergente sobre o óleo de cozinha.
5. Alvo: Efeito emulsificante da bile sobre grandes porções de gordura.
6. Descrição da analogia:

“Atividade prática:

1. Qual analogia pode ser feita entre o experimento e a ação da bile sobre as gorduras presentes no bolo alimentar?" (BEZERRA, 2016, p.233).

7. Semelhanças e diferenças:

Bile	Detergente
Efeito emulsificante	Efeito emulsificante
Substância orgânica	Substância sintética
Sintetizada pela vesícula biliar	Sintetizada por reações químicas
Participa de processo biológico	Utilizado para limpeza
Facilita o processo de digestão dos lipídios	Facilita a remoção dos lipídios

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em química relacionados a interação de moléculas, reações químicas e compostos químicos orgânicos. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem do sistema digestório como responsável pela assimilação de moléculas passíveis a reações químicas, capazes de serem recombinadas dependendo da necessidade do organismo, a partir da utilização de sua maquinaria metabólica.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema digestório utilizando como alvo a separação das substâncias orgânicas no trato gastrointestinal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do Conhecimento: Biologia.

2. Assunto: Sistema urinário humano.

3. Público: Estudantes de ensino médio.

4. Veículo: Forma do grão de feijão e tamanho do punho fechado.

5. Alvo: Forma anatômica dos rins.

6. Descrição da analogia:

“O rim é um órgão com formato de feijão, do tamanho aproximado de um punho fechado e de cor avermelhada.” (BEZERRA, 2016, p.252).

7. Semelhanças e diferenças:

Anatomia do rim	Forma do grão de feijão
Face interna côncava e face externa convexa.	Face interna côncava e face externa convexa.
Órgão do corpo humano	Semente de uma leguminosa
Função excreção	Função reprodutiva
Animal	Vegetal
Possui cerca de 10 cm de comprimento	Possui cerca de 8 mm de comprimento

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema urinário é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a anatomia dos órgãos internos e sua localização no corpo humano. O conhecimento a respeito do formato do grão de feijão é necessário para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia do sistema urinário em relação a forma dos rins.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma dos rins. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia III

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Órgãos dos sentidos humanos.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Princípios físicos de refração em lentes angulares, a lente objetiva, inversão da imagem formada no filme ou sensor, focalização do objeto com a movimentação da lente objetiva, projeção da imagem no filme ou sensor.
5. Alvo: Fisiologia das estruturas encontradas no olho humano - pupila, lente, córnea, humor vítreo, humor aquoso e retina.
6. Descrição da analogia:

O olho humano funciona como uma câmara fotográfica. A pupila permite a entrada de luz, assim como o diafragma; já a córnea, a lente e os humores agem como lente focando a luz na retina de modo análogo a lente objetiva das câmaras, que foca a luz em um sensor. Quando a luz atravessa a córnea, a lente e os humores de nosso olho, ela sofre refração, isto é, muda de direção, convergindo para um ponto focal entre a lente e a retina. A imagem se forma na superfície da retina, atrás do ponto focal, nítida mais invertida. O mesmo ocorre no sensor das câmaras fotográficas (BEZERRA, 2016, p.266).

7. Semelhanças e diferenças:

Olho humano	Câmera fotográfica
Estrutura biológica	Artefato mecânico
Órgão do corpo humano	Objeto sintético
Possui propriedades ópticas	Possui propriedades ópticas
Possui um sistema de lentes	Possui um sistema de lentes
Formação da imagem na retina	Formação da imagem no sensor digital

8. Reflexões:

O assunto fisiologia dos órgãos do sentido é tratado na segunda ou terceira série de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em física relacionados as propriedades de refração e absorção da luz. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia do olho humano relacionada com os fenômenos físicos de absorção e refração da luz.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma dos rins. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

LIVRO 3

BIZZO, Nélio. **Biologia, novas bases**. Coleção integralis. Manual do professor. v. 3. São Paulo: IBEP, 2016, 384 p.

Analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema locomotor humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Características físicas do concreto armado.
5. Alvo: Características físicas dos ossos.
6. Descrição da analogia:

No estudo dos ossos, vimos que eles são formados por uma matriz viva e rígida, fortalecida pelo depósito de fosfato e sais de cálcio. A matriz orgânica é formada por fibras colágenas, que conferem ao osso uma grande resistência elástica, e os sais de cálcio proporcionam grande resistência à compressão. Essa combinação forma uma estrutura de sustentação que possui as mesmas propriedades do concreto armado. (BIZZO, 2016, p. 48).

7. Semelhanças e diferenças:

Ossos humanos	Concreto armado
Estrutura biológica	Estrutura utilizada para edificações
Tecido conjuntivo ósseo	Composto por aço e cimento
Suporta cargas compressivas	Suporta cargas compressivas
Estrutura formada por células vivas	Estrutura formadas por elementos químicos inorgânicos
Sustentação do organismo	Sustentação das edificações

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do movimento é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a histologia dos ossos e músculos estriados esqueléticos do corpo humano, o que é necessário para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia da locomoção, direcionada para as características físicas da resistência dos materiais.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever as características físicas dos materiais que compõem os ossos do corpo humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Órgãos dos sentidos humanos.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Princípios físicos de refração em lentes angulares.
5. Alvo: Fisiologia das estruturas encontradas no olho humano - pupila, lente, córnea, humor vítreo, humor aquoso.
6. Descrição da analogia:

"A exemplo do que ocorre em uma câmera fotográfica, a imagem que se forma na retina está de ponta cabeça em relação ao objeto visualizado." (BIZZO, 2016, p. 64)

7. Semelhanças e diferenças:

Olho humano	Câmera fotográfica
Estrutura biológica	Artefato mecânico
Órgão do corpo humano	Objeto sintético
Possui propriedades ópticas	Possui propriedades ópticas
Possui um sistema de lentes	Possui um sistema de lentes
Formação da imagem na retina	Formação da imagem no sensor digital

8. Reflexões:

O assunto fisiologia dos órgãos do sentido é tratado no segundo ou terceiro ano de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a princípios físicos de refração da luz. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia do olho humano relacionada com os fenômenos físicos de refração da luz.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma dos rins. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

LIVRO 4

FAVARETTO, José Arnaldo. **Biologia**. Unidade e diversidade. Manual do professor. v. 2. São Paulo: FTD, 2016, 384p.

Analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Forma da letra "U".
5. Alvo: Anatomia do intestino grosso humano.

6. Descrição da analogia:

" O intestino grosso, com formato de "U" invertido, é um tubo de 6 cm de diâmetro e 1,5m de comprimento." (FAVARETTO, 2016, p. 144).

7. Semelhanças e diferenças:

Anatomia do intestino grosso	Forma da letra "U"
Órgão do corpo humano	Letra do alfabeto latino
Reabsorção de água do bolo fecal	Parte de um sistema de comunicação iconográfica
Processo biológico	Parte no processo de comunicação
Disposição anatômica do órgão no abdômen humano	Forma da letra "U"

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado no segundo ou terceiro ano de ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em sobre as formas das letras que compõem o alfabeto latino. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia do intestino grosso e sua disposição na cavidade abdominal.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a anatomia do intestino grosso. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Dedos de luva.
5. Alvo: Microvilosidades intestinais.
6. Descrição da analogia:

Cada uma das células epiteliais que forma a vilosidade apresenta microvilosidades formadas por dobras da membrana plasmática, semelhantes a dedos de luva (figura 3b) (FAVARETTO, 2016, p. 146).

7. Semelhanças e diferenças

Microvilosidades intestinais	Dedos de luva
Forma alongada das microvilosidades	Formas alongadas dos dedos de luva
Material biológico	Material sintético
Função de aumentar a área de absorção	Função de proteger o epitélio, impedindo a absorção
Estruturas pequenas	Estruturas desproporcionalmente maiores
Cor peculiar	Cores diversas

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente à histologia, consiga distinguir os diversos tipos de tecidos encontrados no corpo humano, e conheça as propriedades dos tecidos epiteliais. Outro ponto chave é construir o conceito de microvilosidade relacionada a modificações na membrana celular, ao mesmo tempo relacionar as vilosidades ao tecido epitelial.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a anatomia das microvilosidades. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia III

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema endócrino humano.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Função de um mensageiro.

5. Alvo: Fisiologia dos hormônios no corpo humano.

6. Descrição da analogia:

“Esses mensageiros químicos são conhecidos como hormônios.” (FAVARETTO, 2016, p. 182)

7. Semelhanças e diferenças

Hormônios	Mensageiros
Substâncias orgânicas produzidas pelo corpo humano	Atividade laboral para os seres humanos
Atuam em tecidos específicos	Transmitem mensagens direcionadas
Sistema de sinalização interna ao corpo humano	Escopo de atuação indeterminado
Precisam de um meio material para serem transportados	Precisam de um meio material para serem transportados

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio, é esperado que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente as atividades laborais, relacionadas com as necessidades de comunicação entre as pessoas.

9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia dos hormônios no corpo humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia IV

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema endócrino humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Tamanho de um grão de ervilha.
5. Alvo: Anatomia da glândula hipófise humana.
6. Descrição da analogia:

Ligada por uma haste ao hipotálamo, a hipófise fica protegida em uma cavidade do osso esfenóide (um osso do crânio) chamada sela turca. Nos seres humanos, tem o tamanho aproximado de um grão de ervilha e divide-se em adeno-hipófise (ou lobo anterior) e neuro-hipófise (ou lobo posterior) (FAVARETTO, 2016, p. 183).

7. Semelhanças e diferenças

Anatomia da hipófise	Forma do grão de ervilha
Forma esférica	Forma esférica
Glândula do corpo humano	Semente de uma leguminosa
Função endócrina	Função reprodutiva
Animal	Vegetal

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento sobre a forma do grão de ervilha, para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem sobre as dimensões da hipófise.

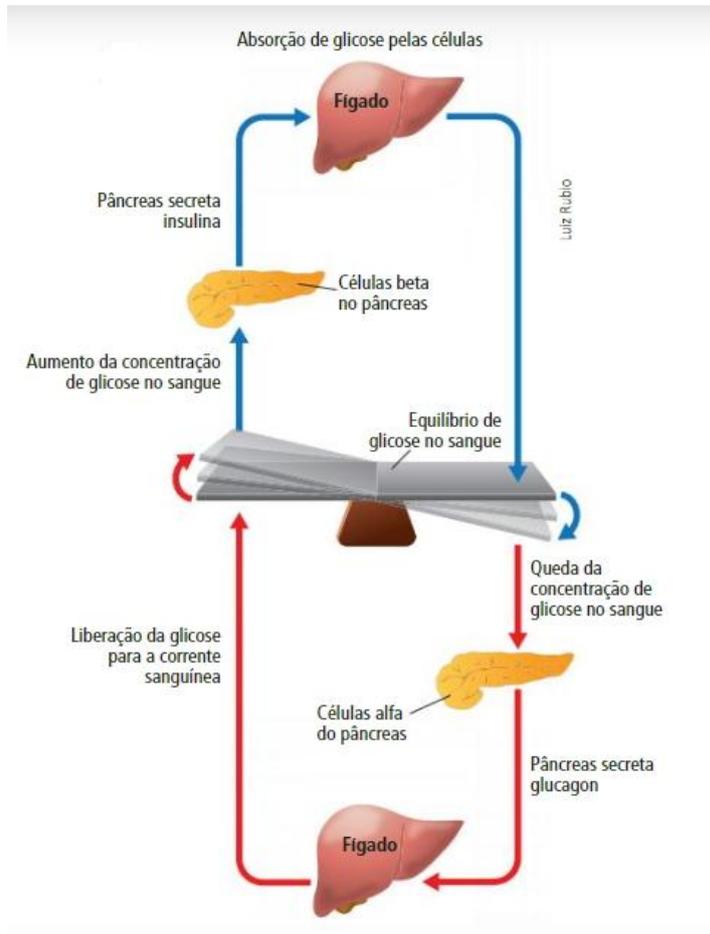
9 Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever as dimensões da hipófise. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia V

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema endócrino humano.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento de uma gangorra.
5. Alvo: Fisiologia do controle da glicemia do sangue humano.
6. Descrição da analogia:

Figura 2: Analogia da regulação da glicemia no sangue humano.



Fonte: Favaretto (2016, p. 186)

7. Semelhanças e diferenças

Controle da glicemia no sangue humano	Gangorra
Processo biológico	Equilíbrio dinâmico de forças
Controle por glândulas	Controle por peso
Função endócrina	Fenômeno físico
Ação antagônica dos hormônios	Ação antagônica das forças

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema endócrino é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento sobre estudo das forças e da física, para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem sobre forças antagônicas que modulam um equilíbrio dinâmico.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever o controle da glicemia no sangue humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

LIVRO 5

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje: os seres vivos**. Manual do professor. v. 2. 3.ed. São Paulo: Ática, 2017, 384p.

Analogia I

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento de uma válvula mecânica.
5. Alvo: Fisiologia do piloro.
6. Descrição da analogia:

“Entre o estômago e o início do intestino delgado há um músculo que funciona como uma válvula, o piloro. Essa válvula controla a passagem do alimento para o intestino.” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016, p. 224).

7. Semelhanças e diferenças

Piloro	Válvula mecânica
Músculo presente na porção final do estômago	Artefato mecânico
Material biológico	Material sintético
Controle de fluxo entre estômago e intestino	Controle de fluxo
Comandada pelo sistema nervoso autônomo	Comando manual ou automação programada

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de músculos encontrados no corpo humano, e conheça as propriedades dos músculos lisos. A analogia só será válida se o estudante conhecer o funcionamento de uma válvula mecânica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do piloro. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema cardiovascular humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento de uma bomba mecânica.
5. Alvo: Fisiologia do coração.
6. Descrição da analogia:

“O funcionamento do coração é semelhante ao de uma bomba, que se contrai e se relaxa ritmicamente.” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016, p. 240).

7. Semelhanças e diferenças

Coração	Bomba
Órgão do sistema cardiovascular	Artefato mecânico
Material biológico	Material sintético
Propulsão do sangue	Propulsão de fluidos
Vários pontos de controle	Comando manual ou automação programada
Utiliza energia química	Utiliza energia elétrica ou mecânica

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de músculos encontrados no corpo humano, e conheça as propriedades dos estriados esqueléticos cardíacos. A analogia só será válida se o estudante conhecer o funcionamento de uma bomba mecânica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do coração. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia III

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Órgãos dos sentidos humanos.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Princípios físicos de refração em lentes angulares, a lente objetiva, inversão da imagem formada no filme ou sensor, focalização do objeto com a movimentação da lente objetiva, projeção da imagem no filme ou sensor.
5. Alvo: Fisiologia das estruturas encontradas no olho humano - pupila, lente, córnea, humor vítreo, humor aquoso e retina.
6. Descrição da analogia:
“É comum comparar o olho humano a uma máquina fotográfica, com suas lentes, diafragma e filme ou sensores eletrônicos (nas máquinas digitais). ” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016, p. 276).

7. Semelhanças e diferenças:

Olho humano	Câmera fotográfica
Estrutura biológica	Artefato mecânico
Órgão do corpo humano	Objeto sintético
Possui propriedades ópticas	Possui propriedades ópticas
Possui um sistema de lentes	Possui um sistema de lentes
Formação da imagem na retina	Formação da imagem no filme/sensor digital

8. Reflexões:

O assunto fisiologia dos órgãos do sentido é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em física relacionados as propriedades de refração e absorção da luz. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia do olho humano, relacionada com os fenômenos físicos de absorção e refração da luz.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do olho humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

LIVRO 7

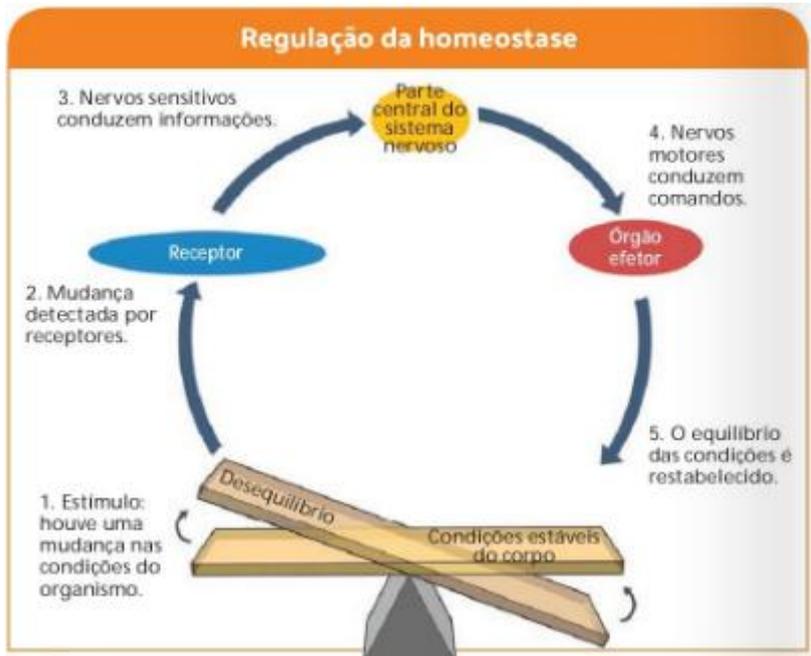
MENDONÇA, Vivian L. **Biologia**. Manual do professor. v. 3. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016, 384 p.

Analogia I

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema nervoso.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento de uma gangorra.

5. Alvo: Fisiologia do sistema nervoso central na homeostasia do corpo humano.
6. Descrição da analogia:

Figura 3: Analogia na regulação da homeostase.



Fonte: Mendonça (2016, p. 38).

7. Semelhanças e diferenças

Homeostase	Gangorra
Processo biológico	Ação física das forças
Controle via sistema nervoso	Controle por peso
Fisiologia dos neurônios	Fenômeno físico
Estímulo/resposta	Mudança de estado por ação inespecífica
Mantém o equilíbrio dinâmico da fisiologia do organismo	Movimento condicionado a variações das forças antagônicas

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema endócrino é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento sobre estudo das forças e da física, para tornar a analogia útil. A

validade da analogia estará condicionada a uma abordagem sobre forças antagônicas que modulam um equilíbrio dinâmico.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a manutenção da homeostasia no corpo humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Ação no óleo quente na fritura de um alimento.
5. Alvo: Atuação das enzimas digestivas no bolo alimentar.
6. Descrição da analogia:

Imagine um cozinheiro que precisa fritar bolinhos no óleo quente, se os bolinhos forem grandes, a porção interior da massa permanecerá crua após a fritura. Fazendo bolinhos menores, com a mesma quantidade de massa, a superfície total de contato do óleo com a massa será maior e os bolinhos ficarão fritos de maneira mais uniforme por dentro e por fora. Comparando o óleo para fritar bolinhos com as enzimas digestivas, podemos fazer uma analogia com o processo de mastigação, que os dentes e a língua dividem os alimentos em pedaços menores e os trituram, transformando-os em um bolo alimentar. Assim a superfície de contato do alimento com as enzimas fica aumentada, facilitando a digestão (MENDONÇA, 2016, p. 59).

7. Semelhanças e diferenças:

Enzimas digestivas	Óleo quente
Digerem o bolo alimentar	Frita os alimentos
Substância orgânica	Substância sintética
Atua na superfície de contato	Atua na superfície de contato
Participa de processo biológico	Utilizado no processo de cocção

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em química relacionados a interação de moléculas, reações químicas e compostos químicos orgânicos. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem do sistema digestório como responsável a digestão de moléculas passíveis a reações químicas, capazes de serem recombinadas, dependendo da necessidade do organismo a partir da utilização de sua maquinaria metabólica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema digestório, utilizando como alvo a separação das substâncias orgânicas no trato gastrointestinal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

LIVRO 8

OGO, Marcela; GODOY, Leandro. **Contato Biologia**. v 2. São Paulo: Quinteto, 2016, 368 p.

Analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Fisiologia geral do corpo humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento de máquina complexa.
5. Alvo: Fisiologia geral do corpo humano.
6. Descrição da analogia:

Muitas pessoas comparam o corpo humano a uma máquina complexa. Isso ocorre porque cada célula, tecido e sistemas do corpo humano estão integrados entre si, permitindo que ele funcione adequadamente (OGO; GODOY, 2016, p.227).

7. Semelhanças e diferenças:

Fisiologia geral	Máquina complexa
Estrutura biológica	Artefato mecânico/eletrônico
Fisiologia do corpo humano	Funções de uma máquina
Processos interdependentes	Integração de funções
Sistema complexo	Tem como base vários princípios físicos
Limites não estabelecidos	Funções limitadas

8. Reflexões:

O assunto fisiologia geral do corpo humano é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em relação aos níveis de organização do corpo humano e sua integração, bem como o conceito de máquinas simples e máquinas complexas. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da fisiologia geral do corpo humano.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia geral do corpo humano. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Fisiologia da respiração humana.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Forma da letra "C".
5. Alvo: Anatomia do sistema respiratório.
6. Descrição da analogia:

A laringe é um tubo cartilaginoso que une faringe e traqueia. Esta é um tubo oco cujas paredes possuem anéis incompletos de cartilagem em forma de letra 'C', que a mantém aberta, impedindo que ela se comprima e permitindo a passagem de ar (OGO; GODOY, 2016, p.234).

7. Semelhanças e diferenças:

Anatomia da traqueia	Forma da letra “C”
Órgão do corpo humano	Letra do alfabeto latino
Estrutura a traqueia	Parte de um sistema de comunicação iconográfica
Participa de processo biológico	Parte no processo de comunicação
Forma anatômica das cartilagens da traqueia	Forma da letra “U”

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos sobre as formas das letras que compõem o alfabeto latino. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia das cartilagens da traqueia.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a anatomia da traqueia. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia III

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema cardiovascular humano.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento de uma bomba mecânica.
5. Alvo: Fisiologia do coração.
6. Descrição da analogia:

"O coração é órgão responsável por bombear o sangue através dos vasos sanguíneos." (OGO; GODOY, 2016, p.242).

7. Semelhanças e diferenças

Coração	Bomba
Órgão do sistema cardiovascular	Artefato mecânico
Material biológico	Material sintético
Propulsão do sangue	Propulsão de fluidos
Vários pontos de controle	Comando manual ou automação programada
Utiliza energia química	Utiliza energia elétrica ou mecânica

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de músculos encontrados no corpo humano, e conheça as propriedades dos estriados esqueléticos cardíacos. A analogia só será válida se o estudante conhecer o funcionamento de uma bomba mecânica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do coração. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão dos estudantes sobre os conceitos construídos.

Analogia IV

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema urinário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Forma do grão de feijão e tamanho do punho fechado.
5. Alvo: Forma anatômica dos rins.
6. Descrição da analogia:
 "Os rins apresentam o formato semelhante ao de um grão de feijão." (OGO; GODOY, 2016, p.248).

7. Semelhanças e diferenças:

Anatomia do rim	Forma do grão de feijão
Face interna côncava e face externa convexa	Face interna côncava e face externa convexa
Órgão do corpo humano	Semente de uma leguminosa
Função excreção	Função reprodutiva
Animal	Vegetal
Possui cerca de 10 cm de comprimento	Possui cerca de 8 mm de comprimento

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema urinário é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a anatomia dos órgãos internos e sua localização no corpo humano. O conhecimento a respeito do formato do grão de feijão é necessário para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia do sistema urinário em relação a forma dos rins.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma dos rins. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

LIVRO 9

SILVA JÚNIOR, César; SASSON, Cezar; CALDINI JÚNIOR, Nelson. **Biologia**. v. 2. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2016, 289 p.

Analogia I

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema digestório humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Atuação do detergente sobre os lipídios.

5. Alvo: Efeito emulsificante da bile sobre os lipídios.

6. Descrição da analogia:

A bile é uma solução amarelo-esverdeada, sem enzimas digestivas, mas de forte ação emulsionante. Ela funciona como um detergente, transformando lipídios em finíssimas partículas, facilitando sua digestão pelas lipases do suco pancreático e do suco entérico (intestinal) (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 142).

7. Semelhanças e diferenças:

Bile	Detergente
Efeito emulsificante	Efeito emulsificante
Substância orgânica	Substância sintética
Sintetizada pela vesícula biliar	Sintetizada por reações químicas
Participa de processo biológico	Utilizado para limpeza
Facilita o processo de digestão dos lipídios	Facilita a remoção dos lipídios

8. Reflexões:

O assunto fisiologia da digestão é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em química relacionados a interação de moléculas, reações químicas e compostos químicos orgânicos. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem do sistema digestório como responsável pela assimilação de moléculas passíveis a reações químicas, capazes de serem recombinadas, dependendo da necessidade do organismo a partir da utilização de sua maquinaria metabólica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do sistema digestório utilizando como alvo a separação das substâncias orgânicas no trato gastrointestinal. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia II

1. Área do conhecimento: Biologia.

2. Assunto: Sistema cardiovascular humano.

3. Público: Estudantes do ensino médio.

4. Veículo: Funcionamento de uma bomba mecânica.

5. Alvo: Fisiologia do coração.

6. Descrição da analogia:

"O coração funciona como uma pequena bomba." (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 154).

7. Semelhanças e diferenças

Coração	Bomba
Órgão do sistema cardiovascular	Artefato mecânico
Material biológico	Material sintético
Propulsão do sangue	Propulsão de fluidos
Várias pontos de controle	Comando manual ou automação programada
Utiliza energia química	Utiliza energia elétrica ou mecânica

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de músculos encontrados no corpo humano, e conheça as propriedades dos estriados esqueléticos cardíacos. A analogia só será válida se o estudante conhecer o funcionamento de uma bomba mecânica.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia do coração. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia III

1. Área do Conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema urinário humano.
3. Público: Estudantes de ensino médio.
4. Veículo: Forma do grão de feijão e tamanho do punho fechado.
5. Alvo: Forma anatômica dos rins.
6. Descrição da analogia:

Os rins são órgãos pares, localizados na região dorsal, na linha da cintura, um de cada lado da coluna vertebral. Têm a forma de um grão de feijão e mede cerca de 10cm de comprimento (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 154).

7. Semelhanças e diferenças:

Anatomia do rim	Forma do grão de feijão
Face interna côncava e face externa convexa.	Face interna côncava e face externa convexa.
Órgão do corpo humano	Semente de uma leguminosa
Função excreção	Função reprodutiva
Animal	Vegetal
Possui cerca de 10 cm de comprimento	Possui cerca de 8 mm de comprimento

8. Reflexões:

O assunto fisiologia do sistema urinário é tratado no segundo ou terceiro ano do ensino médio, de sorte que o estudante tenha construído conhecimentos em biologia relacionados a anatomia dos órgãos internos e sua localização no corpo humano. O conhecimento a respeito do formato do grão de feijão é necessário para tornar a analogia útil. A validade da analogia estará condicionada a uma abordagem da anatomia do sistema urinário em relação a forma dos rins.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a forma dos rins. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes

corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos.

Analogia IV

1. Área do conhecimento: Biologia.
2. Assunto: Sistema nervoso humano.
3. Público: Estudantes do ensino médio.
4. Veículo: Funcionamento do relé ou o funcionamento da válvula.
5. Alvo: Fisiologia do neurônio.
6. Descrição da analogia:

"A sinapse funciona, então, como uma espécie de 'relé' ou 'válvula', que se fecha uma vez que o impulso nervoso seja transmitido." (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2016, p. 180).

7. Semelhanças e diferenças

Neurônio	Válvula mecânica/relé
Célula do sistema nervoso	Artefato mecânico/elétrico
Material biológico	Material sintético
Propagação do impulso nervoso	Controle de fluxo de fluidos/corrente elétrica
Atuação complexa e interligada	Comando manual ou automação programada
Integração entre neurônios e sistemas do organismo	Integração entre central de comando e sistema atuador
Formam redes complexas	Formam sistemas de controle artificiais

8. Reflexões:

O assunto referente ao sistema digestório é tratado com estudantes de segundo ou terceiro ano do ensino médio. Espera-se que o estudante tenha o conhecimento consolidado referente ao assunto histologia, consiga distinguir os diversos tipos de células encontrados no corpo humano, e conheça as suas propriedades. A analogia só será válida se o estudante conhecer o funcionamento de uma válvula mecânica ou de um relé.

9. Avaliação:

Solicitar aos estudantes que desenvolvam, individualmente ou de forma compartilhada em pequenos grupos, analogias alternativas que possam descrever a fisiologia dos neurônios. O professor deverá avaliar se a analogia proposta pelos estudantes corresponde ao conteúdo apresentado, o que pode servir como evidência da compreensão sobre os conceitos construídos

Considerações finais

As analogias são recursos úteis na construção de novos conhecimentos e verificação da aprendizagem, que podem ser utilizadas de forma acessória para facilitar o entendimento dos conteúdos. Porém, deve-se considerar a necessidade de desvincular a analogia do seu alvo, desconstruir a analogia após sua utilização, esclarecendo que nenhuma analogia é perfeita, sempre existem diferenças e semelhanças. Não servem como conceitos válidos em si.