

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

KETELIN MONIQUE CAVALHEIRO KIELING

**Sequência Didática Gamificada como estratégia para ensinar e aprender
Bioquímica no Ensino Médio**

**Uruguaiana
2023**

KETELIN MONIQUE CAVALHEIRO KIELING

**Sequência Didática Gamificada como estratégia para ensinar e aprender
Bioquímica no Ensino Médio**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Educação em Ciências.

Orientador: Rafael Roehrs

**Uruguaiana
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

K43s Kieling, Ketelin Monique Cavalheiro
 Sequência Didática Gamificada como estratégia para ensinar
 e aprender Bioquímica no Ensino Médio / Ketelin Monique
 Cavalheiro Kieling.
 182 p.

 Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
 MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE,
 2023.
 "Orientação: Rafael Roehrs".

 1. Processo de ensino e aprendizagem. I. Título.

KETELIN MONIQUE CAVALHEIRO KIELING

Sequência Didática Gamificada como estratégia para ensinar e aprender Bioquímica no Ensino Médio


Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Educação em Ciências.

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em: 30 de junho de 2023.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL ROEHRS
Data: 03/08/2023 16:11:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Roehrs
Orientador
(UNIPAMPA)

Documento assinado digitalmente
 MARCIA MARIA LUCHESE
Data: 03/08/2023 21:13:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a.Dr^a. Márcia Maria Lucchese
(UNIPAMPA)

Documento assinado digitalmente
 AILTON JESUS DINARDI
Data: 05/08/2023 15:34:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS
AILTON JESUS Dinardi
(UNIPAMPA)

Agradeço a Deus pelas bênçãos que me concedeu, incluindo a oportunidade de cursar o Mestrado.

À minha família pelo apoio, incentivo e amor em todos os momentos da minha vida, independentemente de minhas escolhas.

Ao meu Vilmar, companheiro de jornada, pelo apoio, afeto e compreensão nos meus momentos de ausência.

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade oferecida de realizar o Mestrado.

Ao meu orientador, professor Dr. Rafael Roehrs, pelo estímulo e confiança.

Aos membros da banca avaliadora, professora Dr^a Marcia Lucchese e ao querido professor Dr. Ailton Jesus Dinardi, por gentilmente aceitarem contribuir neste processo.

Aos professor@s e estudantes da Educação Básica que aceitaram participar e contribuir com essa pesquisa.

Aos colegas do GIPPE pela troca de conhecimento e apoio.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”.

Paulo Freire

RESUMO

Estudos recentes apontam dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Bioquímica no Ensino Médio (EM). Essas dificuldades emergem da falta de recursos didáticos, da formação disciplinar dos professores, das lacunas de aprendizagem e dificuldade de abstração dos estudantes. Com a intenção de criar alternativas para amenizar estas dificuldades, buscamos investigar as contribuições de uma Sequência Didática Gamificada (SDG) no ensino de Bioquímica no EM. A partir desta intencionalidade tivemos como problema de pesquisa: Como uma SDG contribui com o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Bioquímica no EM? Na busca por respostas, os objetivos específicos foram organizados da seguinte forma: (1) identificar as dificuldades que os/as professores/as de Biologia e Química enfrentam ao ensinar os conteúdos de Bioquímica no EM; (2) compreender o entendimento dos estudantes sobre os conceitos básicos da Bioquímica e suas relações com o cotidiano; (3) desenvolver uma SDG voltada ao ensino dos conteúdos de Bioquímica e (4) aplicar e avaliar a eficácia da Sequência Didática desenvolvida no contexto investigado. O caminho metodológico adotado foi a Engenharia Didática que é organizada em quatro etapas subsequentes: Análise Preliminar, Concepção e Análise a priori, Experimentação e Análise a posteriori e Validação. A primeira etapa nos permitiu construir o arcabouço teórico e analisar como a Bioquímica aparece no Referencial Curricular Gaúcho (RCG), bem como saber as percepções de professores e estudantes sobre a temática. Posteriormente, embasados nos resultados da primeira etapa, foram analisadas as variáveis macrodidáticas, pensou-se na ordem de conhecimentos e atividades que poderiam ser desenvolvidas, foram traçadas as variáveis microdidáticas e criadas as hipóteses, assim foi elaborada a SDG e os materiais didáticos complementares a sua aplicação. Na experimentação, a SDG foi aplicada em duas turmas de 2º ano do EM de uma escola da Rede Estadual de Ensino, localizada em uma região periférica do município de Uruguai (RS). A escola foi escolhida por ser piloto na implantação do Novo EM e ser o local de trabalho da pesquisadora. A intervenção ocorreu durante as aulas das componentes curriculares Biologia e Química, que em virtude do novo currículo, são ofertadas em apenas um período semanal. Ao considerarmos as etapas da metodologia pode-se concluir que há um descompasso entre o que diz o texto do RCG e a prática em sala de aula, visto que os conhecimentos bioquímicos não estão explícitos no texto, falta investimento em infraestrutura física nas escolas e não há diálogo entre os professores com vistas a promover a interdisciplinaridade proposta. Com relação aos estudantes evidenciamos uma lacuna de aprendizagens essenciais para o entendimento de assuntos mais complexos, ao considerar essas lacunas, a Sequência Didática ficou extensa, devido a necessidade de retomar conceitos científicos de anos anteriores. Durante a experimentação, apesar da aparente e motivação dos estudantes nas aulas, evidenciou-se alto índice de infrequência e falta de comprometimento com a entrega das atividades propostas. Desse modo foi possível aplicar parte da SDG elaborada, entretanto, ao analisarmos as atividades aplicadas percebeu-se sua contribuição para o aprendizado dos estudantes e mesma foi validada.

Palavras-Chave: Metodologia de ensino; contextualização; currículo.

ABSTRACT

Recent studies point to difficulties in the process of teaching and learning Biochemistry in High School (EM). These difficulties emerge from the lack of didactic resources, the disciplinary training of teachers, learning gaps and students' difficulty in abstracting. With the intention of creating alternatives to alleviate these difficulties, we seek to investigate the contributions of a Gamified Didactic Sequence (SDG) in the teaching of Biochemistry in EM. From this intentionality, we had as a research problem: How does a SDG contribute to the teaching and learning process of Biochemistry contents in EM? In the search for answers, the specific objectives were organized as follows: (1) identify the difficulties that Biology and Chemistry teachers face when teaching Biochemistry content in EM; (2) understand the students' understanding of the basic concepts of Biochemistry and its relationships with everyday life; (3) develop a SDG aimed at teaching Biochemistry content and (4) apply and evaluate the effectiveness of the Didactic Sequence developed in the investigated context. The methodological path adopted was Didactic Engineering, which is organized into four subsequent stages: Preliminary Analysis, Conception and Prior Analysis, Experimentation and Posterior Analysis, and Validation. The first stage allowed us to build the theoretical framework and analyze how Biochemistry appears in the Gaúcho Curriculum Reference (RCG), as well as knowing the perceptions of teachers and students on the subject. Subsequently, based on the results of the first stage, the macrodidactic variables were analyzed, the order of knowledge and activities that could be developed was thought about, the microdidactic variables were traced and the hypotheses created, thus the SDG and the complementary didactic materials were elaborated. your application. In the experiment, the SDG was applied in two classes of the 2nd year of the EM of a school of the State Education Network, located in a peripheral region of the city of Uruguaiana (RS). The school was chosen for being a pilot in the implementation of the New EM and being the researcher's workplace. The intervention took place during the classes of the Biology and Chemistry curricular components, which, due to the new curriculum, are offered in just one weekly period. When considering the stages of the methodology, it can be concluded that there is a mismatch between what the RCG text says and practice in the classroom, since biochemical knowledge is not explicit in the text, there is a lack of investment in physical infrastructure in schools and there is no there is dialogue between professors with a view to promoting the proposed interdisciplinarity. With regard to students, we evidenced a gap in essential learning for the understanding of more complex subjects, when considering these gaps, the Didactic Sequence became extensive, due to the need to resume scientific concepts from previous years. During the experimentation, despite the apparent motivation of the students in the classes, a high rate of infrequency and lack of commitment to the delivery of the proposed activities was evidenced. Thus, it was not possible to apply the prepared SDG in its entirety, however, when analyzing the applied activities, its contribution to student learning was perceived and it was validated.

Keywords: Teaching methodology; contextualization; curriculum.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Matriz curricular do Ensino Médio Gaúcho..... | 26 |
| Figura 2. Organização das Trilhas de Aprofundamento. | 29 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Carga horária no decorrer dos três ano do Ensino Médio..... | 25 |
| Quadro 2. Habilidades relacionadas a área da Bioquímica que devem ser desenvolvidas pelos estudantes do EM. | 32 |
| Quadro 4. Objetos de conhecimento da Bioquímica desenvolvidos no Ensino Médio. | 70 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular
BNCCEM - Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio
CC- Componente Curricular
CNT - Ciências da Natureza e suas Tecnologias
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais
DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
DNA- Ácido Desoxirribonucleico
EB - Educação Básica
ED - Engenharia Didática
EM- Ensino Médio
EF- Ensino Fundamental
FGB – Formação Geral Básica
IF - Itinerários Formativos
LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
RNA- Ácido Ribonucleico
SD - Sequência Didática
SDG – Sequência Didática Gamificada
SEDUC- Secretaria Estadual de Educação

SUMÁRIO

| | |
|---|--------------------------------------|
| APRESENTAÇÃO | 13 |
| 1. INTRODUÇÃO | 16 |
| 2. PROBLEMA DE PESQUISA | 18 |
| 3. OBJETIVOS | 18 |
| 3.1 Objetivo Geral | 18 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 18 |
| 4. REFERENCIAL TEÓRICO | Erro! Indicador não definido. |
| 4.1 <i>Cenário do Ensino Médio Brasileiro</i> | 19 |
| 4.1.1 <i>Referencial Curricular Gaúcho e a implementação do Novo Ensino Médio</i> | 24 |
| 4.2 <i>Química e Biologia: áreas de conhecimento interdisciplinares?</i> | 33 |
| 4.3 <i>Ensino de Bioquímica</i> | 37 |
| 4.3.1 <i>Carboidratos</i> | 38 |
| 4.3.2 <i>Proteínas</i> | 39 |
| 4.3.3 <i>Ácidos Nucleicos</i> | 40 |
| 4.3.4 <i>Lipídios</i> | 42 |
| 4.4 <i>Sequência Didática</i> | 45 |
| 4.5 <i>Gamificação</i> | 48 |
| 4.6 <i>Engenharia Didática: uma ferramenta teórico-metodológica possível para a Pesquisa em Ensino de Ciências</i> | 49 |
| 4.6.1 <i>Análise Preliminar</i> | 51 |
| 4.6.2 <i>Concepção e Análise a priori</i> | 51 |
| 4.6.3 <i>Experimentação e Análise a posteriori e Validação</i> | 52 |
| 5. METODOLOGIA | 53 |
| 5.1 <i>Participantes da pesquisa</i> | 53 |
| 6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS | 60 |
| 6.1 <i>Manuscrito 1: A Bioquímica no Ensino Médio: intersecções entre o Referencial Curricular Gaúcho e as Percepções de Professores e Estudantes</i> | 63 |
| 6.2 <i>Manuscrito 2: Sequência Didática Gamificada: uma proposta para ensinar e aprender Bioquímica no Ensino Médio</i> | 85 |
| 6.3 <i>Manuscrito 3: Contribuições de uma Sequência Didática utilizando metodologias ativas e elementos da Gamificação no processo de ensino aprendizagem de Bioquímica no Ensino Médio</i> | 102 |
| 7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 124 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 127 |
| 9. PERSPECTIVAS | 128 |
| 10. REFERÊNCIAS | 129 |
| ANEXOS | 135 |
| Anexo 1. <i>Narrativa (Convite para participar do processo seletivo fictício)</i> | 135 |
| Anexo 2. <i>Memes que podem ser utilizados para introduzir a temática</i> | 136 |
| Anexo 3 <i>Anexo III. 1º Desafio: Jogo de Tabuleiro “Na Trilha da Química”</i> | 137 |
| Anexo 4. <i>Modelo de planilha para a organização do ranking</i> | 140 |
| Anexo 5. <i>Apostila elaborada e utilizada na aplicação da Sequência Didática</i> | 141 |

APRESENTAÇÃO

Início essa escrita apresentando, de forma breve, minha trajetória formativa e profissional com o intuito de demonstrar como cheguei até o mestrado em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA. Ao revisitar minhas memórias mais antigas, lembro-me das brincadeiras da infância, em que eu vestia a “fantasia” de professora e fazia a porta do quarto, meu e de meus irmãos, de quadro e pedaços de algum enfeite quebrado de giz.

Recordo também que minha mãe sempre me lembrava que seu sonho era ter sido professora, mas sua vida tomou outros rumos e, toda vez que ela me via brincando, depositava em mim esse sonho. Confesso, que na época nunca imaginei seguir essa profissão. Meu sonho era outro, ser operadora de caixa de supermercado, talvez no meu contexto social, isso era o máximo que eu poderia sonhar. E fui! Durante três anos exerci orgulhosamente essa profissão.

Durante os dois últimos anos do Ensino Médio conciliei o trabalho no supermercado com as aulas no turno noturno e, lembro, como se fosse hoje, das aulas de química orgânica da professora Nara e das aulas de genética da professora Rosa Maria. Química e Biologia eram as minhas disciplinas favoritas. Após a conclusão do Ensino Médio, iniciei o curso de graduação em Administração na modalidade a distância. Em 2013, insatisfeita com o curso, realizei o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e, no ano seguinte, ingressei no Curso de Ciências da Natureza- Licenciatura (para a alegria da minha mãe).

A caminhada foi longa e cansativa, conciliar trabalho, estudos e família não foi nada fácil, ao passo que o bem estar que a Universidade me proporcionava e o acalento das novas amizades traziam leveza aos meus dias. Confesso que no decorrer do curso não tive a intenção de atuar como professora, isso até chegar o primeiro estágio. Eu costumo dizer que foi nesse momento que a docência me escolheu e, apesar de já ter trabalhado em outras áreas e do atual contexto de desvalorização da profissão docente, nada me faz mais feliz do que ser professora!

No decorrer do curso, tive a oportunidade de frequentar o Laboratório de Estudos Físico-Químicos de Produtos Naturais (LEFQPN) e realizar algumas análises e estudos voltados a área da Bioquímica e, em paralelo participava dos encontros semanais do Grupo de Pesquisa em Práticas de Ensino (GIPPE), grupo do qual sou

integrante até os dias atuais. Nessa caminhada, em algum momento, comecei a me questionar sobre o distanciamento entre o que se faz na Universidade e como os resultados do que se faz chegam à comunidade em geral, principalmente, da Educação Básica.

Como forma de reduzir o meu incômodo acerca desse distanciamento, visto que, de forma direta ou indireta são as pessoas da comunidade que contribuem financeiramente para o funcionamento e manutenção das Universidade Federais, em meu trabalho de conclusão de curso, levamos os experimentos e microscópio da UNIPAMPA para a sala de aula da Educação Básica. No referido trabalho foi desenvolvida uma Sequência Didática sobre a temática Ciclo Celular em que os estudantes conseguiram observar as fases da mitose (divisão celular) nas células de *Allium cepa*. Para além da divulgação da pesquisa, conseguimos promover um ensino de qualidade que contribuiu para o aprendizado dos estudantes.

Voltando ao nosso grupo de pesquisa, dentre as linhas de pesquisa desenvolvidas no GIPPE, a linha *Estudo e desenvolvimento de metodologias e práticas no Ensino de Ciências da Natureza* tem nos proporcionado desenvolver estudos acerca da Gamificação nos processos de ensino e aprendizagem. Assim, em 2021 surgiu o presente estudo proposto na Linha 1 do Programa de Pós-Graduação Educação em de Ciências (PPGECi), que tem como foco Processos de ensino e aprendizagem em ambientes formais e não formais.

Essa dissertação, resultado do processo investigativo realizado, está organizada da seguinte forma: na introdução delimitamos a temática da pesquisa seguida pelo problema e os objetivos almejados. No referencial teórico são apresentados alguns aspectos relacionados à temática investigada que embasaram a construção do arcabouço teórico que norteou a pesquisa. Dentre os aspectos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa estão as mudanças que vêm se estabelecendo no Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, a partir da implementação de duas políticas curriculares apresentadas na seção Cenário atual do Ensino Médio Brasileiro.

A seção seguinte: Química e Biologia: áreas de conhecimento interdisciplinares? visa discutir o conceito de interdisciplinaridade e entender como a Bioquímica é entendida nesse contexto. Sobre isso, se fez necessário pensar no Ensino de Bioquímica, sua ocorrência e principais objetos de conhecimento. Em seguida são apresentadas as estratégias empregadas na pesquisa: Sequência

Didática, uma estratégia de planejamento docente, e Gamificação, uma metodologia ativa que visa despertar a motivação dos estudantes em aprender novos conhecimentos.

O desenvolvimento da pesquisa seguiu os pressupostos metodológicos da Engenharia Didática e, por isso, consideramos importante descrever suas etapas para garantir aos leitores uma melhor compreensão do percurso metodológico adotado. Esta breve descrição finalizará nosso referencial teórico com o tópico Engenharia Didática: uma ferramenta teórico-metodológica possível para a Pesquisa em Ensino de Ciências.

Após apresentarmos a metodologia, os resultados começam a ser descritos de acordo com as etapas da metodologia utilizada. Inicialmente serão apresentados os resultados da Análise preliminar, etapa que é subdividida em três dimensões. A dimensão epistemológica é apresentada no “corpo do texto” enquanto as dimensões didática e cognitiva estão contempladas no manuscrito 1. Logo após, o manuscrito 2 tem o objetivo de apresentar, de forma geral, a SDG construída apresentando-a como uma proposta voltada ao ensino de Bioquímica no EM.

Na sequência, o manuscrito 3 apresenta algumas atividades da SDG que foram aplicadas, bem como as variáveis macro e microdidáticas e as hipóteses relacionadas a essas atividades com intuito de validar a SDG e apontar sua efetividade no processo de ensino e aprendizagem. Posteriormente é realizada a discussão dos resultados apresentados nos manuscritos e, nas considerações finais, tecemos algumas considerações acerca de todo processo de pesquisa. Por fim, apresentamos as referências, anexos e os apêndices.

1. INTRODUÇÃO

A Bioquímica é uma área interdisciplinar das ciências que perpassa os campos da Química e da Biologia e que se dedica a estudar as (bio)moléculas e os processos de manutenção da vida. Contudo, a necessidade de profunda abstração para a compreensão de determinados conceitos e fenômenos, a dificuldade no entendimento de mecanismos básicos e a complexidade dos eventos estudados são alguns fatores que tornam difícil o ensinar e aprender Bioquímica (SANTOS et al., 2020; SCHNEIDER; DUTRA; MAGALHÃES, 2008; BARBOSA et al., 2012).

Para superar essas dificuldades, a escola e os professores precisam, primeiramente, reconhecê-las em seu contexto e, posteriormente, pensar e planejar estratégias de ensino que propiciem um aprendizado efetivo. Neste sentido, as Sequências Didáticas (SD) constituem-se como uma estratégia de planejamento de aulas bastante empregada no ensino de ciências que permite ao professor dar sentido aos conteúdos trabalhados em sala de aula. Segundo Kieling et al. (2018), essa estratégia consiste em uma série de situações que se estruturam ao longo de aulas planejadas previamente, cujo objetivo é propiciar situações de aprendizagem e, assim tornar possível a construção do conhecimento.

Entretanto, para além de planejar atividades didáticas, é preciso considerar que a motivação exerce um papel fundamental na aprendizagem e no desempenho dos estudantes em sala de aula e, por isso, deve ser considerada um fator importante para o êxito escolar (CAMARGO; CAMARGO; SOUZA, 2019). A gamificação se apresenta como um fenômeno emergente com muitas potencialidades de aplicação no âmbito educacional, pois, promove a motivação e o engajamento dos indivíduos (BUSARELLO, 2016).

Na gamificação, “o pensar como em um jogo é aplicado de forma cuidadosa, com a intenção de resolver problemas e encorajar a aprendizagem, usando para isso, todos os elementos de jogos que forem apropriados à prática determinada” (BUSARELLO, 2016, p.29). No âmbito educacional, Fardo (2013, p.66), em seu estudo pioneiro acerca da gamificação, aponta que:

O que a gamificação propõe, como estratégia aplicável aos processos de ensino e aprendizagem nas escolas ou em qualquer outro ambiente de aprendizagem, é utilizar um conjunto de elementos comumente encontrados na maioria dos games e aplicá-los nesses processos, com o intuito de gerar

níveis semelhantes de envolvimento e dedicação daqueles que os games normalmente conseguem gerar.

Desse modo, acredita-se que o planejamento de SD Gamificadas (SDG), construídas a partir da problematização dos conhecimentos científicos e do contexto social no qual escola e estudantes estão inseridos, pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, estudo realizado por Silva; Sales e Castro (2018) cujo objetivo foi investigar as contribuições da gamificação de uma SD para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica, teve como resultado evidências de aprendizagem significativa. Devido aos poucos estudos sobre SDG, os autores sugerem que pesquisas semelhantes investiguem os efeitos dessa estratégia em outras áreas do conhecimento como Biologia e Química.

Mas para que seja possível a construção e aplicação de SDG de acordo com a realidade dos estudantes, se faz necessário a realização de uma investigação acerca do contexto educacional no qual se desenvolverá o processo de ensino e aprendizagem dos objetos do conhecimento. Uma metodologia que se propõe a operacionalizar esta dupla função (investigação-ação) é a Engenharia Didática. Proposta na década de oitenta, por Michèle Artigue, esta metodologia “caracteriza-se por ser um esquema experimental baseado em realizações didáticas na sala de aula, isto é, na concepção, na realização, na observação e na análise de sequências de ensino” (ARTIGUE, 1996, p.196). Trata-se, portanto, de um percurso metodológico que pode propiciar a construção, aplicação e a análise de SD.

Diante do exposto, buscou-se investigar as contribuições de uma SDG para o processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos bioquímicos no Ensino Médio, a seguir estão descritos o problema de pesquisa e os objetivos, geral e específicos, que nortearam a pesquisa e conduziram aos resultados encontrados.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

Como uma Sequência Didática Gamificada contribui com o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Bioquímica no Ensino Médio?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Investigar como uma Sequência Didática Gamificada contribui com o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Bioquímica no Ensino Médio.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as dificuldades que os/as professores/as de Biologia e Química enfrentam ao ensinar os conteúdos de Bioquímica no Ensino Médio;
- Compreender o entendimento dos estudantes sobre os conceitos básicos da Bioquímica e suas relações com o cotidiano;
- Desenvolver uma Sequência Didática Gamificada voltada ao ensino dos conteúdos de Bioquímica;
- Aplicar e avaliar a eficácia da Sequência Didática desenvolvida no contexto investigado.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Cenário do Ensino Médio Brasileiro

Nos últimos anos o cenário educacional brasileiro foi permeado por intensos debates no que tange a configuração do currículo escolar da Educação Básica (EB). Atualmente a formulação das propostas curriculares dos sistemas de ensino e escolas é orientado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Trata-se de um documento de caráter normativo e obrigatório para a (re)elaboração dos currículos da EB nas escolas públicas e privadas de todo o país (BRASIL, 2018).

Embora já estivesse previsto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), lei nº 9394/1996, o referido documento foi homologado em dezembro de 2017, abrangendo as etapas da Educação Infantil e Ensino Fundamental. Um ano depois, em dezembro de 2018, foi homologada a parte do documento que se refere ao Ensino Médio (EM). Conforme o documento a finalidade da BNCC é

[...] garantir o conjunto de aprendizagens essenciais aos estudantes brasileiros, seu desenvolvimento integral por meio das dez competências gerais para a Educação Básica, apoiando as escolhas necessárias para a concretização dos seus projetos de vida e a continuidade dos estudos (BRASIL, 2018, p. 05).

Para isso, a BNCC apresenta o conjunto de aprendizagens essenciais que devem ser desenvolvidas pelos estudantes, em escala nacional, sob o pressuposto de promover a equidade educacional. As aprendizagens essenciais¹ representam as habilidades que, ao serem desenvolvidas, garantem o desenvolvimento das competências (BRASIL, 2018). De acordo com o documento

¹ Ao realizar a leitura e análise da BNCC encontramos dificuldade em compreender o termo “*aprendizagens essenciais*”. Em nosso entendimento, a partir das leituras, os conteúdos deixaram de orientar a organização da matriz curricular e, em substituição foram definidas as aprendizagens essenciais e, estas, por sua vez, representam as habilidades a serem desenvolvidas. Trechos da BNCC que corroboram com esse entendimento: [...] é preciso enfatizar que a organização das habilidades do Ensino Médio na BNCC (com a explicitação da vinculação entre competências específicas de área e habilidades) tem como objetivo definir claramente às aprendizagens essenciais a ser garantidas aos estudantes nessa etapa (BRASIL, 2018, p.34); As habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares (BRASIL, 2018, p.29). Entretanto, em outros trechos há o entendimento das habilidades como objetivos de aprendizagem.

Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento (BRASIL, 2018, p. 08).

Almeja-se que o estudante ao desenvolver as dez competências gerais da EB tenha uma formação integral, isto é, em sua dimensão intelectual, social, emocional, física e cultural e assim possa contribuir para o desenvolvimento de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018). Para isso, a BNCC apresenta em seu texto as habilidades, as competências gerais e específicas e indica conteúdos (objetos de conhecimento) a serem desenvolvidos na EB.

Nessa nova organização os conteúdos são colocados a serviço do desenvolvimento de competências com vistas a atender as demandas de formação da sociedade contemporânea, adequar os currículos as avaliações externas internacionais e concretizar os direitos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes (BRASIL, 2018). No documento competência “é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p.08), ou seja, no contexto do currículo indicam os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que os estudantes devem saber e como usá-los, de forma holística para resolver demandas do cotidiano.

Entretanto, a implementação de um currículo por competências tem sido alvo de críticas. Isso decorre, de acordo com alguns autores, do discurso tecnicista voltado à adaptação dos sujeitos aos interesses mercadológicos, discursos esses que fortalecem o individualismo e a competição, cenário em que a educação é entendida como um bem de produção (capital) e não de consumo, fundamentada na “*Pedagogia do Aprender a aprender*” no sentido de o indivíduo adaptar-se à realidade ao invés de tentar compreender e modificá-la (BRANCO et al., 2019; RUFINO, et al. 2020).

Com relação a reformulação do currículo do Ensino Médio (EM), etapa final da EB, a intencionalidade do documento é a superação do currículo padronizado substituindo-o por um modelo curricular diversificado e flexível. Neste sentido, alguns dos traços marcantes da normativa é a proposição de uma Formação Geral Básica (FGB), constituída por componentes curriculares obrigatórios, e a implementação de Itinerários Formativos (IF) diversificados (BRASIL, 2018).

A BNCC do EM (BNCCEM) está organizada em quatro áreas de conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias (LGG); Matemática e suas tecnologias (MAT); Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS) e Ciências da Natureza e suas tecnologias (CNT). Cabe salientar que esta organização curricular por áreas de conhecimento não é algo novo, foi referenciada LDBEN, introduzida nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 1998 e reiterada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 2000. Para cada área de conhecimento são definidas competências específicas, que buscam esclarecer como as competências gerais da EB se expressam em cada área. A cada competência específica, por sua vez, são descritas as habilidades a serem desenvolvidas na etapa.

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), o tempo mínimo de duração do EM é de três anos com carga horária total mínima de 3.000 horas, destas, até 1.800 horas devem ser dedicadas à FGB, constituída pelas competências e habilidades definidas na BNCCEM e organizada de acordo com as áreas de conhecimento (BRASIL, 2018). Essa organização desconsidera os componentes curriculares de modo isolado, com exceção da Língua Portuguesa e da Matemática, que devem ser ofertados obrigatoriamente durante os três anos do EM. Essa particularidade faz com que haja um detalhamento das aprendizagens essenciais (habilidades) esperadas apenas nessas componentes curriculares.

Somados a FGB, os Itinerários Formativos, à luz da BNCC, garantem a diversificação e a flexibilidade do currículo. Com a finalidade de aprofundar os conhecimentos em uma das quatro áreas de conhecimento, possibilitar uma formação técnica e profissional ou integrar diferentes áreas. A elaboração dos IF é prerrogativa dos sistemas de ensino e das escolas que poderão construí-los de modo a contemplar seu contexto, mas sem desconsiderar a efetivação das dez competências gerais da EB (BRASIL, 2018).

Explicitada a configuração curricular que está sendo implementada no EM, voltamos nosso olhar para a área de conhecimento que contempla o objeto de estudo dessa pesquisa, a Bioquímica, que faz parte da área de conhecimento CNT. A BNCCEM aponta que “as áreas do conhecimento têm por finalidade integrar dois ou mais componentes do currículo, para melhor compreender a complexa realidade e atuar nela” (BRASIL, 2018, p.470). Nesta direção a área de CNT, abrange os

componentes curriculares Física, Química e Biologia em que, um componente não exclui os outros, mas, há um fortalecimento das relações entre eles (BRASIL, 2018).

Com relação à organização da área CNT no currículo do EM, foram definidas três competências específicas, articuladas às 10 competências gerais para a EB. Para cada competência, um conjunto de habilidades foi atribuído. Conforme descrito na BNCCEM, a elaboração das competências e habilidades baseou-se nos conhecimentos conceituais (leis, teorias, modelos) que devem ser contextualizados social, cultural, ambiental e historicamente, nos processos e práticas de investigação propostos para a etapa e no desenvolvimento da linguagem própria de CN com vistas a promover o letramento científico (BRASIL, 2018).

O documento aponta ainda que, os conhecimentos conceituais foram considerados sob três perspectivas: continuidade dos conhecimentos desenvolvidos no Ensino Fundamental (EF), relevância nas áreas de Biologia, Física e Química e a sua adequação ao EM. E, a fim de promover o aprofundamento desses conhecimentos, foram estabelecidas duas temáticas: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos” (BRASIL, 2018). Na apresentação de cada competência, alguns conteúdos (objetos de conhecimento que na BNCCEM entendidos como conhecimentos conceituais) são destacados. A competência específica n. 2, por exemplo, indica que os estudantes devem mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes para:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2018, p.556).

Na direção de desenvolver essa competência, os conhecimentos conceituais que devem ser mobilizados pelos estudantes são aqueles relacionados a:

[...] **origem da Vida; evolução biológica;** registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; **biomoléculas; organização celular;** órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; teias alimentares; **respiração celular; fotossíntese;** neurociência; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros (BRASIL, 2018, p.556, grifo nosso).

A essa referida competência específica foram atribuídas nove habilidades, das quais destaca-se:

Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de **manutenção da vida**, nos ciclos da matéria e nas **transformações e transferências de energia**, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (BRASIL, 2018, p.557, grifo nosso).

A escolha destes trechos da BNCCEM foi proposital e visa demonstrar como a Bioquímica aparece na BNCCEM. Em suma, o estudo da Bioquímica mostra como o conjunto de moléculas inanimadas que constituem os organismos vivos interagem para manter e perpetuar a vida exclusivamente pelas leis físicas e químicas que regem o universo inanimado (NELSON; COX, 2014). Dentre os conhecimentos conceituais sugeridos para desenvolver a competência específica n.2, acreditamos, a partir da literatura e experiência docente, que a origem da vida, evolução biológica, biomoléculas, organização celular, respiração celular e fotossíntese relacionam-se com a área de estudo da Bioquímica.

Entretanto, a redução da carga horária voltada ao desenvolvimento da FGB e a falta de clareza quanto a sequência em que os conhecimentos conceituais devem ser desenvolvidos, já que a definição cabe ao sistema de ensino ou escola, haja vista que, pode ou não, contemplar o oferecimento de itinerário formativo na área de CNT, podem interferir no processo de ensino. Sobre isso, estudo realizado por Barroso et al. (2020, p. 12) acerca da influência da BNCCEM no ensino de Química apontou que

[...] a falta de ordem cronológica nos conteúdos, ou seja, a falta de uma ordem específica de estudos para embasamento do aluno na disciplina de química, então faltará base para estudar os conteúdos mais avançados da área. Com isso pode-se estimar falhas nos conteúdos e ordens cronológicas das disciplinas de Biologia e Física que englobam a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BARROSO et al., 2020, p.12).

Falhas que podem comprometer o processo de ensino e levar a uma formação de sujeitos com conhecimentos menos abrangentes (MACHADO; MEIRELLES, 2020). Ao considerar essas problemáticas percebe-se certa controvérsia no documento (BNCCEM), pois, almeja-se a formação integral dos estudantes, mas os conhecimentos e a carga horária dedicada a FGB podem ser insuficientes para que isso se efetive.

Além disso, o texto não discute o conceito de contextualização, limitando-a ao cotidiano imediato e a organização dos saberes em um conjunto de tópicos desarticulados sobre temáticas diversas inviabilizam o trabalho interdisciplinar (PIMENTEL JÚNIOR et al., 2022; BARROSO, 2020). Como as redes de ensino devem construir suas propostas curriculares a partir dos pressupostos da BNCCEM, as problemáticas apontadas podem ser reproduzidas. Diante disso, torna-se importante analisar, ainda que de forma sucinta, a (re)elaboração do currículo do EM em uma das redes de ensino. A seguir são tecidas algumas considerações sobre o Referencial Curricular Gaúcho do Ensino Médio (RCGEM), documento que norteia o novo currículo do EM na rede de ensino do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.1 Referencial Curricular Gaúcho e a implementação do Novo Ensino Médio

Assim como nos demais estados brasileiros, o Rio Grande do Sul iniciou a implementação da reforma curricular do EM no ano letivo de 2022 a partir da homologação do RGCEM ocorrida no ano anterior (2021). O RCGEM, um documento técnico-normativo, teve sua construção embasada na Constituição Federal de 1998, em leis, decretos, regulamentos, resoluções e diretrizes específicas, na BNCCEM e nos conceitos fundantes do EM, como protagonismo juvenil, juventudes, flexibilização curricular, FGB e IF e na experiência pedagógica das 299 escolas-piloto que implementaram a nova organização curricular em 2020 (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

A nova organização curricular com carga horária total de 3.000 horas, sendo um mínimo de 1.000 horas anuais, distribuídos em, no mínimo, 200 dias letivos, compreende uma parte comum obrigatória de no máximo 1.800 horas, a FGB, e outra parte diversificada, os IF, com carga horária mínima de 1.200 horas. A resolução 365/2021 salienta que a carga horária mínima anual deve ser ampliada de forma progressiva para 1.400 até chegar ao total de 4.200 horas, para a implementação do EM em tempo integral (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

A FGB, seguindo as prerrogativas expressas na BNCCEM, é organizada de acordo com as quatro áreas de conhecimento já citadas nesse texto, as quais devem ter tratamento metodológico contextualizado, diversificado, que preconize uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar. Pois, ainda de acordo com a resolução 365/2021

A Formação Geral Básica desenvolve temas exigidos pela legislação e normas específicas, bem como temas contemporâneos transversais, contextualizados pedagogicamente na escola e vinculados a grandes temáticas, de modo a despertar o interesse e chamar a atenção dos estudantes para a relevância que estes temas assumem nas vivências de cada indivíduo e na constituição harmônica da sociedade (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Entretanto, apesar da escassez de estudos investigativos acerca da FGB do RCGEM, há o entendimento de que, a compreensão de temas transdisciplinares, ao menos na área de CNT, exige uma base sólida de conhecimentos científicos e, a redução da carga horária pode impactar o desenvolvimento desses conhecimentos inviabilizando o entendimento de temas complexos (MASSONI; ALVES-BRITO; CUNHA, 2021). O quadro 1 mostra a organização da carga horária do EM, em que a FGB terá sua carga horária reduzida, enquanto a carga horária dos IF irá aumentar de forma gradativa.

Quadro 1. Carga horária no decorrer dos três anos do Ensino Médio.

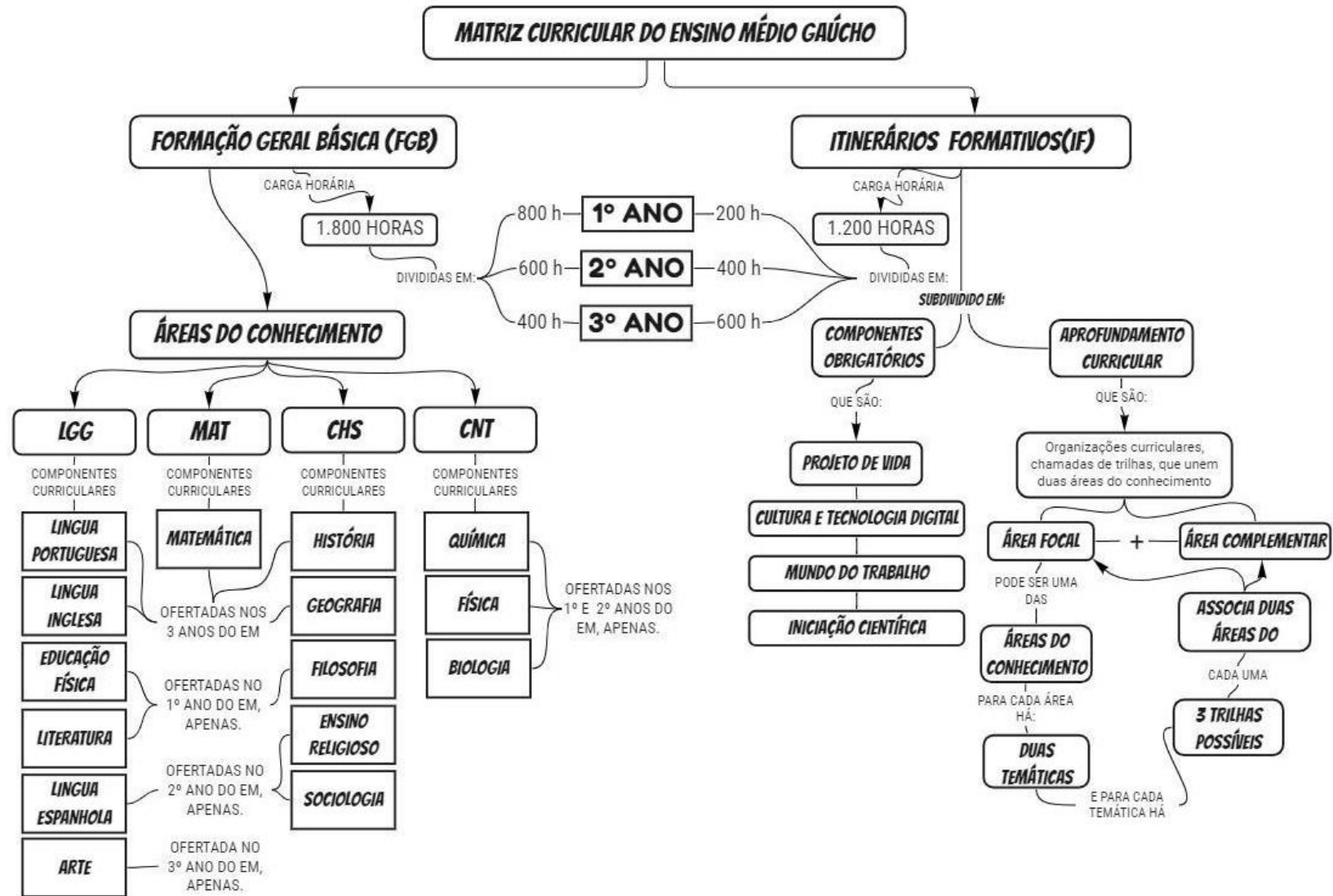
| ANO | Formação Geral Básica | Itinerário Formativo |
|------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1º ANO | 800 horas | 200 horas |
| 2º ANO | 600 horas | 400 horas |
| 3º ANO | 400 horas | 600 horas |

Fonte: autores, 2023.

A implementação da nova organização curricular está ocorrendo de forma gradativa, abrangendo em 2022 apenas o 1º ano do EM, em 2023, 1º e 2º anos, estendendo-se aos três anos do EM no ano de 2024. Mas como vai funcionar na prática? A figura 1 apresenta um esquema na tentativa de elucidar a nova organização.

Ao analisar a figura pode-se observar, na parte esquerda, as áreas de conhecimento que compõem a FGB com suas respectivas componentes curriculares (CC) e a oferta destas componentes no decorrer dos três anos do EM. Salienta-se que as CC Língua Portuguesa, Língua Inglesa e Matemática serão ofertadas durante os três anos do EM, como preceitua a BNCCEM. As CC Geografia e História também serão ofertadas da mesma forma, porém, com redução da carga horária quando comparadas a matrizes curriculares anteriores.

Figura 1. Matriz curricular do Ensino Médio Gaúcho.



Fonte: Autora, 2023.

A Língua espanhola é CC de matrícula facultativa, caso o estudante opte por não cursá-la, a carga horária deverá ser direcionada à CC de Língua Inglesa. A mesma dinâmica está prevista para a componente Ensino Religioso, cuja carga horária deverá ser direcionada para a componente Filosofia.

Com relação a área de CNT, nosso objeto de estudo, suas CC serão desenvolvidas no 1º e 2º ano, não havendo oferta no 3º ano do EM. Dessa forma, as CC Biologia, Química e Física, passam de dois períodos semanais nos três anos do EM, para dois períodos semanais apenas no 1º e 2º anos, denotando assim a redução de carga horária da área de CNT no novo EM (RIO GRANDE DO SUL, 2021; MASSONI; ALVES-BRITO; CUNHA, 2021).

Com essas mudanças, observa-se certa redução do currículo que pode propiciar “uma formação básica sem aprofundamento de conceitos e conteúdos científicos necessários à construção do pensamento científico e à capacidade de argumentação a partir das ciências” (MASSONI, ALVES-BRITO E CUNHA, 2021, p.601). Entretanto, o entendimento dos redatores da proposta é de que:

A FGB no Ensino Médio cumpre o papel específico de contribuir na construção de conhecimentos suficientes para que cada jovem possa situar-se na sociedade, compreendendo-a, operando harmônica e eticamente nela, e com isso propiciando o seu crescimento pessoal (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p.91).

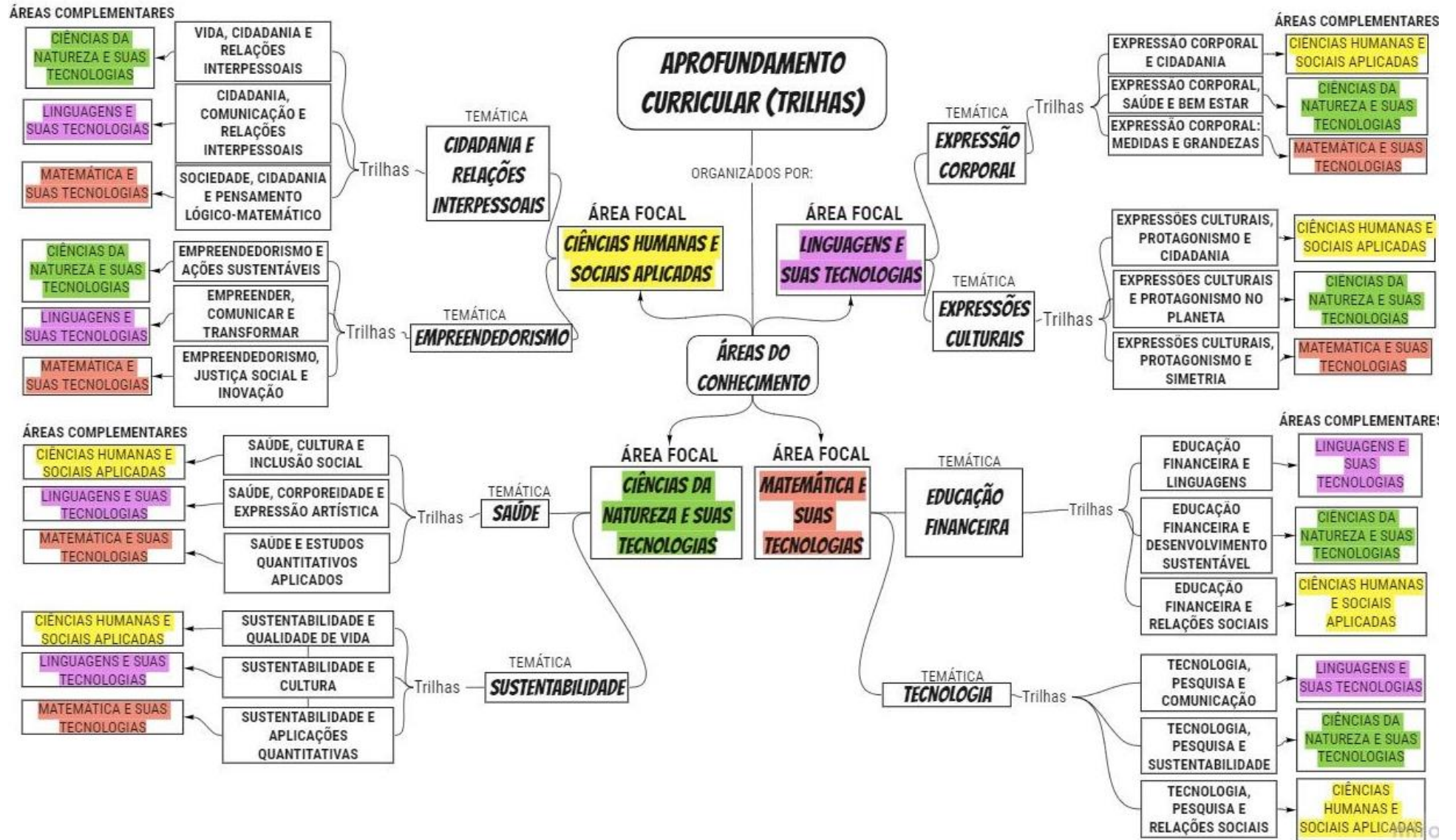
A organização dos IF é mostrada no lado direito da figura. Estes formados, por sua vez, por CC obrigatórias, como Projeto de Vida, Cultura e Tecnologia Digital e Mundo do Trabalho que integram as 200 horas destinadas ao itinerário formativo no 1º ano. Enquanto Iniciação Científica e Projeto de vida farão parte dos itinerários do segundo e terceiro ano do EM compondo juntamente com os aprofundamentos curriculares as respectivas cargas horárias.

Os aprofundamentos curriculares, chamados de “Trilhas de Aprofundamento”, são arranjos curriculares que reúnem os saberes, conceitos, estudos e teorias de duas diferentes áreas de conhecimento em conjunto (RIO GRANDE DO SUL, 2021). Para isso, uma das áreas é chamada de área focal e a outra de área complementar. Cada área de conhecimento é uma área focal e, para cada área focal foram elencadas duas temáticas. Para cada temática são ofertadas três trilhas de aprofundamento, cada uma delas ligada a uma área de conhecimento diferente da área focal.

A parte diversificada do currículo, os IF, não é objeto de análise desta pesquisa, por isso deteve-se apenas a uma leitura geral dos materiais disponibilizados pela SEDUC no site Ensino Médio Gaúcho². A organização das Trilhas de Aprofundamento é mostrada, de forma geral, na figura 2. Saúde e sustentabilidade são as temáticas voltadas a área de CNT, enquanto área focal, as quais se desdobram em três trilhas cada uma de acordo com a área complementar associada.

² Site Ensino Médio Gaúcho: <https://ensinomediogaucho.educacao.rs.gov.br/>

Figura 2. Organização das Trilhas de Aprofundamento.



Fonte: Autora, 2023.

Retomando a FGB, de acordo com o RCGEM, sua finalidade é contribuir para a construção de conhecimentos suficientes para o crescimento pessoal dos estudantes (RIO GRANDE DO SUL, 2021). Para isso, apresenta as competências e habilidades, previstas na BNCCEM, que visam aprofundar e consolidar as aprendizagens do Ensino Fundamental (EF) e ampliar a compreensão de problemas complexos. Conforme o documento, o EM é a etapa do desenvolvimento intelectual e emocional dos estudantes que aprendem os objetos de conhecimento para desenvolver as habilidades e competências almejadas (RIO GRANDE DO SUL, 2021). O texto explicita também que

Embora não sejam apresentados objetos de conhecimento nas áreas deste RCGEM para não interferir na autonomia das redes e das escolas e fomentar a flexibilidade curricular, o trabalho em cada componente curricular deve realizar-se na perspectiva do desenvolvimento integral das juventudes, no aprendizado para a vida e na continuidade de estudos (RIO GRANDE DO SUL, 2021 p.91).

As temáticas *Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos* caracterizam a área e fundamentam as três competências específicas (as mesmas descritas na BNCCEM) que se desdobram, por sua vez, em 51 habilidades a serem desenvolvidas no decorrer do EM, nesse caso no 1º e 2º ano, apenas. No texto do documento é feita uma breve descrição acerca das componentes que compõem a área. Essa descrição evidencia a importância, apresenta sugestões de metodologias de ensino e as subáreas das CC Biologia, Física e Química.

Com relação a Biologia, espera-se que a CC “contribua para ampliar o entendimento que o indivíduo tem de sua própria organização biológica, do lugar que ocupa na natureza e na sociedade, de sua interação com o meio e dos resultados de sua ação sobre ele” (RIO GRANDE DO SUL, 2021 p.97). Biologia Celular, Embriologia, Anatomia, Fisiologia, Histologia, Genética, Evolução, Microbiologia, Botânica, Zoologia, Ecologia, Paleontologia são as subáreas sugeridas para se trabalhar a Biologia no EM. Já o ensino de química deve buscar

[...] a associação dos conceitos químicos com o cotidiano do estudante e com os conhecimentos científicos, a fim de perceber a dinâmica das transformações que ocorrem no corpo humano, na natureza, na indústria e em todos os contextos em que podem ser observadas (RIO GRANDE DO SUL, 2021 p.99).

As subáreas da Química a serem abordadas na etapa são Química Geral, Química Inorgânica, Físico-Química e Química Orgânica. As competências e

habilidades da área, descritas na BNCCEM, são apresentadas no documento, entretanto, essas habilidades são complementadas pelas habilidades sugeridas para o currículo gaúcho, as quais podem ser trabalhadas em um, dois ou nos três anos do EM, conforme as sugestões ou a critério do professor em seu planejamento, com vistas às especificidades do território (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

A sugestão de habilidades para o Rio Grande do Sul pode indicar que houve certa adequação da BNCCEM à realidade local, entretanto, apenas aspectos gerais do estado foram considerados no processo de reconstrução do currículo, desconsiderando-se assim as distintas realidades que podem existir (OLIVEIRA, 2023). Além disso, de acordo com Massoni; Alves-Brito e Cunha (2021), o aligeirado processo de construção do novo currículo, no Rio Grande do Sul, é marcado pelo desmembramento e redirecionamentos das habilidades previstas na BNCCEM, sem maiores possibilidades de readequação. Os autores exemplificam essa proposição ao comparar as habilidades descritas a seguir

Habilidade BNCC: (EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade (BRASIL, 2018).

Habilidades RS:

- Reconhecer grandezas físicas bem como suas unidades e conversões, envolvidas com o funcionamento de aparelhos eletroeletrônicos doméstico, bem como identificar os que consomem mais energia (Anos: 3º).
- Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano. (Anos: 2º e 3º) (RIO GRANDE DO SUL, 2021)

A crítica refere-se à adequação realizada, uma vez que, a habilidade da BNCCEM refere-se “a um tipo de equipamento elétrico com função bem direcionada (que envolve a transformação de energia elétrica em outras e vice-versa) e em que as habilidades específicas do Rio Grande do Sul foram direcionadas para situações cotidianas não especificamente regionais” (MASSONI, ALVES-BRITO; CUNHA, 2021, p. 590).

Sobre isso, buscamos referências na literatura acerca da recontextualização do discurso curricular presente no texto da BNCCEM, pois, de acordo com Habowski (2021), o discurso curricular que caracteriza o Ensino de Ciências é constituído por diferentes discursos, que ao serem recontextualizados geram novos entendimentos, caracterizados como compreensões híbridas, isto é, formadas a partir de outras

interpretações que ora se aproximam ora se afastam das intenções políticas, sociais e culturais para as quais a área foi formada.

Entretanto, não há na literatura estudos comparativos acerca desta recontextualização na área de CNT. Ao realizar um recorte do RCGEM acerca das habilidades voltadas a área da Bioquímica, e, compará-las as habilidades previstas na BNCCEM, observou-se certa convergência das intenções formativas dos documentos³. As habilidades que acreditamos ter relação com a Bioquímica são mostradas no quadro 2 a título de conhecimento, não nos aprofundamos quanto a análise do processo de recontextualização local ou regional.

Ressaltamos que no RCGEM, não há indicação do ano em que a habilidade deve ser desenvolvida, além disso, apesar da sugestão incluir o 3º ano do EM, na prática não haverá a oferta das CC da área no último ano do EM.

Quadro 2. Habilidades relacionadas a área da Bioquímica que devem ser desenvolvidas pelos estudantes do EM.

| Habilidade BNCCEM | Habilidade RCGEM | Ano |
|---|--|----------------------|
| (EM13CNT102): Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos. | Discutir a relação entre a composição dos alimentos, valor energético e a obesidade, a fim de compreender a relação entre alimentação e sustentabilidade. | 1º, 2º e/ou 3º |
| (EM13CNT104): Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis. | Interpretar resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na tabela nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura, entre outros contextos, a fim de promover debates sobre o cuidado consigo, com o outro e com a natureza; | 1º, 2º e/ou 3º |
| (EM13CNT207): Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar. | Propor ações coletivas com o intuito de informar e instruir o estudante, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo quanto: IST's, vícios, drogas, diversidade e sexualidade, vinculados aos estudos de bioquímica, sistema nervoso, sistema reprodutor, sistema digestório, compostos orgânicos. | 1º, 2º e/ou 3º |

³ Salientamos que essa é uma observação feita a partir da leitura das habilidades, apenas. Não houve aprofundamento teórico.

| | | |
|---|--|-------------------------------|
| <p>(EM13CNT209): Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> | <p>Compreender como são constituídas as substâncias e bem como as misturas e os sistemas materiais, reconhecendo a relação entre as partículas que constituem os materiais e a diversidade de tipos de átomos (elementos químicos); Perceber que a diferente combinação de átomos dá origem a substâncias simples e compostas e que a maior parte dos materiais são constituídas de misturas homogêneas e sistemas heterogêneos; Entender que a(s) substância(s) que se encontra(m) em menor quantidade é(são) o(s) soluto(s), e que o solvente é aquele que o(s) dissolve(m).</p> | <p>1º, 2º e/ou 3º</p> |
| <p>(EM13CNT306): Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.</p> | <p>Analisar e investigar o comportamento das diferentes substâncias orgânicas e inorgânicas, com base nos modelos de ligações químicas, uma vez que estão presentes no cotidiano e compreender que seu manuseio e aplicabilidade mesmo em contextos domésticos requer cuidado e responsabilidade.</p> | <p>1º, 2º e/ou 3º</p> |

Fonte: autora (2023). Retirado de Rio Grande do Sul, 2021.

Diante das mudanças a partir da implementação da nova organização curricular, surgem alguns questionamentos: Como os professores têm ensinado os conteúdos de Bioquímica no EM? Quais são os conteúdos ensinados? Qual é a ordem cronológica destes conteúdos? Os conteúdos são trabalhados no mesmo ano? Acredita-se que para encontrar respostas a esses questionamentos se faz necessário pensar como o ensino dos conteúdos de Biologia e Química vem sendo trabalhados nos últimos anos e como é a configuração interdisciplinar destas CC, visto que, o desenvolvimento das habilidades enseja o trabalho interdisciplinar.

4.2 Química e Biologia: áreas de conhecimento interdisciplinares?

Os referenciais curriculares da EB Brasileira mais recentes destacam a importância da interdisciplinaridade para a formação integral dos sujeitos. Mas o que é interdisciplinaridade? De acordo com Japiassu (1994), Fazenda (1994) e Pombo (2008), não há uma definição única para o termo interdisciplinaridade, ou seja, não há um sentido epistemológico único e estável. O termo pode assumir significados

diferentes, e isso acarreta diferentes formas de compreensão. Neste sentido, Pombo (2008), aponta que:

Falar sobre interdisciplinaridade é hoje uma tarefa ingrata e difícil. Em boa verdade, quase impossível. Há uma dificuldade inicial - que faz todo o sentido ser colocada - e que tem a ver com o facto de ninguém saber o que é a interdisciplinaridade. Nem as pessoas que a praticam, nem as que a teorizam, nem aquelas que a procuram definir. A verdade é que não há nenhuma estabilidade relativamente a este conceito (POMBO, 2008, p.10).

Com o objetivo de explicitar o entendimento acerca da questão anterior (O que é interdisciplinaridade?) e, a partir deste entendimento responder a questão que norteia este tópico (Química e Biologia: áreas de conhecimento interdisciplinares?), recorreremos a autores da área como: Hilton Japiassu, Ivani Catarina Arantes Fazenda e Olga Pombo a fim de “tentar” desenhar um embasamento teórico.

Hilton Japiassu, citado como um dos pioneiros nos estudos sobre interdisciplinaridade no Brasil, tem na sua obra “*Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*”, publicada em 1976 o marco como sendo a primeira produção significativa sobre o tema no país (FAZENDA, 1994). O autor critica a fragmentação do conhecimento científico provocada pelo excesso de especialização das disciplinas que fez com que cada especialista se ‘fechasse’ no seu ramo de conhecimento.

Pombo (2008), corrobora com esse entendimento ao apontar a insuficiência da especialização dos conhecimentos científicos no entendimento das demandas atuais. Para esses autores a construção do conhecimento não acontece de forma isolada na qual exista a necessidade de reduzir em partes cada vez menores o objeto de estudo, haja vista que “os “óculos” de uma disciplina são totalmente impotentes para estudar os problemas em sua complexidade” (JAPIASSU, 1994, p. 1).

Cabe salientar que não há uma negação com relação às especialidades e objetividades de cada disciplina, mas que isso é o oposto da proposta interdisciplinar que pressupõem a integração entre as disciplinas, as trocas entre os especialistas e uma visão da pesquisa e do ensino na sua totalidade (OLIVEIRA & SANTOS, 2017). Por isso, Japiassu (1994), defende a interdisciplinaridade como um projeto de reunificação do saber do qual nenhuma disciplina, nenhum tipo de conhecimento e experiência devam ser excluídos. Nas palavras do autor:

[...] o trabalho interdisciplinar propriamente dito supõe uma interação das disciplinas, uma interpenetração ou interfecundação, indo desde a simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos (contatos interdisciplinares), da epistemologia e da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da pesquisa (JAPIASSU, 1994, p.2).

Dentre as vantagens de utilização da interdisciplinaridade, o autor refere-se a indissociabilidade entre ensino e pesquisa. Nesta perspectiva, o interdisciplinar pode revelar-se, por exemplo, quando na resolução de um problema concreto, os cientistas interdisciplinares, que Japiassu nomeou como 'engajados' (engenheiros, médicos, arquitetos), constroem uma ilha de racionalidade, ou seja, constroem uma representação teórica em que reúnem os conhecimentos de várias disciplinas para solucionar o problema. Este exemplo nos permite refletir, mais uma vez, que o interdisciplinar pressupõe a existência de disciplinas e, que se efetiva no diálogo e integração com a intencionalidade de eliminar as barreiras entre estas.

Segundo Japiassu (1994) o trabalho interdisciplinar em torno de problemas concretos que viabilizem o desenvolvimento da capacidade de empreender abordagens teóricas interdisciplinares merece estar no centro da formação de nossa população pois “permite a formação cultural da população, levá-la a participar ativamente da cultura científica. Numa palavra, leva a população a se tornar científica e tecnologicamente alfabetizada” (JAPIASSU, 1994, p.4).

Contudo, para a efetivação deste trabalho interdisciplinar muitos obstáculos precisam ser superados como: a visão acrítica dos saberes fragmentados, o ensino dogmático, as relações de poder e o próprio entendimento acerca da interdisciplinaridade. Com relação ao último obstáculo citado, Fazenda (1994), assim como Japiassu (1976) reconhece que apesar da polissemia terminológica, a interdisciplinaridade “se caracteriza pela intensidade das trocas **entre os especialistas** e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa” (FAZENDA, VARELLA & ALMEIDA, 2013, p.853, grifo nosso).

As leituras realizadas nos conduziram ao entendimento da interdisciplinaridade, na visão destes autores, como um elemento aplicado em diferentes contextos. No contexto epistemológico refere-se “às práticas de transferência de conhecimentos entre disciplinas e seus pares” (POMBO, 2008, p. 10) e, no contexto pedagógico relaciona-se às questões do ensino, às atividades práticas de troca de conhecimentos entre professores e alunos, a organização do currículo, os métodos de trabalho (POMBO, 2008).

E, como prática de ensino, embora os textos consultados relacionem os termos “equipe interdisciplinar”, “trabalho em parceria” à interdisciplinaridade, Fazenda (1994), a entende como categoria de ação, que exige uma mudança de

atitude frente ao conhecimento. Esta ação pode ser coletiva ou individual, uma vez que:

[...] o conceito de interdisciplinaridade encontra-se diretamente ligado ao conceito de disciplina, pois na compreensão da autora é por meio das diferentes disciplinas que a interpenetração das ciências irá acontecer, possibilitando assim que a interdisciplinaridade se efetive como prática no âmbito escolar (OLIVEIRA, & SANTOS, 2017, p. 77).

Depreendemos a partir deste recorte que a interdisciplinaridade pode ser descrita como a combinação, o ponto de encontro de duas ou mais disciplinas. Além disso, uma ação interdisciplinar não necessita, obrigatoriamente, ser coletiva. A prática interdisciplinar pode ser individual. O que enseja que professor (referindo-nos ao contexto pedagógico) saiba lidar com os objetos de conhecimentos das diferentes áreas e consiga estabelecer relações entre eles.

Ao pensarmos na ação interdisciplinar individual, revisitamos os estudos de Pombo (2008) que buscou descrever a etimologia da palavra “*interdisciplinaridade*”. Ao encontrar significados distintos para a palavra “disciplina”, buscou analisar os prefixos: *pluri/multi*, *trans* e *inter*, comumente utilizados junto a este radical. Deste modo, os prefixos *pluri/multi* indicam o paralelismo, as disciplinas são colocadas lado-a-lado, mas não há interação. O prefixo *inter* pressupõe uma interação entre as disciplinas e o prefixo *trans*, refere-se a uma interação tão forte que ocorre uma fusão de conhecimentos resultando na formação de uma nova disciplina.

Conforme a autora, dependendo do nível de relação entre as disciplinas, pode ocorrer um reordenamento disciplinar em que surgem novos tipos de formações disciplinares, cuja descrição realizada pela autora é:

[...] novas disciplinas híbridas que se constituem pelo cruzamento de duas disciplinas tradicionais, quer no âmbito das ciências exatas e da natureza (por exemplo, a Biomatemática, a Bioquímica ou a Geofísica), das ciências sociais e humanas (Psicolinguística ou História Económica), quer entre umas e outras (Sociobiologia, Etologia), quer ainda entre ciências naturais e disciplinas técnicas (Engenharia Genética ou Biónica). Em qualquer caso, são sempre novas disciplinas que se constituem na fronteira de duas disciplinas tradicionais (POMBO, 2008, p.25).

A Bioquímica é citada como uma nova área de conhecimento, uma disciplina híbrida, que como a nomenclatura sugere, reúne conhecimentos das áreas da Biologia e da Química, cuja relação intrínseca de conhecimentos propiciou uma fusão unificadora desses conhecimentos. Embora essa unificação seja referenciada na perspectiva da transdisciplinaridade, Zabala (1998) ao conceituar a

interdisciplinaridade, também faz referência a Bioquímica como um novo corpo disciplinar:

A interdisciplinaridade é a organização de conteúdos entre duas ou mais disciplinas, que pode ir desde a simples comunicação de ideias até a integração recíproca de conceitos fundamentais e da teoria do conhecimento, da metodologia e dos dados da pesquisa. Estas interações podem implicar transferência de leis de uma disciplina para outra e, inclusive, em alguns casos dão lugar a um novo corpo disciplinar, como a bioquímica (ZABALA, 1998, p. 143).

Diante disso, pode-se dizer que, para além, de áreas de conhecimento que se complementam, Biologia e Química, constituem um campo de saber único. Entretanto, os conhecimentos deste campo de saber são ensinados de modo fragmentado no EM, sendo apresentados em momentos diferentes nas disciplinas de Química e Biologia.

4.3 Ensino de Bioquímica

A Bioquímica é a ciência que visa explicar os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos, sendo por isso definida como a ciência da vida. Trata-se do estudo acerca das estruturas e funções de componentes celulares como proteínas, carboidratos, lipídios, ácidos nucleicos e outras biomoléculas (FERRI, 2013; SOLNER et al., 2019). A história da ciência Bioquímica é recente, teve início no século XX com as publicações do cientista alemão Carl Neuberg, em 1903. Contudo, alguns pesquisadores europeus já desenvolviam estudos desde o século XIX. Em 1828, Friedrich Wohler conseguiu sintetizar, em seu laboratório, a ureia (marco da química orgânica), composto que até então era encontrado apenas na urina de mamíferos (FERRI, 2013; FIOCRUZ, 2021).

Desde então, os avanços tecnológicos e as descobertas científicas têm contribuído para o desenvolvimento do conhecimento bioquímico em diversas áreas como: a biologia molecular, a engenharia genética, a biotecnologia, as técnicas de clonagem, as terapias moleculares e celulares e a investigação das bases moleculares de patologias (FERRI, 2013). Atualmente, a Bioquímica “é considerada uma ciência forte e reconhecida pelo estudo e capacidade de intervenção nos mecanismos moleculares que regulam a vida” (FERRI, 2013, p.15).

Entretanto, a compreensão dos conhecimentos e estudos bioquímicos, independente da área, enseja o entendimento de conceitos básicos de Biologia e

Química. Haja vista que apesar da enorme biodiversidade, muitas estruturas e processos são compartilhados por todos os seres vivos. De acordo com Nelson & Cox (2014), todos os organismos realizam quatro processos bioquímicos básicos para assegurar a manutenção da vida, são eles: a síntese de biomoléculas, o transporte de substâncias, a degradação de biomoléculas para a obtenção de energia e a eliminação de substâncias químicas.

Dois dos processos bioquímicos citados referem-se ao termo *biomoléculas*, que é o nome dado as moléculas orgânicas naturais sintetizadas pelos seres vivos (RIBEIRO, 2020). São substâncias orgânicas formadas a partir dos arranjos do elemento químico carbono (C) com outros elementos químicos como o hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). As principais biomoléculas, formadas a partir destes arranjos, são os carboidratos, as proteínas, os ácidos nucleicos e os lipídeos. Sobre essas biomoléculas, REECE et al. (2015, p.66) diz que:

[...] é surpreendente que as grandes moléculas de importância crucial para todas as coisas vivas – desde bactérias até elefantes – podem ser agrupadas em apenas quatro classes principais: carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos. Na escala molecular, membros de três dessas classes – carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos – são enormes e, por isso, denominados **macromoléculas**.

Com exceção dos lipídeos, as demais biomoléculas são moléculas em cadeia, chamadas de polímeros. Um polímero é uma longa molécula formada por subunidades semelhantes ou idênticas, chamadas de monômeros, que são unidas por ligações covalentes (REECE et al., 2015). A seguir são apresentadas, de forma sucinta, descrições gerais dessas biomoléculas.

4.3.1 Carboidratos

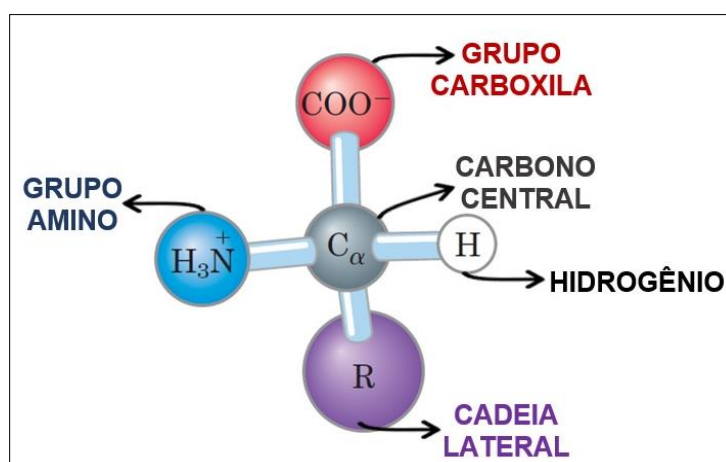
Os carboidratos (ou hidratos de carbono) são poli-hidroxialdeídos ou poli-hidroxiketonas, ou substâncias que hidrolisadas originam estes compostos. Apresentam, em geral, a fórmula empírica $(\text{CH}_2\text{O})_n$, da qual deriva a sua nomenclatura. Alguns carboidratos podem conter nitrogênio, fósforo ou enxofre na sua estrutura. Existem três classes principais de carboidratos, são elas: monossacarídeos (açúcares simples formados por um monômero), dissacarídeos (compostos por dois monossacarídeos unidos por uma ligação covalente) e os polissacarídeos (polímeros de açúcar que contêm mais de 20 unidades de monossacarídeos) (RIBEIRO, 2020; NELSON & COX, 2014; REECE et al., 2015).

Diversas funções são atribuídas aos carboidratos, dentre elas, sua utilização como a principal fonte de energia no processo denominado respiração celular, que no caso da glicose (monossacarídeo), por exemplo, pode ocorrer de forma aeróbia ou anaeróbia. Os polissacarídeos podem formar polímeros de armazenamento (o amido, em células vegetais, e o glicogênio, em células animais) e estruturais (celulose, em células vegetais, e a quitina que forma o exoesqueleto dos artrópodes) (RIBEIRO, 2020; NELSON & COX, 2014).

4.3.2 Proteínas

São as macromoléculas biológicas mais abundantes, ocorrendo em todas as células e em todas as partes das células. Construídas a partir da união de monômeros chamados aminoácidos que se ligam de modo covalente em uma sequência linear característica. Cada aminoácido têm um grupo carboxila e um grupo amino ligados ao mesmo átomo de carbono e diferem uns dos outros em suas cadeias laterais ou grupos R, que variam em estrutura, tamanho e carga elétrica, e que influenciam a solubilidade dos aminoácidos em água (NELSON & COX, 2014). Sua estrutura é representada na figura a seguir:

Figura 1- Estrutura geral de um aminoácido.



Fonte: autora (2023). Adaptado de Nelson & Cox, 2014, p.76.

Todas as proteínas são compostas pelo mesmo conjunto de 20 aminoácidos, em milhares de combinações possíveis. Os aminoácidos se unem através de ligações peptídicas. Um polímero de aminoácidos é chamado polipeptídeo e, uma proteína, por sua vez, é formada por um ou mais polipeptídeos, cada um enovelado e organizado em uma estrutura tridimensional específica que confere a função biológica da proteína (REECE et al., 2015; RIBEIRO, 2020).

As “proteínas controlam praticamente todos os processos que ocorrem em uma célula, exibindo uma quase infinita diversidade de funções” (NELSON & COX, 2014, p.75). Ou seja, a maioria das funções dinâmicas de um organismo vivo dependem das proteínas. As enzimas, por exemplo, são proteínas que possuem ação catalítica, e aceleram reações químicas do metabolismo e de outros processos biológicos. As proteínas exercem função hormonal e atuam no sistema de defesa (anticorpos).

Além disso, são essenciais para o transporte de moléculas e íons através das membranas, bem como no processo de comunicação celular. Podem constituir-se em uma reserva de aminoácidos, como a caseína (proteína do leite) e a ovoalbumina (proteína da clara do ovo) desempenhando a função de armazenamento (REECE et al., 2015). Compõem as “fibras musculares, penas, teias de aranha, chifres de rinocerontes, proteínas do leite, antibióticos, venenos de cogumelos e uma miríade de outras substâncias com atividades biológicas distintas” (NELSON & COX, 2014).

4.3.3 Ácidos Nucleicos

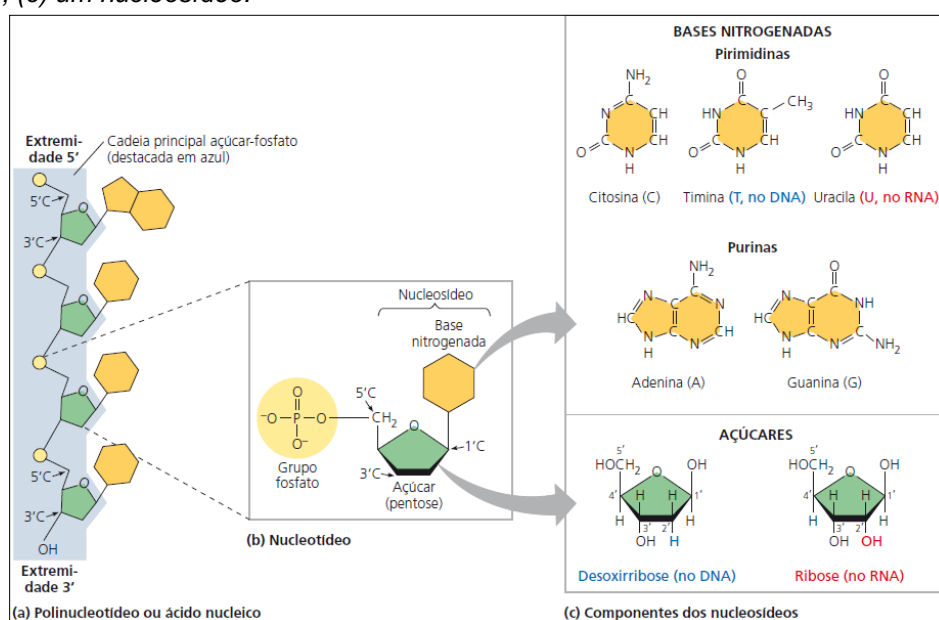
Os ácidos nucleicos são macromoléculas formadas por polímeros chamados de polinucleotídeos, como o nome sugere, esses polímeros são formados por monômeros chamados nucleotídeos. Um nucleotídeo, é composto por três partes: um açúcar de cinco carbonos (pentose), uma base contendo nitrogênio (por isso chamada de base nitrogenada) e um ou mais grupos fosfato. Entretanto, a composição de cada nucleotídeo pode variar de acordo com o tipo de base nitrogenada e o tipo de pentose.

As bases nitrogenadas podem ser classificadas em dois grupos distintos: as pirimidinas e as purinas. As pirimidinas são caracterizadas pela presença de um anel de seis átomos de carbono. Pertencem a este grupo a citosina (C), a timina (T) e a uracila (U). Já as purinas são maiores, e apresentam um anel de seis átomos fusionado a um anel de cinco átomos. As purinas são: adenina (A) e guanina (G). Além da diferença no tamanho, pirimidinas e purinas se diferenciam quanto aos grupos químicos ligados aos anéis. As bases adenina, guanina e citosina são observadas tanto no DNA quanto no RNA, enquanto a timina é observada apenas molécula de DNA, e a uracila apenas na molécula de RNA (REECE et al., 2015).

Com relação aos açúcares, há dois tipos de pentose: a desoxirribose e a ribose, ambas apresentam cinco carbonos na sua estrutura, a “única diferença entre esses dois açúcares é que a desoxirribose tem um átomo de oxigênio a menos ligado

ao segundo átomo de carbono do “anel”, daí o nome *desoxirribose*” (REECE et al., 2015, p.86). Os nucleotídeos unem-se uns aos outros através de ligações fosfodiéster, “que consiste em um grupo fosfato ligando dois açúcares de dois nucleotídeos. Essa ligação dá origem ao padrão de repetição de unidades de açúcar-fosfato, chamado de *cadeia principal de açúcar-fosfato*” (REECE et al., 2015, p.86). A figura a seguir visa representar as estruturas que compõem os nucleotídeos.

Figura 3. Componentes dos ácidos nucleicos. (a) um polinucleotídeo possui uma cadeia principal açúcar-fosfato; (b) um monômero de nucleotídeo inclui a base nitrogenada, o açúcar e o grupo fosfato; (c) um nucleosídeo.



Fonte: Retirado de Reece et al. (2015, p.87).

Como pode-se perceber, existem dois tipos de ácidos nucleicos: o ácido desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA) que são “os repositórios da informação genética” (NELSON & COX, 2014, p. 281). De acordo com Reece et al.

Os dois tipos de ácidos nucleicos, **ácido desoxirribonucleico (DNA)** e **ácido ribonucleico (RNA)**, permitem que os organismos vivos reproduzam seus componentes complexos de uma geração para a outra. Sem paralelo entre as moléculas, o DNA fornece instruções para a sua própria replicação. O DNA também controla a síntese de RNA e, por meio do RNA, controla a síntese de proteínas; todo esse processo é chamado de **expressão gênica**. (REECE et al., 2015, p. 88).

De modo sucinto, é possível compreender que a síntese proteica corresponde a sequência específica de aminoácidos de cada proteína. Mas como essa sequência é determinada? O DNA carrega essa informação. Por meio do processo chamado de expressão gênica, esta informação é transcrita (em uma molécula de RNA) e, posteriormente, traduzida na produção da proteína propriamente dita.

Em outras palavras, a sequência de nucleotídeos de cada molécula de RNA é especificada pela sequência de nucleotídeos da molécula de DNA da célula. O trecho de uma molécula de DNA que contém a informação necessária para a síntese de uma proteína ou de uma molécula de RNA, é chamado de gene e, cada molécula de DNA pode ter milhares de genes. A informação contida em cada gene é chamada de informação genética. O armazenamento e a transferência da informação genética são as únicas funções atribuídas a molécula de DNA (NELSON & COX, 2014; REECE et al., 2015).

Já o RNA exerce várias funções na expressão dos genes, incluindo a transferência das instruções do DNA para os ribossomos (os complexos que executam a síntese de proteínas). Para realizar esse processo existem três classes de RNA: o RNA mensageiro (RNAm) que conduz as instruções genéticas para a síntese de proteínas do núcleo para o citoplasma, o RNA ribossômico (RNAr), um componente dos ribossomos e o RNA transportador (RNAt) que consiste na molécula que traduz a informação no RNAm em uma sequência específica de aminoácidos (REECE et al., 2015; NELSON & COX, 2014).

4.3.4 *Lipídios*

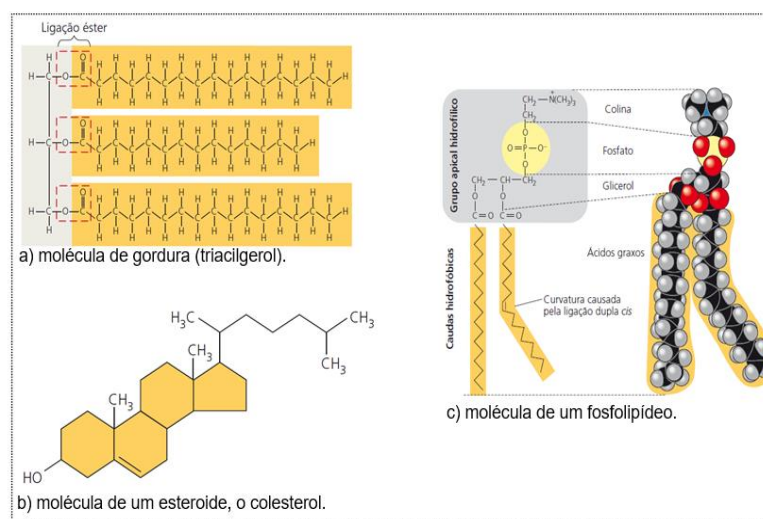
Os lipídios são a única classe de grandes moléculas biológicas que não incluem polímeros verdadeiros, ou seja, não são formados por unidades menores, e por isso, seu tamanho é reduzido quando comparado as outras biomoléculas (carboidratos, proteínas, ácidos nucleicos), por isso não são consideradas macromoléculas. Estes compostos têm estrutura muito variada, o que dificulta a sua classificação, entretanto todos compartilham uma importante característica que os define: a insolubilidade em água (REECE et al., 2015; NELSON & COX, 2014; RIBEIRO, 2020).

Os lipídeos apresentam comportamento hidrofóbico devido a sua estrutura molecular. Os tipos de lipídeos mais importantes biologicamente são as gorduras, os fosfolipídeos e os esteroides. As gorduras são formadas por duas moléculas menores: glicerol e ácidos graxos. Para formar uma gordura, também chamada de triacilglicerol, três moléculas de ácido graxo se ligam a uma molécula de glicerol por meio de uma ligação éster. Os fosfolipídeos são moléculas semelhantes as gorduras, entretanto tem apenas duas moléculas de ácido graxo ligadas ao glicerol. São essenciais para

as células, pois são os principais constituintes das membranas celulares (REECE et al., 2015).

Já os esteroides são lipídeos com estrutura diferenciada, apresentam um esqueleto carbônico composto de quatro anéis fusionados e se diferenciam quanto aos grupos químicos ligados a este conjunto de anéis. O esteroide mais conhecido é o colesterol, presente nas membranas celulares dos animais, e também o precursor a partir do qual outros esteroides, como os hormônios sexuais de vertebrados, são sintetizados (REECE et al., 2015). A figura a seguir ilustra a estrutura química dos diferentes tipos de lipídeos.

Figura 4. Estrutura dos lipídeos: (a) Estrutura química da molécula de gordura. (b) Estrutura química da molécula de um esteroide e (c) Estrutura química da molécula de fosfolípido.



Fonte: Autora (2023). Retirado de: Reece et al., 2015.

A diversidade de estruturas químicas faz com que estas biomoléculas realizem diferentes funções nos sistemas biológicos, como reserva energética (gorduras) e componentes estruturais das diferentes membranas celulares (fosfolípídeos e esteroides). Além disso, outros lipídeos, embora presentes em quantidades relativamente pequenas, desempenham papéis cruciais como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos fotossensíveis, agentes emulsificantes no trato digestivo, hormônios e mensageiros químicos intracelulares (NELSON & COX, 2014; RIBEIRO, 2020).

A partir da breve descrição das principais classes de biomoléculas, pode-se depreender que, o estudo e entendimento da estrutura e função dessas, depende de conhecimentos a respeito das funções orgânicas (conceitos químicos). Entretanto, com relação ao ensino de Bioquímica, no EM o “conteúdo é abordado no contexto das

disciplinas Química e Biologia, mas, por se tratar de sistemas vivos, a Bioquímica é assunto que aparece principalmente dentro da Biologia” (RIBEIRO, 2020, p.32).

Apesar de os documentos norteadores da EB manifestarem a importância da interdisciplinaridade, no tocante ao aprendizado de Bioquímica no EM o que se observa é uma superficialidade, e a disciplina como tal é inexistente, sendo os conceitos bioquímicos apresentados aos estudantes em tópicos de Química ou de Biologia (FREITAS, 2006).

Em estudo realizado por Souza et al. (2018) no qual foram analisados os livros didáticos de Biologia e Química, os exercícios e os programas curriculares das duas disciplinas (Biologia e Química) no EM, constatou-se que os estudantes não conseguem estabelecer relações entre as duas disciplinas, pois os assuntos relacionados a Bioquímica, são tratados de forma isolada e em tempos distintos nas duas disciplinas.

A estrutura e as funções das biomoléculas normalmente são ensinadas no 1º ano do EM, enquanto as funções orgânicas, conteúdo que faz parte da química orgânica, está previsto para o 3º ano do EM. Souza et al. (2018, p. 203) criticam essa forma de organização curricular e entendem que:

A necessidade de sistematizar a forma de ensino fez com que o conhecimento fosse compartimentalizado. Primeiro foi segmentado em disciplinas e dentro destas disciplinas foi ainda mais subdividido em cada série. Exatamente na subdivisão de assuntos para cada série não houve uma comunicação entre as disciplinas. Assim cada uma delas construiu seu programa sem entender a necessidade da outra. Isto criou uma barreira ou no mínimo um complicador no ensino dessas disciplinas.

Estes autores, consideram “que se faz urgente a implementação de ações interdisciplinares para todo o programa de Bioquímica (Carboidratos, Lipídeos, Proteínas, Sais Minerais e Água) ensinado em turmas da 1ª série do Ensino Médio” (SOUZA et al., 2008, p. 197). E, sugerem que as disciplinas Biologia e Química ministrem, simultaneamente, o assunto Bioquímica, nesta proposição os estudantes estudarão a estrutura química das moléculas, na disciplina de Química e, na disciplina de Biologia, as suas aplicabilidades para a manutenção da vida. Entretanto isso enseja uma mudança na organização curricular das escolas, ao mesmo tempo que viabiliza a possibilidade de uma ação interdisciplinar na área de CNT conforme as orientações da BNCC.

Para além do desencontro dos conteúdos de Bioquímica na organização curricular, outras dificuldades encontradas neste campo de ensino são: a dificuldade

de abstração dos estudantes, haja vista que a maioria dos conceitos não são visíveis a olho nu, o domínio de uma linguagem específica, que influencia na construção de “pontes cognitivas” entre os conhecimentos químicos e biológicos para explicar um fenômeno e, aliado a isso a falta de atividades práticas.

Outra perspectiva relevante na área de ensino de Bioquímica refere-se ao número reduzido de trabalhos encontrados quando comparado com as outras áreas de conhecimento. Solner et al. (2019, p. 134) aponta que “tanto professores quanto estudantes vêm demonstrando pouco interesse em desenvolver pesquisas, produzir materiais de apoio no entendimento desse conteúdo ou outras áreas que envolvam os conteúdos e temas bioquímicos”. Essa constatação, de certa maneira, demonstra a importância da presente pesquisa.

4.4 Sequência Didática

Como vimos, não há uma receita para a realização da interdisciplinaridade. Contudo, pode-se pensar em estratégias pedagógicas que auxiliem o professor a promover situações concretas de aprendizagem. Neste sentido, as Sequências Didáticas (SD) constituem-se como uma alternativa viável para o planejamento de atividades sobre um tema específico que pode perpassar várias disciplinas. Ao relacionarmos as SD a interdisciplinaridade, alguns autores destacam sua importância por “desempenhar o papel de agente integrador entre as diferentes disciplinas, podendo tornar-se um importante mecanismo de socialização dos conhecimentos na escola” (GUIMARÃES & GIORDAN, 2011 p. 4).

Uma SD pode ser definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18). Trata-se, portanto, da organização de um conjunto de atividades sobre um determinado conteúdo, com o objetivo de ensiná-lo, etapa por etapa.

Além de estratégia de planejamento, pode ser compreendida como uma metodologia de ensino, pois, ao mesmo tempo que o estudante constrói sua aprendizagem através das atividades disponibilizadas, o professor o acompanha no decorrer do processo de ensino podendo realizar alterações, se assim entender necessário, avaliando sua própria prática. Nesta perspectiva, as SD são entendidas

como unidades de análise da prática docente em uma perspectiva processual (ZABALA,1998).

Essa metodologia tem despertado interesse em virtude da possibilidade de desenvolver um trabalho integrado com base nos conteúdos de ensino fixados pelas normativas oficiais e pelos objetivos específicos de aprendizagem, aliado a utilização de diversas estratégias de ensino que podem propiciar a motivação dos alunos (MACHADO & CRISTOVÃO, 2006).

Nos documentos oficiais brasileiros voltados à educação, os pressupostos das SD apareceram pela primeira vez nos PCNs, sob as denominações de "projetos" e "atividades sequenciadas" a serem empregadas no estudo da Língua Portuguesa. Atualmente, as SD estão vinculadas ao estudo de todos os conteúdos dos diversos componentes curriculares da EB. (LIMA, 2018; MACHADO & CRISTOVÃO, 2006).

Apesar de o conceito de SD já fazer parte do cenário educacional, percebe-se certa confusão entre o conceito e os termos: plano de aula, semanário e projetos. Diante disso, consideramos necessário diferenciá-los. O *plano de aula* apresenta as intenções do professor para cada aula, enquanto a SD é mais ampla por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias. O *semanário*, como o próprio conceito linguístico da palavra que o traduz sugere, trata-se de um planejamento semanal (LIMA, 2018).

Já o *projeto* é concebido como uma proposta pedagógica (disciplinar ou interdisciplinar) composta de atividades individuais e/ou coletivas nas quais há uma interação entre professores e estudantes a fim de resolver um problema e/ou construir um produto final concreto. Os objetivos, estão pautados na criação de uma situação de aprendizagem que ofereça o desenvolvimento de competências e habilidades, e na análise e interpretação de situações cotidianas.

A priori pode-se pensar que as SD e os projetos possuem, de fato, muitas semelhanças. Porém, no trabalho com as SD, é o professor quem organiza e estabelece a sequência, a progressão, as etapas e a profundidade do conteúdo a ser abordado, enquanto, no ensino através de projetos são os temas a serem investigados por meio da agência dos estudantes e professores que colocam o currículo em ação (BUSS & MACKEDANZ, 2017).

Cabe salientar que “não há uma regra sobre a quantidade do número de aulas que uma SD deve possuir, o que revela seu aspecto flexível, porém é preciso um bom planejamento para que os resultados sejam alcançados” (LIMA, 2018, p.157). Nesta perspectiva, a utilização da metodologia pode favorecer a melhoria do arcabouço

teórico do professor, pois, caso este apresente fragilidades em algum conhecimento, ao planejar, terá a oportunidade de estudá-lo antecipadamente. Após o planejamento, no decorrer da aplicação da SD, o professor poderá intervir e (re)orientar os estudantes no sentido de alcançar os objetivos propostos. Desse modo, a SD pode ser concebida “como instrumento de aprendizagem do professor, operando como agente integrador de Teoria e Prática Educativa” (GUIMARÃES & GIORDAN, 2011, p. 12).

Entretanto, as SD não devem ser reduzidas a uma forma de planejamento e controle das ações apenas, mas como uma unidade de análise da prática docente. Isto porque é necessário considerar a complexidade do processo educacional e as variáveis que intervêm na prática educativa, visto que a melhoria da atuação profissional do professor passa pela análise reflexiva das intenções, previsões, expectativas e avaliação dos resultados das atividades pedagógicas propostas (ZABALA, 1998). Com relação a estrutura das SD, o quadro 4 apresenta alguns elementos:

Quadro 4. Descrição dos elementos que compõe uma Sequência Didática.

| ELEMENTO | DESCRIÇÃO |
|------------------------------|---|
| Título | Deve ser atrativo e refletir o conteúdo e as intenções formativas. |
| Público-alvo | É preciso considerar que as SD não são universais, isto é, válidas para qualquer contexto. Por isso precisam ser produzidas de acordo com cada contexto estudado, sendo este um requisito para sua eficácia. |
| Problematização | É o motivo que faz emergir a SD e a sustenta durante o processo, portanto a argumentação sobre o problema é o que ancora a SD. |
| Objetivos Gerais: | Devem ser alcançáveis e refletidos nos conteúdos que serão atingidos através da metodologia aplicada, cuja efetividade será verificada na avaliação. |
| Objetivos Específicos | Representam as metas do processo de ensino-aprendizagem passíveis de serem atingidas; Detalham as intenções de ensino e auxiliam no planejamento das estratégias a serem adotadas e das formas de avaliação. |
| Conteúdos | Embora os conteúdos estejam tradicionalmente organizados de forma disciplinar é também possível estabelecer relação com os demais componentes curriculares e integrar conceitos aparentemente isolados, promovendo a interdisciplinaridade. |
| Dinâmica | As metodologias de ensino têm caráter fundamental, pois é principalmente através do desenvolvimento delas que as situações de aprendizagem se estabelecem. Dinâmicas variadas de ensino são importantes e necessárias desde que se mantenham fiel à estrutura e contexto social que a escola alvo ofereça. |
| Avaliação | Os métodos avaliativos precisam ser condizentes com os objetivos e com os conteúdos previstos na sequência didática. Desta forma, o que se avalia deve estar diretamente relacionado com o que se pretende ensinar. |
| Referências | Este item se relaciona com as obras, livros, textos, vídeos, etc. que efetivamente serão utilizadas no desenvolvimento das aulas propostas. |

Fonte: Autora (2023). Adaptado de GUIMARÃES & GIORDAN, 2011; KIELING et al, 2019.

4.5 Gamificação

Na perspectiva de romper com o paradigma tradicional de ensino, no qual o professor é visto como uma figura de autoridade sobre o aluno, e considerando o atual contexto tecnológico que influencia o comportamento e motivação dos estudantes, diversos estudos têm sido realizados com a intenção de se pensar em novas metodologias de ensino-aprendizagem. Neste sentido, algumas metodologias ativas como a *Peer Instruction*, a *Project-Based Learning*, a *Team-Based Learning*, e a *gamificação* têm ganhado destaque por propiciar o protagonismo dos estudantes frente ao objeto de conhecimento a ser apreendido (LOVATO et al. 2018; SILVA, SALES, CASTRO, 2018).

Dentre as metodologias apresentadas, a gamificação é considerada a mais recente e se destaca por proporcionar o engajamento e a motivação dos estudantes em ambientes de aprendizagem. Contudo, os estudos sobre a eficácia da gamificação no ambiente escolar ainda são incipientes e demonstram que a metodologia é muitas vezes entendida apenas como um jogo, por ter sua vertente originada no design de jogos (SILVA, SALES, CASTRO, 2018; TOLOMEI, 2017).

O termo “gamificação” foi criado em 2002 por Nick Pelling, mas se tornou popular em 2010 e refere-se ao uso de mecânicas, estética e pensamentos dos jogos (games) para envolver pessoas, motivar ação, promover a aprendizagem e resolver problemas (FARDO, 2013). Desde sua criação, o número de “experiências e pesquisas em diversas áreas como marketing, treinamentos corporativos e na educação” envolvendo a gamificação tem sido ampliado (TOLOMEI, 2017, p. 145).

Trata-se, portanto, da utilização de elementos de *design* de jogos em contextos que não são de jogos (COSTA; MARCHIORI, 2016). Há três classificações para os elementos dos jogos: dinâmicas, mecânicas e componentes (WERBACH; HUNTER, 2012). As dinâmicas representam os aspectos não diretamente explícitos em um sistema gamificado, e são responsáveis por promover a interação entre o jogador e os demais elementos (narrativas, restrições, emoções). As mecânicas visam promover a ação dos jogadores, demarcando aquilo que pode ou não ser feito e os componentes são as aplicações concretas (desafios, feedback, competição). Sendo assim todos os elementos estão interligados nas suas ações

Sequência Didática Gamificada é aqui entendida como uma proposta didático-metodológica voltada ao processo de ensino-aprendizagem de determinados objetos

de conhecimento com vistas a desenvolver as habilidades e competências almeçadas. No caso dessa pesquisa, ao ensino e a aprendizagem de conhecimentos bioquímicos por professores e estudantes do EM.

Trata-se, portanto, de uma sequência de atividades planejadas, porém, não é algo estático, a gamificação visa dar “movimento” a esta sequência de atividades, ligando umas às outras através de estratégias que promovam a motivação e o engajamento dos estudantes. Para isso, podem ser combinados alguns elementos dos jogos como a produção de uma narrativa, a introdução de feedbacks e pontuações instantâneas, a criação de metas e desafios, e a implementação de um ranking e níveis.

4.6 Engenharia Didática: uma ferramenta teórico-metodológica possível para a Pesquisa em Ensino de Ciências

A Engenharia Didática (ED) é uma metodologia que possibilita a articulação entre a pesquisa e a prática em sala de aula viabilizando a construção, aplicação e validação de SD (ARTIGUE, 1995). Surgiu como resultado das discussões realizadas no Instituto de Investigação do Ensino de Matemática (IREM), na França, tendo sido idealizada por Guy Brousseau “como suporte metodológico para as pesquisas em Didática de Matemática” (POMMER, 2013, p.21).

De acordo com Brousseau (1997, p.53), A Didática da Matemática é a “ciência das condições de transmissão e apropriação dos conhecimentos matemáticos úteis aos homens e a suas instituições”. Ao modelar essa transmissão, com intenções pedagógicas claras, o professor cria uma situação didática em que um conhecimento é transformado em um saber. Este autor, um dos pioneiros da Didática da Matemática, contribuiu para o desenvolvimento da Teoria das Situações Didáticas cujo objeto central de estudo “não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática, na qual são identificadas as interações entre professor, aluno e saber” (ALMOULOU, 2007, p. 32).

A ED foi inicialmente associada à análise das situações didáticas, por isso, a referida teoria é considerada uma referência para o seu desenvolvimento. A Metodologia da ED foi descrita por Michele Artigue em 1995. Posteriormente, foi difundida a nível mundial, sendo utilizada em outras áreas de conhecimento e em diferentes níveis de ensino. No Brasil, autores como Pais (2002), Almoloud (2007) e Pommer (2013) têm se dedicado ao estudo da ED.

O termo “*Engenharia Didática*” refere-se à comparação entre o trabalho didático do professor-pesquisador e o trabalho de um engenheiro. Para realizar um projeto, o engenheiro, apoia-se nos conhecimentos que domina e submete-se a um controle do tipo científico, mas é obrigado a trabalhar com problemas complexos para os quais a ciência não tem solução, por isso precisa abordá-los de forma prática com todos os meios disponíveis (ARTIGUE, 1995).

Na época, a resolução de problemas práticos foi percebida como meio de abordar questões importantes no âmbito da Didática da Matemática. Uma das questões era a relação entre a pesquisa e a ação no sistema de ensino que precisavam ser articuladas. A pesquisa oferece o embasamento teórico do problema, tornando possível a ação racional sobre o sistema de ensino, com base nos conhecimentos didáticos preestabelecidos. Outra questão referia-se ao lugar das realizações didáticas em aula dentro da pesquisa. Para responder às necessidades de implantação das construções teóricas elaboradas, as realizações didáticas passam a ser concebidas como prática de pesquisa (ARTIGUE, 1995).

Dessa forma a ED “contempla tanto a dimensão teórica como experimental da pesquisa em didática” (PAIS, 2019, p.97). Com relação à organização da ED pode-se dizer que “consiste na estruturação de um quadro teórico capaz de criar situações didáticas de aprendizagens e de nortear um referencial metodológico para análise das práticas e dos fenômenos de ensino investigados” (LIMA; FERREIRA, 2020, p.02).

Como metodologia de pesquisa, a ED é singular quanto ao percurso metodológico e caracteriza-se por ser “um esquema experimental baseado nas realizações didáticas em aula, isto é, sobre a concepção, realização, observação e análise de sequências de ensino” (ARTIGUE, 1995 p.36, tradução nossa). Sua singularidade está associada à forma de validação. As pesquisas que utilizam a experimentação em sala de aula, geralmente, realizam a validação externa em que o desempenho de grupos experimentais e grupos controle são analisados e comparados. Na ED a validação é interna e baseia-se no confronto entre análises a priori e a posteriori (ARTIGUE, 1995).

No que se refere ao planejamento, Artigue (1995) delimita a metodologia da ED em quatro etapas subsequentes: (1) análise preliminar; (2) concepção e análise a priori das situações didáticas da engenharia; (3) experimentação (aplicação da Sequência Didática elaborada) e (4) análise a posteriori e validação. A seguir cada etapa será descrita.

4.6.1 Análise Preliminar

Nesta etapa inicial é construído o arcabouço teórico sobre o conteúdo a ser ensinado, esse quadro teórico irá fundamentar a elaboração da Sequência Didática. Segundo Pais (2019, p. 99), nesta etapa são feitas as “inferências, tais como levantar constatações empíricas, destacar concepções dos sujeitos envolvidos e compreender as condições da realidade sobre a qual a experiência será realizada”. Conforme afirmação de Artigue (1995) na análise preliminar

[...] é considerado um ponto do sistema didático cujo funcionamento parece, por motivos de natureza diversa, pouco satisfatório. Este ponto de operação e as limitações que tendem a torná-lo um ponto de equilíbrio do sistema são analisados. Posteriormente, jogando com essas limitações, busca-se determinar as condições de existência de um ponto de operação mais satisfatório (ARTIGUE, 1995, p. 39, tradução nossa).

Essa análise contempla três dimensões: *epistemológica*, associada às características do saber em que, sua evolução histórica, dificuldades, obstáculos e os efeitos do seu ensino podem ser observados; *didática*, associada às características do funcionamento do processo de ensino e *cognitiva*, associada à análise de questões relativas aos conhecimentos dos estudantes sobre o saber a ser ensinado (ARTIGUE, 1995; SANTOS; ALVES, 2017). Essa etapa deve garantir ao pesquisador a identificação das variáveis didáticas potenciais que serão explicitadas e manipuladas nas etapas seguintes da ED a fim de que sejam propostas intervenções e modificações (ALMOULOU; COUTINHO, 2008; SANTOS; ALVES, 2017).

4.6.2 Concepção e Análise a priori

A partir dos resultados da análise preliminar são definidas as variáveis que irão direcionar a pesquisa e embasar o plano de ação. De acordo com Artigue (1995) há dois tipos de variáveis: *macrodidáticas ou globais* são aquelas referentes à organização geral da engenharia e as *microdidáticas ou locais* que se referem à organização local da engenharia, isto é, ao planejamento específico de uma sessão da SD ou de uma fase. De acordo com Artigue (1995, p.44) a análise a priori

[...] deve ser concebida como uma análise de controle de sentido. Isso significa, muito esquematicamente, que se a teoria construtivista estabelece o princípio da participação do aluno na construção de seu conhecimento por meio da interação com um determinado meio, a teoria das situações didáticas que serve de referência para a metodologia da Engenharia [didática] tem

buscado, desde seu início se tornar uma teoria de controle das relações entre sentido e situações.

Desse modo entende-se que a análise a priori visa determinar como as seleções feitas, ou seja, as variáveis analisadas, permitem controlar os comportamentos dos estudantes e o sentido desses comportamentos frente às situações didáticas criadas. Para isso, “esta análise é baseada em um conjunto de hipóteses. A validação dessas hipóteses está, em princípio, indiretamente em jogo no confronto que ocorre na quarta fase entre a análise a priori e a análise a posteriori” (ARTIGUE, 1995, p.45).

4.6.3 Experimentação e Análise a posteriori e Validação

A terceira etapa da ED consiste na aplicação da SD desenvolvida. Durante a experimentação, o professor registra as observações que considerar pertinentes acerca do comportamento e envolvimento dos estudantes no desenvolvimento das situações didáticas propostas. Aliado a isso, as produções dos estudantes são também recolhidas. A quarta e última etapa é voltada a análise a posteriori e validação da SD desenvolvida e aplicada e

[...] se baseia no conjunto de dados recolhidos ao longo da experimentação, nomeadamente, as observações feitas às sequências de ensino, bem como as produções dos alunos em aula ou fora da aula. Estes dados são frequentemente complementados com outros obtidos a partir da utilização de metodologias externas, como questionários, entrevistas individuais ou em pequenos grupos, aplicados em diferentes momentos do ensino ou durante o seu curso. E, como já indicamos, no confronto das duas análises, a priori e a posteriori, fundamenta-se essencialmente a validação das hipóteses formuladas na pesquisa. (ARTIGUE, 1995, p. 48).

5. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa, cuja definição exata, segundo Flick (2009), é difícil de ser concebida de modo que seja aceita pela maioria dos pesquisadores da área. Contudo, o autor apresenta alguns aspectos que podem caracterizá-la como o entendimento, a descrição e a explicação de fenômenos sociais específicos frente a contextos gerais, através de abordagens que permitam a análise das experiências, das comunicações e interações entre os indivíduos.

Nas palavras do autor “estas abordagens têm em comum buscar esmiuçar a forma como as pessoas constroem o mundo à sua volta, o que estão fazendo ou o que está lhes acontecendo em termos que tenham sentido e que ofereçam uma visão rica” (Flick, 2009, p.8). Acredita-se que a utilização da abordagem qualitativa de pesquisa vai ao encontro do percurso metodológico adotado no desenvolvimento da pesquisa.

Quanto aos objetivos trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório-descritivo, na qual os aspectos relacionados ao problema da pesquisa foram investigados e, a pesquisa exploratória tornou isto possível, pois, “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2017). O caráter descritivo refere-se à descrição da SD Gamificada elaborada e sua aplicação.

O percurso metodológico adotado ancorou-se na Metodologia da Engenharia Didática (ED). Como já mencionado, essa metodologia apresenta as regras e os procedimentos necessários para a realização de uma pesquisa que unifique duas perspectivas diferentes: a pesquisa em educação e a prática docente, o que justifica sua utilização. A seguir serão descritos os sujeitos da pesquisa e, posteriormente, o as atividades desenvolvidas em cada fase da ED.

5.1 *Participantes da pesquisa*

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhida uma escola que já vivencia a implementação do novo currículo, ou seja, uma escola piloto. Participaram da pesquisa 32 estudantes matriculados nessa escola e 11 professores da área de CNT que trabalham em três escolas estaduais distintas, dentre elas, a escola frequentada pelos estudantes que também participaram da pesquisa. Para manter o sigilo de

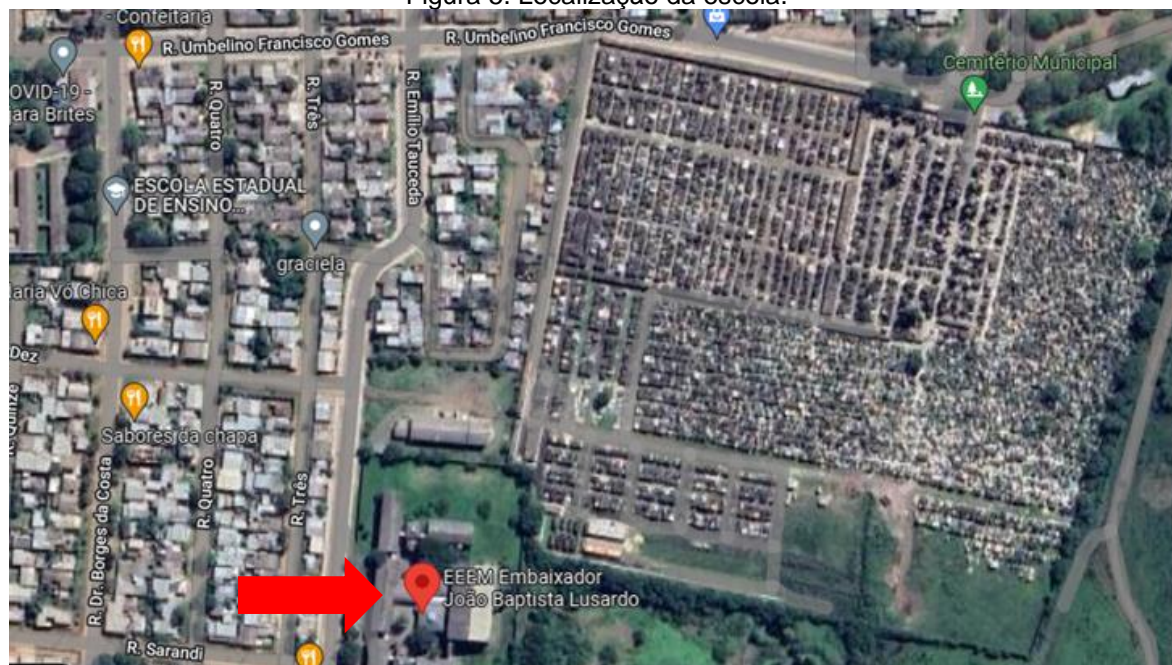
identificação dos participantes optou-se por identificar os estudantes participantes pela letra 'E' de estudante, seguido dos números 1 a 35 (E1,E2...E32) e os professores pela letra 'P' de professor (P1, P2...P11).

A média de idade dos estudantes participantes é de 17 anos. Com relação aos professores participaram da pesquisa oito professoras e três professores, quatro deles na faixa etária entre 20 e 40 anos e outros sete entre 41 e 60 anos. A docência é exercida por 6 professores há cerca de 10 anos, outros 5 atuam como professores há mais de 25 anos. A maioria atua em duas escolas, 8 cumprem uma jornada de trabalho semanal de até 40 horas/aula enquanto a jornada de trabalho de outros 3 é de até 60 horas/aula. Com relação aos níveis de ensino em que atuam, a maioria (82%) exerce a docência no Ensino Médio e Ensino Fundamental II. O maior nível de formação é a graduação, para 4 professores, outros 4 são especialistas e 3 são mestres na área de Educação em Ciências.

5.2 Contexto do estudo

Apresentamos o contexto geral da escola em que foi aplicada a SD desenvolvida. Trata-se de uma escola estadual que funciona em três turnos (manhã, tarde e noite) e atende em torno de 690 estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental ao EM, além de ofertar a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Está situada em uma região geográfica do município que abrange dois conjuntos habitacionais e um dos maiores bairros, em número de habitantes, sendo considerada a região mais populosa do município. A figura 5 mostra a localização da escola e deflagra uma questão um tanto perturbadora pois a escola faz divisa com cemitério municipal.

Figura 5. Localização da escola.



Fonte: autores (2023). Retirado de: Google maps.

Cabe salientar que é a única escola da zona leste do município que oferta a modalidade EJA e o EM. Para os estudantes do Ensino Fundamental dos anos iniciais o atendimento ocorre em turno integral (manhã e tarde), enquanto os estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental e EM são atendidos em turno único. Com relação ao EM, desde o ano de 2019, a escola desenvolve atividades relacionadas ao novo currículo deste nível de ensino, atuando como escola piloto. O IF desenvolvido compreende a área de Linguagens como área focal.

Com relação a infraestrutura física, a escola tem 26 salas de aulas, sala de professores, dois laboratórios de informática, laboratório de ciências, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), cozinha, biblioteca, banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, sala de secretaria, refeitório e ginásio coberto. Os equipamentos disponíveis para o desenvolvimento das atividades pedagógicas da escola são: dois aparelhos de televisão, aparelho de DVD, impressoras, copiadoras, caixa de som com microfone, projetor multimídia (*datashow*), *chromebooks*, computadores. Sobre os serviços ofertados, a escola conta com alimentação escolar, energia elétrica, água e esgoto da rede pública, coleta periódica de lixo, atendimento educacional especializado e acesso à Internet (BRASIL, 2021).

Figura 6. Espaços da escola: a) frente/entrada; b) Sala de Atendimento Educacional Especializado; c) Biblioteca; d) Sala de aula multifuncional.



Fonte: autora (2023).

Acerca do nível de aprendizado dos estudantes, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é o indicador que reúne os dados sobre aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar, e das médias de desempenho no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). O indicador varia de 1 a 10 e, quanto mais próximo do valor numérico 10 é considerado melhor. Para cada etapa de ensino é atribuído um valor de IDEB de acordo com o seu desenvolvimento (BRASIL, 2021). Com relação aos níveis de aprendizagem dos estudantes da escola, não há dados recentes sobre o EM. No ano de 2021 apenas o Ensino Fundamental (anos iniciais) foi avaliado devido a ausência de registros da aplicação das provas voltadas a avaliação nas outras etapas de ensino, o IDEB é de 4,1 para essa etapa os na escola. Salientamos que nota indicada está muito abaixo do esperado que é 6,1 e atrás da média geral do município de Uruguaiana que é de 5,4.

Com relação ao EM, as taxas de rendimento indicam que a maioria dos estudantes matriculados são aprovados para prosseguir nos estudos, entretanto, muitos estudantes abandonam a escola acarretando altas taxas de evasão escolar. Já as taxas de reprovação não são muito elevadas, entretanto, acredita-se que estejam relacionadas ao contexto social da pandemia em que grande parte dos estudantes não possuía acesso à internet para realizar as atividades enviadas pela escola e por isso, não houve retenção de estudantes. O quadro 3 apresenta as taxas de rendimento dos estudantes do EM da escola e do município de Uruguaiana (RS).

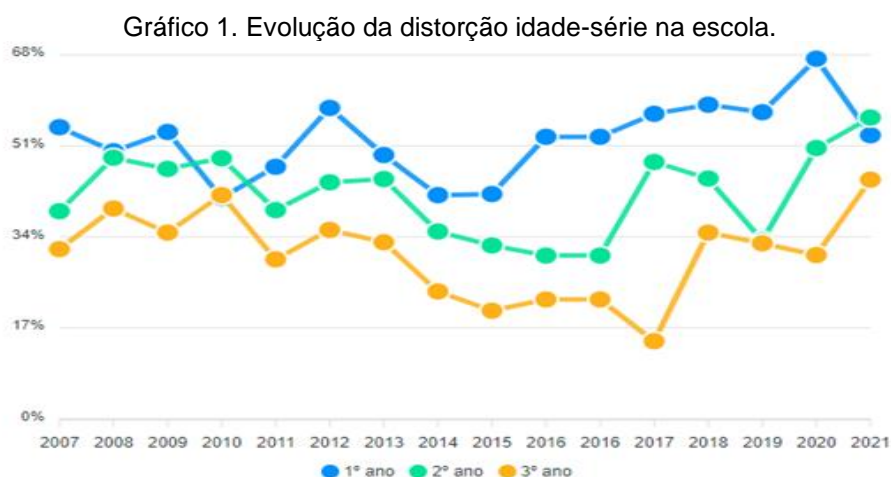
Quadro 3. Taxas de Rendimento escolar (dados referentes ao ano de 2021)

| TAXA | Ensino Médio- Escola (%) | Ensino Médio- Município (%) |
|--------------------|--|---|
| Taxa de Aprovação | 1º ANO- 85,9 2º ANO- 78,2 3º ANO- 93,5 | 1º ANO-89,5 2º ANO- 85,4 3º ANO- 87,3 |
| Taxa de Reprovação | 0 | 1º ANO- 0,6 2º ANO- 0,7 3º ANO- 1,2 |
| Taxa de Abandono | 1º ANO- 14,1 2º ANO- 21,8 3º ANO- 6,5 | 1º ANO- 9,9 2º ANO- 13,9 3º ANO- 11,5 |

Fonte: Elaborado pela autora (2023). Retirado de: Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 2021.

A partir dos dados mostrados no quadro, percebe-se que o número de estudantes que abandona os estudos durante no 2º ano do EM é maior na escola do que a média geral do município. O abandono escolar pode estar relacionado às condições socioeconômicas da comunidade escolar que faz com que os estudantes precisem adentrar o mercado de trabalho para ajudar no sustento da família. Para conter o abandono, a evasão escolar e incentivar os estudantes a concluir o EM, o governo do estado do Rio Grande do Sul, por meio da Secretaria Estadual de Educação (SEDUC) implementou a bolsa “Todo Jovem na Escola”, um ação que garante auxílio financeiro aos estudantes da rede estadual no valor de R\$150,00 reais mensais, creditados no cartão Cidadão da Família.

Outro indicador importante a ser considerado é a distorção idade-série/ano que reflete o atraso escolar de dois anos ou mais. O gráfico 1 mostra que este indicador já vinha em uma crescente no período pré-pandemia acentuando-se nos últimos dois anos na escola. Isso implica diretamente no desempenho destes estudantes nas avaliações de larga escala como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) cuja média geral é de 438 pontos e do qual apenas 13% dos estudantes matriculados na escola participaram (INEP, 2021).



Fonte: INEP, 2021.

5.3 Primeira etapa: Análise Preliminar

Nesta etapa foi construído o embasamento teórico que serviu de suporte para a construção da SD. Para isso, foi realizado o levantamento de informações acerca dos conteúdos de Bioquímica desenvolvidos no EM. Os dados apresentados no referencial teórico, as orientações dos PCN e BNCCEM fundamentaram a elaboração de dois questionários, um direcionado aos professores e outro aos estudantes.

A construção e validação dos questionários ocorreu em três etapas: construção, validação e projeto piloto. Inicialmente, os questionários criados foram enviados à apreciação de 6 profissionais da área (mestres e doutores). Após algumas alterações os questionários foram validados. Os dois questionários foram enviados, de forma online (através do Google formulários), a professores e estudantes para a verificação de possíveis incoerências e/ou interpretações equivocadas dos enunciados das questões (teste piloto). Os questionários foram modificados novamente a fim de garantir o máximo possível de clareza e entendimento aos respondentes.

Salienta-se que a pesquisa atendeu a todos os requisitos dispostos nas resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016, foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética, cujo número do CAEE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética) é 55613622.7.0000.5323 e parecer final nº 5.511.163. A aplicação dos questionários ocorreu de forma presencial no período de 06 de Julho à 10 de Agosto de 2022 com as devidas assinaturas dos termos de consentimento (TCLE/TALE) pelos participantes.

A análise dos questionários aplicados subsidiou a descrição dos conteúdos desenvolvidos no EM que contemplam a área da Bioquímica, como esses conteúdos são trabalhados nas aulas de Biologia e Química, as dificuldades relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem na perspectiva de professores e estudantes, além de indicar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática e sua aplicação no cotidiano. A partir disso foram realizadas as inferências contemplando as dimensões epistemológica, didática e cognitiva⁴.

5.4 Segunda etapa: Concepção e Análise a priori

A partir da análise realizada na etapa anterior, foram identificadas as variáveis macro e microdidáticas e criadas as hipóteses (etapa preditiva)⁵. Posteriormente, foram criadas e descritas as situações didáticas que compunham a SD Gamificada.

5.5 Terceira etapa: Experimentação

Nesta etapa, A SDG foi aplicada em duas turmas de 2º ano do EM, totalizando 21 estudantes. Durante a aplicação foram realizadas anotações (diário de campo) pela professora, registros fotográficos, além disso, foram recolhidos os artefatos produzidos pelos estudantes (textos, desenhos, questionários) com vistas a realização da análise a posteriori.

5.6 Quarta etapa: Análise a posteriori e Validação da sequência didática aplicada

Esta etapa se apoiou sobre todos os dados colhidos durante a aplicação da SD Gamificada. Foram analisadas as observações realizadas pela pesquisadora durante cada sessão de ensino e as produções dos estudantes. Esses dados foram então confrontados com as hipóteses criadas na 2ª etapa.

⁴ As dimensões cognitiva e didática estão descritas no 1º manuscrito.

⁵ As variáveis macro e microdidáticas e as hipóteses estão descritas no 3º manuscrito.

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para melhor compreensão, os resultados obtidos foram organizados seguindo as etapas da metodologia utilizada. Iniciamos apresentando os resultados da análise preliminar, descrevemos a dimensão epistemológica (associada as características do saber a ser ensinado), as outras duas dimensões, cognitiva e didática, são apresentadas no 1º manuscrito. A etapa seguinte, concepção e análise a priori, é descrita no 2º manuscrito que apresenta a SD Gamificada elaborada. A terceira e quarta etapa são descritas no 3º manuscrito, o qual visou descrever a aplicação da SD, e avaliar sua eficiência no processo de validação interna.

Dimensão epistemológica

De acordo com Nelson e Cox (2014, p. 02) a Bioquímica

[...] descreve em termos moleculares as estruturas, os mecanismos e os processos químicos compartilhados por todos os organismos e estabelece princípios de organização que são a base da vida em todas as suas formas, princípios esses referidos como a lógica molecular da vida.

Os referidos autores acrescentam que, embora a Bioquímica proporcione importantes esclarecimentos e aplicações práticas na medicina, na agricultura, na nutrição e na indústria, sua preocupação primordial é com o milagre da vida em si. A análise dos questionários respondidos pelos professores, evidenciou que os conhecimentos bioquímicos são abordados, em geral, no 1º ano do EM. E, os objetos de conhecimento desenvolvidos com maior frequência referem-se a Bioenergética e Biomoléculas. Considerando que o entendimento dos fenômenos bioquímicos associados a Bioenergética exigem o conhecimento prévio acerca das Biomoléculas, nos detivemos a investigar a temática Biomoléculas.

O surgimento das biomoléculas está atrelado aos estudos sobre a origem da vida na Terra. As interações entre moléculas orgânicas, através de reações químicas, em algum momento, fizeram com que o mundo essencialmente químico tenha originado o mundo biológico. Estas biomoléculas, biopolímeros formados por unidades menores ligadas entre si, são os carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos que, associadas aos lipídios, compõem todos os organismos vivos. Hoje sabe-se que grande parte desses biopolímeros podem ser sintetizados de forma espontânea dadas as condições necessárias (PELLIZARI; BENDIA, 2015).

Ao analisar essas biomoléculas de forma isolada observa-se que “elas seguem todas as leis físicas e químicas que descrevem o comportamento da matéria inanimada” (NELSON; COX, 2014, p. 01), ao mesmo tempo que “todos os processos que ocorrem nos organismos vivos também seguem todas as leis físicas e químicas” (NELSON; COX, 2014, p. 01). Logo, o objetivo central do estudo da bioquímica é mostrar “como o conjunto de moléculas inanimadas que constituem os organismos vivos interage para manter e perpetuar a vida exclusivamente pelas leis físicas e químicas que regem o universo inanimado” (NELSON; COX, 2014, p. 01). Isso evidencia o papel crucial das biomoléculas no entendimento do fenômeno vida.

Entretanto, a forma como o ensino sobre as biomoléculas é realizado na EB tem sido bastante criticada por não proporcionar esse entendimento aos estudantes. Isso decorre das dificuldades encontradas no ambiente educacional como: o desencontro dos conteúdos de Bioquímica na organização curricular da EB, a exigência da capacidade de abstração, pois a maioria dos conceitos não são visíveis a olho nu, o domínio de conhecimentos químicos e biológicos para compreender as reações químicas relacionadas às biomoléculas, a falta de atividades práticas atrativas, em especial nas escolas públicas, e a ausência de relações com o cotidiano dos estudantes. (SOUZA et al., 2008, FREITAS, 2006, SCHNEIDER; DUTRA; MAGALHÃES, 2008).

Os efeitos disso podem ser observados no desinteresse e pouca relevância atribuída aos conhecimentos bioquímicos pelos estudantes. O que pode implicar na formação básica desses estudantes e no desenvolvimento do letramento científico (LC) da população. O LC pode ser definido como “capacidade de se envolver com questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo” (BRASIL, 2019, p. 118). De acordo com Oliveira Junior e Lopes (2021, p. 23), no Brasil, “o LC é balizado a partir das competências definidas pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) no âmbito do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)”.

De acordo com os dados do PISA (2018), nas avaliações voltadas a área de ciências que considera três indicadores para o LC, sendo eles a capacidade de explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar experimentos científicos e interpretar dados e evidências cientificamente (BRASIL, 2018), o Brasil ocupou a 64ª colocação entre 78 países. A média de proficiência dos jovens brasileiros em Ciências foi de 404 pontos, 85 pontos abaixo da média dos estudantes dos países da OCDE que foi 489 (BRASIL, 2019, p. 128).

Nesse cenário, corroboramos com o entendimento de Oliveira Junior e Lopes (2021, p. 24) que mesmo “que a avaliação do PISA seja pautada por uma racionalidade técnica, essa situação expõe não apenas as dificuldades de compreensão de conceitos científicos, mas do emprego desses em distintos contextos sociais e formativos”. Pensando nos conhecimentos da área da Bioquímica, além da influência na formação básica e desenvolvimento do LC, os efeitos podem ser percebidos também nas universidades quando os estudantes ingressam em cursos, principalmente na área da saúde, que exigem conhecimentos mínimos de Bioquímica (FREITAS, 2006).

6.1 Manuscrito 1: A Bioquímica no Ensino Médio: intersecções entre o Referencial Curricular Gaúcho e as Percepções de Professores e Estudantes

Este manuscrito contempla o primeiro e o segundo objetivos específicos desta dissertação. Os resultados obtidos fazem parte da análise preliminar (dimensões didática e cognitiva) e serviu como base para o planejamento da Sequência Didática desenvolvida. Pretende-se submeter o manuscrito para publicação na Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) que possui avaliação no Qualis (CAPES) A1 na área de Ensino (2017-2020).

A Bioquímica no Ensino Médio: intersecções entre o Referencial Curricular Gaúcho e as Percepções de Professores e Estudantes

Biochemistry in High School: intersections between the Gaucho Curriculum Reference and the Perceptions of Teachers and Students

Ketelin Monique Cavalheiro Kieling*

Rafael Roehrs**

RESUMO

Reformas curriculares têm marcado os últimos anos da Educação Básica Brasileira. A fim de atender as demandas atuais da sociedade, o Ensino Médio foi a etapa que apresentou mais alterações no currículo. No estado do Rio Grande do Sul, o Referencial Curricular Gaúcho, em fase de implementação, é o documento norteador para a elaboração dos planejamentos curriculares das escolas. Considerando as alterações curriculares em curso, com o objetivo de investigar o ensino de Bioquímica no contexto do Ensino Médio, buscamos identificar os conceitos relacionados a Bioquímica presentes no documento, o ensino de Bioquímica e suas dificuldades a partir do olhar de professores de Química e Biologia e os conhecimentos dos estudantes, bem como as relações com o cotidiano. Realizou-se a análise documental, através da leitura e busca por palavras-chave, seguida da aplicação de dois questionários: um direcionado aos professores e outro aos estudantes. As respostas aos questionários foram categorizadas seguindo os pressupostos da Análise de Bardin. Os resultados evidenciaram o apagamento dos conteúdos bioquímicos no documento e, conseqüentemente, a impossibilidade de promover a interdisciplinaridade e a contextualização. A infraestrutura, aprendizagens mínimas insuficientes, ausência de diálogo e interdisciplinaridade foram aspectos apontados pelos professores. Quanto aos estudantes, as concepções alternativas simplistas construídas a partir do senso comum em detrimento de concepções construídas a partir de conhecimentos científicos, a ausência de conhecimentos básicos associada a dificuldade de inter-relação com temáticas cotidianas, conduziram ao entendimento de que há grande defasagem de aprendizagem. Conclui-se que é necessário repensar o currículo desta etapa de ensino.

Palavras-chaves: Currículo; Planejamento; Aprendizagem.

ABSTRACT

Curricular reforms have marked the last years of Brazilian Basic Education. In order to meet the current demands of society, High School was the stage that presented the most changes in the curriculum. In the state of Rio Grande do Sul, the Gaucho Curriculum Reference, currently being implemented, is the guiding document for the preparation of curriculum plans for schools. Considering the current curricular changes, with the objective of investigating the teaching of Biochemistry in the context of High School, we seek to identify the concepts related to Biochemistry present in the document, the teaching of Biochemistry and its difficulties from the perspective of Chemistry and Biology teachers and the students' knowledge, as well as their relationships with everyday life. A document analysis was carried out, through reading and searching for keywords, followed by the application of two questionnaires: one aimed at teachers and the other at students. The responses to the questionnaires were

categorized following the assumptions of the Bardin Analysis. The results showed the deletion of the biochemical contents in the document and, consequently, the impossibility of promoting interdisciplinarity and contextualization. Infrastructure, insufficient minimum learning, lack of dialogue and interdisciplinarity were aspects pointed out by teachers. As for the students, the simplistic alternative conceptions built from common sense to the detriment of conceptions constructed from scientific knowledge, the lack of basic knowledge associated with the difficulty of interrelationship with everyday themes, led to the understanding that there is a great gap in learning. It is concluded that it is necessary to rethink the curriculum of this teaching stage.

Keywords: Curriculum; Planning; Learning.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino Médio (EM), etapa final da Educação Básica Brasileira, atualmente passa pelo processo de reformulação curricular. Processo que teve início a partir da homologação, pelo Ministério da Educação, da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC/EM), em 2018, documento norteador obrigatório para a (re)elaboração dos currículos do EM nas escolas públicas e privadas de todo o país. Nessa perspectiva, no estado do Rio Grande do Sul, foi homologado em 2021 o Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio (RCGEM), cuja implantação iniciou no ano de 2022.

A nova organização curricular tem carga horária total de 3.000 horas, e prevê uma carga horária para a Formação Geral Básica (FGB) de 1800 horas distribuídas ao longo dos três anos da etapa, complementada por Itinerários Formativos com 1200 horas (RIO GRANDE DO SUL, 2021). A FGB integra os componentes curriculares das quatro áreas do conhecimento, dentre estas, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) na qual

[...] a consolidação dos conhecimentos construídos nas etapas anteriores se dá por meio do aumento da capacidade de abstração do estudante, pela familiarização com a linguagem científica e sua apropriação, pela percepção da presença dos conceitos científicos no cotidiano e sua importância na resolução de situações-problema, pelo desenvolvimento de senso crítico, ético e de responsabilidade diante de diferentes contextos, baseando-se sempre em temas como a pluralidade cultural e o respeito às diversidades, ao meio ambiente, à tecnologia, à saúde, entre outras temáticas relevantes no contexto no qual a Escola e estudante estejam inseridos (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 95).

Dentre as temáticas apresentadas, acredita-se que a saúde pode possibilitar o desenvolvimento e aplicação da contextualização e interdisciplinaridade, visto que as discussões sobre a temática exigem a articulação de conhecimentos de diferentes

áreas. Dentre as áreas, destaca-se a Bioquímica, ciência que estuda os processos químicos que ocorrem em todos os organismos vivos, intimamente ligada a temática saúde.

Entretanto, com relação ao ensino de Bioquímica no EM o que se observa é uma superficialidade, e a disciplina como tal é inexistente, sendo os conceitos bioquímicos apresentados aos estudantes em tópicos de Química ou de Biologia (FREITAS, 2006). Diante do exposto, considerando as alterações curriculares em curso, objetivou-se investigar o ensino de Bioquímica no contexto do EM a partir do RCGEM e do olhar de professores e estudantes. Para isso, foi realizada a análise do RCGEM, a fim de identificar quais conhecimentos da área da Bioquímica aparecem na FGB da área de CNT, buscou-se entender como os professores das componentes curriculares Biologia e Química abordam a Bioquímica no EM e, aliado a isso, buscou-se identificar o entendimento dos estudantes sobre os conceitos científicos relacionados a área da Bioquímica e suas relações com o cotidiano.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa, caracterizada por Flick (2009) como o entendimento, a descrição e a explicação de fenômenos sociais específicos frente a contextos gerais. E de caráter exploratório, pois, “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2017).

Para entender como os conhecimentos bioquímicos estão dispostos na FGB da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do RCGEM, inicialmente foi realizada análise documental, de caráter exploratório. Posteriormente, a fim de identificar as dificuldades enfrentadas pelos professores ao ensinar os conhecimentos científicos da área da Bioquímica e compreender o nível de entendimento dos estudantes acerca destes conhecimentos, foram construídos, validados e aplicados dois questionários: um voltado aos estudantes do EM e outro direcionado aos professores de Biologia e Química do mesmo nível de ensino. A seguir cada uma dessas etapas da pesquisa será detalhada, bem como será descrita a metodologia de análise dos dados obtidos a partir da aplicação dos questionários.

Na análise documental buscou-se identificar, no documento normativo, quais conteúdos, relacionados a Bioquímica, aparecem na FGB da área de CNT. Para isso, foi realizada a leitura e análise da parte específica de Ciências da Natureza, apresentada no documento. Em seguida, a fim de verificar a presença ou ausência

dos conceitos bioquímicos tradicionalmente ensinados nas escolas, elencados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e presentes nos livros didáticos, fez-se um levantamento a partir das palavras-chave: *“bioquímica”, carboidratos, lipídios, proteínas, metabolismo, reações químicas, doenças, aminoácidos, gorduras, glicose, diabetes, saúde”*, o arquivo foi aberto em aplicativo visualizador de arquivos em formato PDF e com a ferramenta localizar foram inseridas as palavras-chave (uma por vez).

A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de dois questionários com perguntas abertas e fechadas, cuja construção ocorreu após estudo bibliográfico sobre a temática Bioquímica no EM. Posteriormente, os questionários construídos foram enviados à apreciação de seis profissionais da área (mestres e doutores) em formato de matriz. Após algumas alterações, a fim de garantir o máximo possível de clareza e entendimento aos respondentes, os questionários foram validados.

Salienta-se que a pesquisa atendeu a todos os requisitos dispostos nas resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016, foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética, cujo número do CAAE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética) é 55613622.7.0000.5323 e parecer final nº 5.511.163. A aplicação dos questionários ocorreu de forma presencial, o questionário direcionado aos estudantes foi respondido por 32 estudantes do 2º Ano do EM de uma escola estadual que vivencia a implementação do novo currículo desde 2019, sendo por isso considerada uma escola piloto, constituindo-se como critério de escolha da escola.

Já o questionário direcionado aos professores foi respondido por 11 docentes de escolas estaduais distintas, dentre elas, a escola frequentada pelos estudantes que também participaram da pesquisa. Pretendia-se expandir a aplicação do questionário para outras escolas, entretanto, apenas os docentes das 3 escolas aceitaram participar. Para manter o sigilo de identificação dos participantes optou-se por identificar os estudantes participantes pela letra ‘E’ de estudante, seguido dos números 1 a 32 (E1, E2, ..., E32) e os professores pela letra ‘P’ de professor (P1, P2, ..., P11).

Para analisar as respostas utilizou-se a Análise de Conteúdo, proposta por Bardin por tratar-se de “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2011, p.44). As respostas das perguntas fechadas foram analisadas de acordo com a frequência de ocorrência. Para as respostas das perguntas abertas empregou-se a análise temática que “consiste em descobrir os

“núcleos de sentido” que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (BARDIN, 2016, p. 135). Dessa forma, utilizando o critério semântico, as unidades de registro (núcleos de sentido) selecionadas foram codificadas e, posteriormente, categorizadas de acordo com a frequência com que apareceram. Após esta classificação as categorias foram, então, descritas e nomeadas. Esta etapa foi realizada com um software de planilhas (Microsoft Excel) para melhor organização.

Perfil dos participantes

Participaram da pesquisa 32 estudantes, com idade média de 17 anos, matriculados em uma Escola Estadual de Ensino Médio situada na região periférica do município de Uruguaiana, fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Com relação aos professores, participaram da pesquisa 11 professores da Educação Básica que atuam na Rede Estadual de Ensino, vinculados à Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SEDUC/RS). Desses, 4 com idade entre 20 e 40 anos e os outros 7 com idade entre 41 e 60 anos. Sobre a atuação, 6 exercem atividades docentes há cerca de 10 anos, outros 5 atuam há mais de 25 anos no magistério.

No tocante a jornada de trabalho semanal, 8 professores cumprem jornada de até 40 horas/aula e, os outros 3 tem carga horária de até 60 horas/aula. Com relação aos níveis de ensino em que atuam, a maioria (82%) exerce a docência no Ensino Médio e Ensino Fundamental II. A atuação em duas escolas diferentes é a realidade de 6 professores e, quanto ao nível de formação, 4 professores possuem graduação, outros 4 são especialistas e 3 são mestres na área de Educação em Ciências.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, serão expostos os resultados da análise documental referente a Bioquímica na FGB do RCGEM. Posteriormente, serão descritas as percepções de professores das componentes curriculares Biologia e Química sobre o ensino e a aprendizagem da Bioquímica no Ensino Médio, seguida do entendimento dos estudantes sobre os conceitos básicos da Bioquímica e suas relações com o cotidiano.

Bioquímica na Formação Geral Básica do Referencial Curricular Gaúcho do Ensino Médio

A área de CNT no EM, é caracterizada pelas temáticas *Matéria e Energia* e *Vida, Terra e Cosmos*, a partir das quais, junto com as dez competências gerais, e

com o aprofundamento e reflexão acerca das tecnologias desdobram-se em três competências específicas (RIO GRANDE DO SUL, 2021). Saliencia-se que as competências descritas no RCGEM são as mesmas expressas na BNCCEM, fato que pode demonstrar que as características locais e regionais não tenham sido consideradas no processo de reelaboração do currículo do EM no Rio Grande do Sul.

Para que essas três competências sejam desenvolvidas, são descritas 51 habilidades a serem trabalhadas ao longo da etapa, a fim de consolidar as aprendizagens da área e garantir a formação integral. As habilidades podem ser trabalhadas em um, dois ou nos três anos do EM, conforme as sugestões do documento ou a critério do professor em seu planejamento (RIO GRANDE DO SUL, 2021). Cabe considerar, que a redução da carga horária da área pode ser insuficiente para que todas as habilidades previstas sejam desenvolvidas. Sobre isso, estudos de Branco e Zanatta (2021); Habowski e Leite (2021) evidenciam certa preocupação, pois, a redução do tempo destinado às componentes curriculares (CC) da área traz como consequência a perda de espaço dos conhecimentos científicos no EM.

Seguindo os pressupostos da BNCC, o documento estimula o trabalho docente voltado à interdisciplinaridade, entretanto, há uma breve descrição das CC que integram cada área, bem como sua relevância e as metodologias de ensino que podem ser utilizadas, o que não ocorre na BNCCEM. Sabe-se que a Bioquímica não se constitui uma CC no EM, mas perpassa as CC Biologia e Química. De acordo com o RCGEM espera-se que a CC Biologia “contribua para ampliar o entendimento que o indivíduo tem de sua própria organização biológica, do lugar que ocupa na natureza e na sociedade, de sua interação com o meio e dos resultados de sua ação sobre ele” (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p.97). Com relação a Química busca-se

[...] a associação dos conceitos químicos com o cotidiano do estudante e com os conhecimentos científicos, a fim de perceber a dinâmica das transformações que ocorrem no corpo humano, na natureza, na indústria e em todos os contextos em que podem ser observadas (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p.99).

O documento não apresenta os objetos de conhecimento a serem desenvolvidos, mas para melhor organização didática elenca algumas subáreas de conhecimento para cada CC da área. Com relação a Bioquímica na FGB do RCGEM, nove habilidades apresentam aproximações aos conhecimentos bioquímicos.

Na busca pelas palavras-chave, das 12 expressões pesquisadas apenas 3 foram citadas no documento. Para a palavra “*bioquímica*” foram encontradas apenas

2 citações, uma na descrição da CC Química e outra descrita em uma das habilidades previstas para a área. O mesmo ocorreu com “*Reações químicas*” e “saúde” também citadas nas habilidades previstas para a área, tendo 2 e 6 citações, respectivamente. Cabe salientar que, embora tenham poucas ocorrências, a temática *saúde* aparece em dois Temas Contemporâneos Transversais, que conforme o documento, são temas que visam promover uma articulação entre as diferentes áreas do conhecimento e os componentes curriculares a partir de práticas educativas integradas para viabilizar um ensino contextualizado, atual, humanitário e democrático (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Por ser uma normativa recente, ainda não há muitos estudos relacionados ao RCGEM, mas a partir dos achados, pode-se depreender que os conhecimentos básicos da área da Bioquímica, cujo aprendizado possibilitaria aos estudantes a compreensão de processos importantes para a manutenção da vida, e comuns a todos os organismos, não foram contemplados na FGB da área de CNT no RCGEM. Este resultado é preocupante, pois, são conteúdos que se entrelaçam para explicar fenômenos relacionados à vida, ao metabolismo, a nutrição e as doenças associadas ao excesso ou falta das biomoléculas no organismo, e que cumprem um papel importante na formação integral dos estudantes como preconiza a BNCC.

É preciso considerar que a proposição de um processo de ensino voltado ao desenvolvimento de habilidades, e não mais por um currículo engessado (conteúdos específicos), dá aos professores maior autonomia quanto ao planejamento, mas ao mesmo tempo, pode apagar do currículo os conteúdos mínimos, uma vez que, se não estiverem explícitos no documento, podem ser considerados desnecessários dependendo do olhar de cada professor/escola.

Ensino e a aprendizagem da Bioquímica no Ensino Médio: Percepções dos professores das componentes curriculares Biologia e Química

Sobre a abordagem dos conhecimentos bioquímicos no EM, 6 professores os desenvolvem no 1º ano, e, com relação aos objetos de conhecimento desenvolvidos, os conhecimentos concernentes a Bioenergética foram os mais citados, seguidos de Biomoléculas conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1. Objetos de conhecimento da Bioquímica desenvolvidos no Ensino Médio.

| OBJETO DE CONHECIMENTO | Frequência |
|--|-------------------|
| Bioenergética (Respiração Celular e Fotossíntese) | 12 |
| Citologia/ Biologia Celular | 5 |
| Biomoléculas (carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos) | 8 |
| Química Orgânica | 3 |
| Química Inorgânica | 1 |

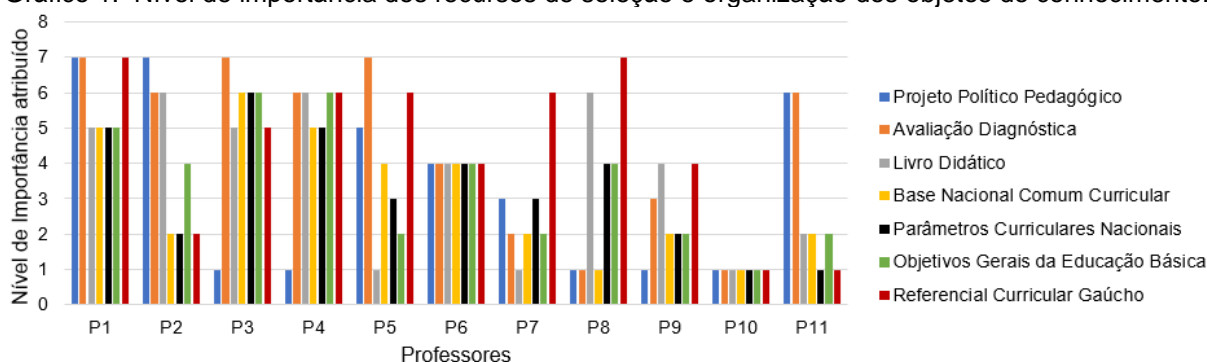
| | |
|----------------|---|
| Ácidos e Bases | 2 |
| Metabolismo | 3 |

Fonte: autores (2023).

Com relação ao planejamento, 64% dos professores segue um planejamento próprio que considera a realidade da escola e dos estudantes, e apenas 27% destes segue as orientações dos documentos normativos que estabelecem as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas no EM. A ordem de conteúdos apresentada no livro didático vigente embasa o planejamento de 9%, outros 18% organizam os conteúdos a serem trabalhados de acordo com a organização curricular da escola e 9% planejam a partir da experiência de anos anteriores.

Acerca da escolha e organização dos objetos de conhecimento desenvolvidos no decorrer do ano letivo, os professores atribuíram um nível de importância para sete recursos que, de acordo com a literatura, são tradicionalmente utilizados. Os níveis de importância atribuídos são mostrados no gráfico 1.

Gráfico 1. Nível de importância dos recursos de seleção e organização dos objetos de conhecimento.



Fonte: autores, 2023.

Cabe considerar que o planejamento escolar, de acordo com Libâneo (2013), é uma atividade que deve orientar a tomada de decisões da escola e dos professores em relação às situações de ensino aprendizagem, tendo como função

[...] assegurar a unidade e a coerência do trabalho docente, uma vez que torna possível inter-relacionar, num plano, os elementos que compõem o processo de ensino: os objetivos (para que ensinar), os conteúdos (o que ensinar), os alunos e suas possibilidades (a quem ensinar), os métodos e técnicas (como ensinar) e a avaliação, que está intimamente relacionada aos demais" (LIBÂNEO, 2013, p. 247).

O autor ressalta ainda que o cumprimento das exigências dos planos e programas oficiais de instrução é um dos requisitos para o planejamento. A BNCC e o RCGEM constituem-se nos documentos normativos oficiais para a (re)elaboração dos currículos, e, embora apenas 3 professores digam seguir as orientações expressas nesses documentos, percebe-se que o RCGEM é entendido como muito importante pelos professores.

Outro requisito é o reconhecimento das condições prévias para aprendizagem, sobre isso, Libâneo (2013, p. 254) aponta que “a verificação das condições potenciais de rendimento escolar depende de um razoável conhecimento dos condicionantes socioculturais e materiais: ambiente social em que vivem, a linguagem usada nesse meio, as condições de vida e de trabalho”. Ao considerar o nível de importância atribuído a Avaliação Diagnóstica e ao Projeto Político Pedagógico, percebe-se esta preocupação por parte dos professores participantes da pesquisa.

O Livro Didático (LD), entendido como um meio de organização e condução do processo de ensino e aprendizagem (LIBÂNEO, 2013), é um recurso bastante utilizado pelos professores, haja vista o nível de importância atribuído.

Entretanto, pesquisa realizada por Solner; Fernandes e Fantinel (2020), sobre o ensino de Bioquímica, apontou que o LD, apesar da falta de exercícios, práticas experimentais e contextualização, é o único recurso utilizado em sala de aula devido à escassez de materiais de apoio. Os autores pontuam ainda que, os professores têm conhecimentos superficiais sobre a Bioquímica, devido a formação inicial, e isso faz com que se reproduza apenas os conhecimentos que constam no LD, contribuindo para um processo de ensino acrítico e distante da realidade dos estudantes. Além disso, alguns trabalhos que investigaram a abordagem da Bioquímica nos LD das componentes curriculares Biologia e Química, “mostram que os conceitos são apresentados de forma vaga, e sem conexão com o cotidiano do estudante” (TAMANINI, 2022, p.19), reforçando a ausência de contextualização.

De acordo com a literatura, os conhecimentos bioquímicos são difíceis de ser ensinados e aprendidos devido a vários fatores como a dificuldade de abstração dos estudantes, o entendimento da linguagem científica, a falta de atividades práticas e o entrelaçamento dos conhecimentos químicos e biológicos para explicar um fenômeno (SOUZA et al., 2018). Diante disso, buscou-se compreender, na perspectiva dos professores que vivenciam a prática escolar quais são as dificuldades de ensinar e aprender os objetos de conhecimento relacionados a área da Bioquímica.

Com relação às dificuldades de ensinar os conteúdos de Bioquímica no EM, a análise das respostas dos professores originou as três categorias mostradas no quadro 2.

Quadro 2. Categorias elencadas para dificuldades de ensinar os conteúdos de Bioquímica no EM.

| Categorias | Frequência |
|--|-------------------|
| Defasagem de aprendizagem e complexidade dos conteúdos | 7 |

| | |
|---|---|
| Falta de recursos físicos e didáticos | 8 |
| Dificuldade de um trabalho interdisciplinar | 3 |

Fonte: autores (2023).

Na primeira categoria, a defasagem de aprendizagem atrelada a complexidade dos conteúdos estudados são aspectos que dificultam o processo de ensino e aprendizagem. Gomes e Messeder (2013), corroboram ao dizer que a abordagem da Bioquímica no EM requer conhecimentos prévios desenvolvidos no Ensino Fundamental, e conforme esses conhecimentos tornam-se mais complexos, exigem conexões entre conhecimentos químicos e biológicos, entretanto, o ensino voltado à memorização e ao acúmulo de informações inviabiliza a criação dessas conexões e, conseqüentemente, dificultam o processo de ensino e aprendizagem. Excertos que exemplificam essa classificação são: “*falta de conhecimentos prévios dos alunos...*” (P1); “*dificuldade de compreensão dos alunos por envolver conhecimentos da biologia e da química*” (P9) e “*exigir alto nível de abstração (imaginação dos estudantes)...*” (P10).

A falta de investimento, seja em recursos físicos, como laboratórios, seja em materiais de apoio pedagógico, como resumos, por exemplo, foi apontada como um aspecto que também interfere no processo de ensino. Um dos professores entende que “*para ensinar faltam recursos na escola, materiais resumidos, laboratório, microscópio*” (P5), aspecto também apontado por professores da rede pública e privada de ensino em outros estudos (SOLNER; FERNANDES E FANTINEL, 2020).

Outro aspecto relevante para os professores é o trabalho interdisciplinar, pois, segundo P10, “*falta diálogo entre os docentes da área da Ciências da Natureza para um ensino interdisciplinar*”, esta ausência de diálogo pode estar relacionada a formação inicial disciplinar desses professores, o que torna a efetivação da interdisciplinaridade um desafio. Andrade e Alves (2022, p. 01), corroboram com este entendimento ao dizer que mesmo que a BNCC explicita a importância da interdisciplinaridade, “a organização curricular dos cursos de licenciatura, além das formações docentes continuadas fornecidas institucionalmente, raramente oferece condições, tempo e espaço para o desenvolvimento da interdisciplinaridade”.

Com relação às dificuldades relacionadas ao aprendizado dos conteúdos bioquímicos, ou seja, na visão dos professores, o que torna a Bioquímica difícil de ser apreendida pelos estudantes emergiram as duas categorias dispostas no quadro 3.

Quadro 3. Categorias elencadas para dificuldades dos estudantes para aprender os conteúdos de Bioquímica no EM.

| Categorias | Frequência |
|--|-------------------|
| Desinteresse dos estudantes | 3 |
| Obstáculos político-administrativos, pedagógicos e sociais | 8 |

Fonte: autores (2023).

De acordo com os professores, as dificuldades de aprendizagem estão centradas no aprendiz, no seu desinteresse, desmotivação e irresponsabilidade. Este olhar, segundo Colello (2020) pode ser considerado preconceituoso porque parte do princípio de que é o estudante que tem que se ajustar à escola (e não o inverso) desconsiderando a educação, e a superação das dificuldades de aprendizagem, como uma “responsabilidade partilhada entre o poder público, a comunidade, as escolas, os professores e as famílias” (COLELLO, 2020, p.89). Alguns excertos como: “*falta de interesse, preguiça dos educandos*” (P7); “*falta de interesse, responsabilidade e atenção*” (P4); “*...desinteresse*” (P5) evidenciam a classificação nessa categoria.

A segunda categoria refere-se às dificuldades de ordem política, administrativa, pedagógica ou social. Para 36% dos professores as dificuldades de aprendizagem estão atreladas a ausência de espaços físicos destinados ao desenvolvimento de atividades práticas, ao despreparo e ausência de diálogo entre os professores e aos aspectos social e cognitivo dos estudantes. No aspecto sociológico, o extrato “*carência dos educandos*” (P6) vem no sentido de indicar uma condição incompatível dos estudantes com as demandas escolares, uma vez que eles convivem em ambientes de baixo letramento ou de suposta “*carência cultural*”. Os aspectos pedagógicos observados nos extratos “*volume de conteúdos específicos*” (P7) e “*pouca importância para a formação crítico-social ou utilização/aplicação no seu cotidiano*” (P11) estão relacionados a inadequação das práticas de ensino, despreparo dos educadores (aulas descontextualizadas), discordância dos projetos pedagógicos.

Entendimento dos estudantes sobre os conceitos básicos da Bioquímica e suas relações com o cotidiano.

A análise das respostas dos estudantes originou três categorias descritas a seguir.

1ª) Estudantes demonstram ter conhecimentos bioquímicos e conseguem relacioná-los ao cotidiano

Nessa categoria estão incluídos os estudantes que compreendem a Bioquímica como uma ciência que se dedica ao estudo da química da vida (9%), alguns excertos das respostas que demonstram essa compreensão são: *“provável que seja um estudo de química que estuda os átomos e os seres vivos”* (E15) e *“vida diretamente ligada a química”* (E11). Acerca da estrutura da matéria (teoria atômica) apenas 6% dos estudantes responderam de forma considerada assertiva, cujas respostas foram: *“teoria sobre a origem da matéria”* (E10) e *“seria a teoria sobre o surgimento dos átomos, ou seja, do universo também”* (E29).

Sobre a formação de substâncias simples ou compostas 12% dos estudantes apresentou a definição de substâncias, conforme a respostas *“substâncias simples são formadas só por um elemento e as substâncias compostas tem dois ou mais elementos”* (E12); *“são formadas por grupos de moléculas formadas por átomos de elementos químicos iguais ou diferentes”* (E10); Que são formadas por elementos químicos, partículas e moléculas foi o entendimento de 6% dos estudantes e, apenas um estudante (3%) entende que *“simples é a forma natural como são achadas no ambiente, já a composta é quando acontecem ligações por exemplo entre duas substâncias diferentes”* (E29).

Com relação ao conhecimento sobre substâncias orgânicas foi observada uma percepção equivocada, haja vista que 56% dos estudantes apontou ter entendimento sobre, mas apenas um estudante (3%) fez menção ao elemento químico carbono, de acordo com o estudante as substâncias orgânicas *“são matérias básicas necessárias para existir vida e que devem ter carbono”* (E29).

Como forma de contextualização dos conhecimentos relacionados às biomoléculas, a tabela nutricional contida no rótulo de um alimento foi objeto de análise (disponível no anexo 1). Dos 32 estudantes participantes da pesquisa, apenas 34% costuma ler os rótulos dos alimentos. Após a observação do rótulo os estudantes indicaram os nutrientes que conheciam, 25% elencou apenas nutrientes em suas respostas (maioria carboidrato e proteínas). Outros 12% elencaram pelo menos duas biomoléculas descritas no rótulo como nutrientes, enquanto 9% reconheceu apenas uma biomolécula. Ao serem questionados acerca dos nutrientes (biomoléculas) descritos no rótulo que fornecem maior quantidade de energia, os carboidratos foram a resposta de 37% dos estudantes. Com relação ao valor calórico, a quantidade de calorias ou energia fornecida pelos alimentos foi o entendimento de 19% dos estudantes, dentre as respostas, têm-se: *“seria o potencial energético do alimento”* (E29), *“é a quantidade de caloria que tem o alimento”* (E20).

Ao avaliar os resultados de um exame de sangue, em que os níveis de colesterol total e HDL, triglicerídeos e glicose estavam acima dos valores de referência, 34% dos estudantes conseguiu reconhecer e comparar os valores obtidos da análise laboratorial com os valores de referência indicando as alterações nos níveis dessas moléculas na amostra de sangue analisada. Algumas justificativas descritas foram: “...está acima do recomendado” (E22), “...eles estão todos alterados, no colesterol o ideal seria de 63 mg/ml e está em 230 mg/ml. Nos triglicerídeos está em 230 mg/ml e seria 150 mg/ml. Na glicose está 156 mg/ml e seria até 99 mg/ml” (E10).

Buscou-se o entendimento dos estudantes acerca de as gorduras serem consideradas maléficas para a saúde. Para 22% dos estudantes depende da situação, haja vista que algumas gorduras são necessárias para o organismo, evidenciadas nas respostas: “Em excesso são, mas moderadamente são necessárias, pois acabam sendo fonte e reserva de energia” (E29) e “Depende porque o corpo precisa de gorduras, mas depende de qual nível também” (E18). Outros 12% entendem que as gorduras não são maléficas para o organismo e um estudante (3%) respondeu que “apenas uma faz mal para a saúde” (E16). Sobre os problemas de saúde em decorrência do nível elevado de gorduras no sangue, 22% dos estudantes relacionou a ocorrência de infartos e problemas no coração, 16% acreditam que pode provocar vários problemas de saúde (como: entupimento de veias e artérias, falta de ar, tonturas e dor de cabeça) e 3% relacionaram com a obesidade e diabetes.

Com relação aos problemas de saúde em decorrência do nível elevado de glicose no sangue, 28% apontaram diabetes e alguns de seus sintomas e, destes apenas um (3%) indicou que podem existir três níveis que se diferenciam por nível de gravidade. Com relação ao consumo de açúcar por pessoas com diabetes, para 22% dos estudantes o consumo de açúcar deve ser evitado “porque elas já possuem muito açúcar no sangue” (E8), “porque essas pessoas têm o nível elevado de açúcar no sangue sendo prejudicial à saúde” (E18), e 12% dos estudantes acreditam que o consumo deve ser evitado para preservar o estado de saúde.

2ª) Apresentam concepções alternativas baseadas no senso comum⁶

Para 41% dos estudantes, a Bioquímica está relacionada ao estudo das disciplinas Biologia e Química, isso pode demonstrar que os estudantes não têm uma

⁶ Para as temáticas: Entendimento sobre a estrutura da matéria /Teoria atômica, Nível elevado de gordura no sangue e sua relação com a saúde e Nível elevado de glicose no sangue e sua relação com a saúde não houveram respostas que se encaixassem nessa categoria.

percepção acerca da Bioquímica guiando-se apenas pela etimologia da palavra. Acerca da formação de substâncias, 9% dos estudantes fez menção aos processos de mistura ou transformação como fica evidente na resposta do E7 *“misturando coisas umas com as outras para ver o resultado”*.

Sobre as substâncias orgânicas, 28% dos estudantes apresentou concepções alternativas, possivelmente atreladas ao seu cotidiano, destes 9% apresentaram respostas em que há a associação das substâncias orgânicas com o processo de decomposição da matéria. Respostas que corroboram com esse entendimento *“Seria o resto de elementos comestíveis como casca de banana, pedaço de maçã...”* (E30) e *“substância orgânica é tudo aquilo que ajuda o meio ambiente como casca de banana por exemplo”* (E2). Outros 12% apresentaram uma concepção vitalista, ao considerar que as substâncias orgânicas são aquelas produzidas pelos seres vivos, apenas. Isso fica evidente na resposta de E20: *“para mim é o que pode ser produzido pelos seres vivos”*. A associação das substâncias orgânicas a ocorrência na natureza foi realizada por 6% dos estudantes: *“Para mim, substâncias orgânicas são aquelas substâncias que se geram naturalmente que não são feitas pelo ser humano”* (E5) e *“São coisas da natureza, da terra”* (E22).

Ao analisar a tabela nutricional presente no rótulo de um alimento, para 25% dos estudantes o termo valor energético é considerado um nutriente. Com relação a indicação do nutriente, descrito no rótulo de alimento, mais energético para os seres vivos, 22% dos indicaram apenas a proteína, 6% apontaram carboidrato e proteína e outros 22% apontaram o termo valor energético como o nutriente que fornece maior quantidade de energia. O entendimento de que o valor calórico é uma substância retirada dos alimentos para ajudar o corpo foi apontado por 6% dos estudantes, enquanto outros 12% relacionaram o termo à gordura e ao ganho de peso.

Acerca da análise dos resultados de um exame de sangue, 6% dos estudantes não conseguiram relacionar os resultados com os valores de referência, *“acho que sim pelo fato de ela cuidar um pouco de sua saúde”* foi a resposta de E17 e *“não, estão muito baixos, o ideal seria 150 mg/ml e o dela está 45 a 65 mg/ml”* (E12). Sobre as gorduras, 31% dos estudantes concordaram com a afirmação de que as gorduras são maléficas para o organismo em respostas como *“sim, pois a gordura causa diversos problemas de saúde”* (E20), *“sim, causa obesidade e também pode causar entupimento nas veias”* (E2) e *“muito sim, pois vem a ter complicações, como gordura no coração, obesidade, colesterol alto e outros”* (E10).

Com relação ao consumo de açúcar por pessoas com diabetes, 16% dos estudantes apontaram a molécula de glicose, mas sem estabelecer uma relação entre a molécula e a Diabetes. De acordo com as respostas desses estudantes, o consumo de açúcar deve ser evitado “*por conta da glicose*” (E24), “*porque pode alterar a glicose*” (E20). Outros 12% apresentaram outros motivos: “*para não aumentar a pressão*” (E6), “*porque elas têm baixa tolerância ao açúcar*” (E22), “*porque tem o colesterol alto*” (E30) e “*porque se digerirem podem passar mal*” (E3).

3ª) Não souberam ou não responderam

Essa categoria contempla aqueles estudantes que não souberam responder ou que deixaram a questão em branco sem nenhuma justificativa. De acordo com Bardin (2016) a ausência de elementos nas mensagens pode carregar algum sentido e constitui uma variável importante, pois a frequência desses elementos implica sua significância no contexto investigado.

Traçando a relação entre a ausência desses elementos e o objetivo da análise pode-se depreender que há uma defasagem de aprendizagem dos conhecimentos básicos de bioquímica. Isso fica evidente ao se verificar a alta porcentagem de questões não respondidas nas 12 temáticas investigadas, sendo que em 8 dessas o percentual foi maior que ou igual a 50% e apenas duas inferiores a 30%.

Quadro 4. Estudantes que não souberam responder as questões.

| Temática investigada na questão | n (%) |
|--|----------|
| Entendimento sobre Bioquímica | 16 (50%) |
| Entendimento sobre a estrutura da matéria /Teoria atômica | 30 (94%) |
| Como as substâncias simples ou compostas são formadas | 22 (69%) |
| Definição de Substâncias Orgânicas | 22 (69%) |
| Identificação de nutrientes em tabela nutricional | 9 (28%) |
| Nutriente mais energético | 4 (12%) |
| Definição de valor calórico | 20 (62%) |
| Análise dos resultados de Exame de Sangue | 19 (59%) |
| As gorduras são maléficas para a saúde | 10 (31%) |
| Nível elevado de gordura no sangue e sua relação com a saúde | 19 (59%) |
| Nível elevado de glicose no sangue e sua relação com a saúde | 23 (72%) |
| Consumo de açúcar por pessoas com diabetes | 12 (37%) |

Fonte: autores (2023).

Em síntese, e a partir dos resultados obtidos, pode-se dizer que poucos estudantes compreendem a Bioquímica como uma área do conhecimento, conseguem relacionar a estrutura da matéria com a formação de substâncias e

caracterizar as substâncias orgânicas a partir de seu principal componente, o carbono. Ainda, sobre a primeira categoria, percebe-se que um número expressivo de estudantes consegue interpretar e reconhecer as biomoléculas na tabela nutricional, mas poucos conseguem definir o que é valor calórico. Ao reconhecer as biomoléculas, os estudantes conseguem interpretar os resultados de exames e relacionar as biomoléculas ao desenvolvimento de doenças.

Em contrapartida, para aqueles que não tem clareza quanto a Bioquímica, enquanto uma ciência, a tendência é de que seu entendimento seja atribuído ao significado da palavra, apenas. Ao não conhecer a teoria da estrutura da matéria não é possível explicar o processo de formação das substâncias e, conseqüentemente, a busca por uma explicação parte do senso comum. A ausência dos conhecimentos básicos implica a dificuldade de interpretar informações como a tabela nutricional de alimentos e resultados de exames, bem como, associar esses resultados ao desenvolvimento de doenças.

Como esses conteúdos estão relacionados a área da saúde, acredita-se que as noções equivocadas (ou ausência delas) podem ter origem no conhecimento cotidiano. Nesse sentido, estudo realizado com 437 estudantes do EM, mostrou que, embora os conteúdos relacionados com temáticas vinculadas à área de Saúde sejam bem aceitos pelos estudantes, os conteúdos relacionados a Bioquímica apresentaram maior rejeição (43%). De acordo com os autores “os temas microscópicos e abstratos, como a Bioquímica, apresentaram pouca aceitação e uma enorme dificuldade em enxergar como estes assuntos se encontram presentes na vida do estudante” (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018)

A evidência de que os conhecimentos científicos básicos como a estrutura da matéria, elementos químicos, formação de substâncias e ligações químicas, necessários para a compreensão de conhecimentos mais complexos não foram aprendidos pela maioria dos estudantes pode ser um aspecto que contribui para essa rejeição. Com relação a interpretação do rótulo de alimentos, percebeu-se que os estudantes apresentam conhecimentos limitados. Resultado semelhante também foi descrito em estudo realizado por Leal (2017), cujo objetivo foi identificar as principais dificuldades encontradas pelos adolescentes em relação à interpretação e a utilização das informações contidas nos rótulos dos alimentos, dos 50 adolescentes participantes da pesquisa, 86% descreveram que sabiam o que era rótulo nutricional, mas 72% não sabia do que se tratava o valor energético e, quanto a descrição do que

é valor energético, apenas três adolescentes responderam de forma considerada correta.

Figueira e Rocha (2015, p.32), realizaram uma pesquisa a fim de identificar as concepções alternativas de 376 estudantes da Educação Básica e do Ensino Superior sobre proteínas, açúcares e gorduras, os resultados obtidos indicaram que para os estudantes “as gorduras, assim como os açúcares são vistos como vilões, causadores de doenças”. Esse entendimento pode decorrer dos discursos midiáticos e reforça a necessidade de o ensino de conceitos bioquímicos do cotidiano ser melhor explorado em sala de aula.

Diante do exposto, destaca-se a importância de se trabalhar esses conhecimentos no sentido de orientar uma tomada de decisão consciente baseada em conhecimentos científicos e não em concepções baseadas no senso comum. Figueira e Rocha (2015) corroboram com esse entendimento ao dizer que o ensino de Bioquímica pode ser melhor explorado em sala de aula, desde que as concepções prévias dos estudantes sejam consideradas na elaboração das situações de aprendizagem e que se promova a contextualização dos conhecimentos bioquímicos.

Entretanto, infere-se que para que isso se efetive é preciso considerar as políticas públicas relacionadas ao currículo e o olhar dos professores da área quanto ao planejamento da sequência de conteúdos a serem desenvolvidos. Nessa perspectiva cabe o questionamento: Os conhecimentos prévios dos estudantes e o contexto escolar são considerados no planejamento dos professores? Para encontrar respostas volta-se as percepções dos professores, cuja maioria relatou utilizar um planejamento próprio que considera a realidade escolar, mas atribui alto nível de importância ao LD e ao RCGEM, como estratégia de organização dos conteúdos. Não é possível saber, com clareza, como é realizada a vinculação entre o que se ensina, como se ensina e o uso do LD neste processo.

Outra questão que surge é o papel do aluno no processo, visto que o desinteresse dos estudantes foi apontado como um aspecto que interfere na aprendizagem. Mas quais são os motivos do desinteresse? De acordo com os estudantes o excesso de conteúdos, a conversa e o barulho, o desânimo frente a falta de interesse de alguns professores e a rotina nas aulas são as principais causas de desinteresse (DE JESUS et al., 2015). Andrada et al. (2018), sugerem que questões de ordem estrutural, interrelacional, o currículo e a metodologia desatualizados e descontextualizados são a base do manifesto desinteresse dos estudantes pela educação. Goulart (2022), corrobora ao afirmar que o desinteresse dos estudantes

do EM “perpassa por questões relacionadas aos alunos, aos familiares, à frágil motivação dos professores em sua práxis pedagógica e à própria instituição escolar”.

Entretanto, se faz necessário considerar que essa lacuna de aprendizagem possa ser reflexo do contexto de pandemia, período em que os estudantes se afastaram da escola. No caso dos estudantes participantes da pesquisa, no último ano do Ensino Fundamental e 1º ano do EM. No entanto, outros estudos mostraram essas lacunas de aprendizagem em períodos anteriores a pandemia (LEAL, 2017; FIGUEIRA; ROCHA, 2015). Outro aspecto que pode ter contribuído é a redução da carga horária das CC de CNT o que indica que talvez esses conteúdos não tenham sido desenvolvidos em sua totalidade, haja vista que a maioria dos professores disse trabalha-los no 1º ano do EM. Sobre isso, Massoni, Brito e Cunha (2021, p.601) ao analisar o RCGEM alertam que há

[...] um retrocesso que se materializa na redução de carga horária em todas as disciplinas de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), desenhando uma perspectiva de uma formação básica sem aprofundamento de conceitos e conteúdos científicos necessários à construção do pensamento científico e à capacidade de argumentação a partir das ciências.

Uma alternativa para superar a questão de redução da carga horária seria o trabalho interdisciplinar, no entanto, a falta de diálogo entre os professores da área foi uma das dificuldades apontada pelos professores. E, embora as políticas curriculares vigentes destaquem a importância da interdisciplinaridade e contextualização na formação integral dos estudantes, na prática o que se observa é um tratamento superficial dos conhecimentos a serem trabalhados na área de CNT (MASSONI; BRITO; CUNHA, 2021).

A ausência de conceitos relacionados a área da Bioquímica na FGB do RCGEM evidencia o tratamento superficial atribuído a área, inviabilizando dessa forma, que os estudantes ampliem o entendimento que possuem de si, do seu lugar na natureza e na sociedade, de sua interação com o meio e dos resultados de sua ação sobre ele, das transformações químicas que ocorrem em seu corpo, na natureza, na indústria e demais contextos em que podem ser observadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados encontrados é possível verificar um descompasso entre o texto da política curricular vigente, o RCGEM, e a prática em sala de aula.

Embora os objetivos do ensino de Biologia e Química estejam voltados a ampliar o entendimento que o indivíduo tem de sua própria organização biológica e das transformações que ocorrem em seu corpo, através da associação dos conhecimentos científicos com o seu cotidiano, a ausência de conteúdos mínimos dificulta a concretização desses objetivos. Essa problemática se evidencia no planejamento dos professores, pois, mesmo que a maioria baseie-se na avaliação diagnóstica e no Projeto Político Pedagógico da escola para organizar os conteúdos (objetos de conhecimento) a serem desenvolvidos, ou seja, considerem o contexto dos estudantes, a utilização do LD como forma de organizar a sequência de conteúdos é um fator limitante que não propicia o desenvolvimento da interdisciplinaridade e da contextualização, que são pressupostos da BNCC e do RCGEM.

Isso reflete a necessidade investimentos na infraestrutura das escolas e a implementação de cursos de formação continuada para os professores, pois, a dificuldade de planejar e encontrar subsídios para superar a precariedade das escolas (busca de materiais alternativos, aulas mais atrativas...) impacta o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que os estudantes se desmotivem e não consigam relacionar os conhecimentos aprendidos na escola com o seu cotidiano. Além disso é preciso considerar a defasagem de aprendizagem dos estudantes resultante do período de pandemia. Como e quando recuperar essas aprendizagens? Como garantir aos estudantes condições mínimas de compreender conteúdos complexos se faltam conhecimentos básicos? Questões que perpassam o planejamento escolar e refletem a importância da clareza dos elementos que compõem o processo de ensino, dentre eles, os conteúdos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Carlos Alberto De Carvalho; ALVES, Leonardo Alcântara. Prática de ensino interdisciplinar em Ciências da Natureza: uma busca pela formação e efetivação da interdisciplinaridade segundo a BNCC. In: Anais VIII CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/88262>>. Acesso em: 25 mai 2023.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: ensino médio. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 20 dez. 2021.
- BRANCO, Emerson Pereira; ZANATTA, Shalimar Calegari. BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor. **Revista Insignare Scientia**. vol.4, n.3.2021. Disponível em:

<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12114/7804>. Acesso em 28 julho de 2022.

COLELLO, Silvia de Mattos Gasparian. Quem é o estudante em recuperação?: os sentidos do fracasso escolar. **Cemoroc Educação**. v. 4. São Paulo, 2022.

DE JESUS, R.; ITURRES, Maria Teresa; GUEDES DE GODOI, S.; Del Valle GARNERO, A.; BUENO, B. SOARES. Causas do desinteresse dos alunos do Ensino Médio: um desafio no cenário escolar atual. In: **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 1, 12 fev. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/79815>. Acesso em mai 2023.

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**. v.13, n.1. p.259-272, 2018.

FREITAS, Ana Lúcia Pontes. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula. [Entrevista cedida a] Felipe Moron. **CBME informação**. São Carlos, n. 11, jul. 2006. Disponível em: <https://eic.ifsc.usp.br/wp-content/uploads/2014/08/Edi%C3%A7%C3%A3o11.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2022.

FIGUEIRA, Angela Carine Moura; ROCHA, João Batista Teixeira. Concepções sobre proteínas, açúcares e gorduras: uma investigação com estudantes de ensino básico e superior. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 1, p. 23-34, 2015.

GOULART, Joender Luiz. **Desinteresse escolar: em busca de uma compreensão**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. ed. 01, vol. 04, pp. 89-110. 2022. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/desinteresse-escolar>. Acesso em 13 mai 2023.

GOMES, Luciana Maria De Jesus Baptista; MESSEDER, Jorge. A Presença das TIC no Ensino de Bioquímica: contribuições para uma Análise Crítica da Realidade. In: **Conferência: IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

HABOWSKI, F.; LEITE, F. Compreensões da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Referencial Curricular Gaúcho. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 5, p. 323-337, 20 ago. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12577>. Acesso em: 03 jan. 2023.

LEAL, Vanessa Castanharo. Avaliação do conhecimento e dificuldades de Adolescentes em relação à rotulagem de alimentos e informação nutricional. Centro Universitário Toledo Araçatuba. 2017 (TCC). Disponível em: encurtador.com.br/hswzU. Acesso em 08/12/2022

LIBÂNIO, José Carlos. Didática. ed 2, São Paulo: **Cortez**, 2013

MASSONI, Neusa Teresinha; ALVES-BRITO, Alan; CUNHA, Alexander Monteiro. Referencial curricular gaúcho para o Ensino Médio de 2021: contexto de produção,

ciências da natureza e questões étnico-raciais. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 3, p. 583–605, 2021.

PIMENTEL, Júnior Clívio; SANTOS, Hugo de Figueiredo; LINHARES, Késsio Johnes da Silva; AMORIM, Vitoria Loiza Ferreira Rocha. Articulações políticas em torno da Base Nacional Comum Curricular (BNCC): a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 3, n. 2, p.1-23, 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Educação -SEDUC-RS. **Referencial Curricular Gaúcho Ensino Médio**. 2021. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202111/24135335-referencial-curricular-gaucha-em.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2022.

SOLNER, Tiago Barboza; FERNANDES, Liana da Silva; FANTINEL, Leonardo. O ensino de bioquímica :uma investigação com professores da rede pública e privada de ensino. **Revista THEMA**. v.17, n.4, p.899-911, 2020.

SOUZA, Ana Maria Alves de; MOURA JUNIOR, Alfredo Matos, OLIVEIRA, Edilson Gomes de, ALMEIDA, Mayara Gabriella Oliveira de. Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica: Recife*, v.4, n.1, p. 197-212, 2018.

TAMANINI, Nislaine Lima da S. **Ensino Investigativo a partir das Mídias Digitais: uma proposta voltada aos multiletramentos no contexto da Bioquímica**. Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Biológicas Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio). Dissertação. Florianópolis, 2022.

SOUZA, Luciene Matos de. Uma experiência integradora de pesquisa intervenção com discentes do Ensino Médio em situação de baixa frequência escolar. In: VIII ENALIC (Encontro Nacional das Licenciaturas)/VII Seminário do PIBID/II Seminário do Residência Pedagógica. Editora Realiza, versão digital. 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/enalic/2021/TRABALHO_EBOOK_EV163_MD1_SA101_ID211403022022000207.pdf. Acesso em: 10 mai 2023.

6.2 Manuscrito 2: Sequência Didática Gamificada: uma proposta para ensinar e aprender Bioquímica no Ensino Médio

Este manuscrito contempla o terceiro objetivo específico desta dissertação, o qual visa apresentar a Sequência Didática Gamificada elaborada a partir do contexto investigado. Este manuscrito foi submetido para publicação na Revista Insignare Scientia (RIS), na seção Propostas Didáticas. A referida revista possui avaliação no Qualis (CAPES) A4 na área de Ensino (2017-2020).

Sequência Didática Gamificada: uma proposta para ensinar e aprender Bioquímica no Ensino Médio

Gamified Didactic Sequence: a proposal to teach and learn Biochemistry in High School

Ketelin Monique Cavalheiro Kieling*

Rafael Roehrs**

RESUMO

A Bioquímica, definida como a ciência da vida é uma área interdisciplinar e seu estudo enseja conhecimentos básicos de Biologia e Química. Entretanto, a organização curricular, a falta de aulas interdisciplinares e contextualizadas, aliadas a dificuldade de abstração e a complexidade dos conceitos e processos estudados, dificultam o processo de ensino-aprendizagem, sobretudo na Educação Básica. Problemática evidente, principalmente, em escolas públicas e que acaba refletindo na formação geral básica dos estudantes. Diante disso, apresentamos uma Sequência Didática Gamificada (SDG) como estratégia para ensinar e aprender os conteúdos de Bioquímica no Ensino Médio. A SDG, elaborada de acordo com as competências e habilidades descritas nos referenciais curriculares atuais, tem o intuito de subsidiar a ação docente e, a fim de engajar e motivar os estudantes, foram aplicados alguns elementos da gamificação. Fundamentada na interdisciplinaridade e na contextualização é uma estratégia didático-pedagógica que pode contribuir para o desenvolvimento das competências e habilidades almejadas para que os estudantes desenvolvam o letramento científico e assim consigam agir de forma consciente e crítica no mundo.

Palavras-chave: Biomoléculas; doenças; nutrição; substâncias orgânicas.

ABSTRACT:

Biochemistry, defined as the science of life, is an interdisciplinary area and its study entails basic knowledge of Biology and Chemistry. However, the curricular organization, the lack of interdisciplinary and contextualized classes, allied to the difficulty of abstraction and the complexity of the concepts and processes studied, make the teaching-learning process difficult, especially in Basic Education. An evident problem, mainly, in public schools and that ends up reflecting on the basic general education of students. Therefore, we present a Gamified Didactic Sequence (SDG) as a strategy to teach and learn the contents of Biochemistry in High School. The SDG, elaborated according to the competences and abilities described in the current curricular references, is intended to support the teaching action and, in order to engage and motivate students, some elements of gamification were applied. Based on interdisciplinarity and contextualization, it is a didactic-pedagogical strategy that can contribute to the development of skills and abilities desired for students to develop scientific literacy and thus be able to act consciously and critically in the world.

Keywords: Biomolecules; illnesses; nutrition; organic substances.

1 INTRODUÇÃO

A Bioquímica é descrita como a ciência que visa explicar os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos, sendo por isso definida como a ciência da vida. É uma ciência que tem se desenvolvido nas últimas décadas e contribuído em diversas áreas do conhecimento, o que evidencia a sua importância (FERRI, 2013). O estudo e compreensão da Bioquímica está associado a articulação de conhecimentos biológicos e químicos. Possibilitando assim abordagens interdisciplinares e contextualizadas nas propostas curriculares da Educação Básica (EB).

Entretanto, na EB os conhecimentos bioquímicos são tratados em tempos diferentes nos arranjos curriculares. Aliado a isso, a necessidade de profunda abstração, a complexidade dos eventos estudados, a falta de aulas práticas, atrativas e contextualizadas, em especial nas escolas públicas, não desperta o interesse dos estudantes pela temática, fato que pode influenciar na formação básica desses estudantes. (SOLNER; FERNANDES; PEIXOTO; FANTINEL, 2019, FREITAS, 2006, SCHNEIDER; DUTRA; MAGALHÃES, 2008, PERSON; DA ROCHA, 2020).

Diante disso, para superar estas dificuldades, é necessário reconhecê-las e, posteriormente, planejar estratégias de ensino que propiciem o aprendizado efetivo. Neste sentido, as Sequências Didáticas (SD) constituem-se como uma estratégia de planejamento de aulas bastante empregada no ensino de ciências (AUTORES, 2018). Entretanto, é preciso considerar que a motivação exerce um papel fundamental na aprendizagem dos estudantes em sala de aula e, por isso, deve ser considerada um fator importante para o êxito escolar (CAMARGO; CAMARGO; SOUZA, 2019). Uma alternativa para despertar o interesse dos estudantes em sala de aula é a utilização de Metodologias Ativas. Dentre várias existentes, destacamos a gamificação.

Na gamificação, “o pensar como em um jogo é aplicado de forma cuidadosa, com a intenção de resolver problemas e encorajar a aprendizagem, usando para isso, todos os elementos de jogos que forem apropriados à prática determinada” (BUSARELLO, 2016, p.29). Em seu estudo pioneiro acerca da gamificação, Fardo (2013, p. 66) aponta que:

O que a gamificação propõe, como estratégia aplicável aos processos de ensino e aprendizagem nas escolas ou em qualquer outro ambiente de aprendizagem, é utilizar um conjunto de elementos comumente encontrados na maioria dos games e aplicá-los nesses processos, com o intuito de gerar níveis semelhantes de envolvimento e dedicação daqueles que os games normalmente conseguem gerar.

Nesta perspectiva, estudo realizado por Silva, Sales e Castro (2018), investigou as contribuições da gamificação de uma SD voltada ao ensino de óptica geométrica, tendo como resultado evidências de aprendizagem. Devido aos poucos estudos sobre SD Gamificadas, os autores sugerem que pesquisas semelhantes investiguem os efeitos dessa estratégia em outras áreas do conhecimento como Biologia e Química.

Com a intenção de subsidiar a ação docente nos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma SDG voltada ao ensino de Biomoléculas no EM. Elaborada durante o curso de mestrado em Educação em Ciências, a referida estratégia de ensino é um produto educacional que emergiu de uma pesquisa voltada ao processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da Bioquímica na nova proposta curricular do EM, proposta esta que trouxe alterações significativas, tanto na carga horária, quanto na organização dos conhecimentos escolares a serem ensinados neste nível de ensino.

Para melhor compreensão acerca destas mudanças curriculares e apresentação das estratégias utilizadas, os tópicos a seguir visam, de forma resumida, contextualizar a implementação da Base Nacional Comum Curricular e as alterações provocadas na organização curricular do EM, com ênfase nos conhecimentos bioquímicos, conceituar SD e explicar brevemente os conceitos e a relevância da Gamificação nos processos educativos. Posteriormente, a metodologia utilizada será descrita, seguida da apresentação da SDG voltada ao ensino de Biomoléculas no EM.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NOVO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

O EM, etapa final da Educação Básica, atualmente passa pelo processo de reestruturação curricular iniciado a partir da homologação, em dezembro de 2018, da Base Nacional Comum Curricular do EM (BNCCEM), um documento norteador obrigatório para a elaboração dos currículos nas escolas públicas e privadas de todo o país (BRASIL, 2018). Com a intenção de superar o currículo padronizado substituindo-o por um modelo curricular diversificado e flexível, a BNCCEM define as aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver, com ênfase no desenvolvimento de habilidades e competências.

Alguns dos traços marcantes deste documento, é a proposição de uma Formação Geral Básica (FGB), constituída pelas competências e habilidades

definidas na BNCCEM que devem ser desenvolvidas pelos estudantes de todo o país. Junto a FGB, serão implementados os Itinerários Formativos (IF) diversificados, construídos pelos sistemas de ensino e/ou escolas atendendo as demandas locais e garantindo a flexibilidade curricular. Com relação à organização curricular, os conhecimentos estão agrupados em quatro áreas de conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) (BRASIL, 2018).

Explicitada a configuração curricular do Novo EM, ainda que de forma resumida, voltamos nosso olhar para a área de CNT. Esta área abrange os componentes curriculares Física, Química e Biologia em que, um componente não exclui os outros, mas há um fortalecimento das relações entre eles (BRASIL, 2018). Foram definidas três competências específicas para a área e, para cada competência, um conjunto de habilidades foi atribuído. Conforme descrito no documento, a elaboração destas competências e habilidades baseou-se nos conhecimentos conceituais (leis, teorias, modelos) que devem ser contextualizados social, cultural, ambiental e historicamente, nos processos e práticas de investigação propostos para a etapa e no desenvolvimento da linguagem própria de CNT com vistas a promover o letramento científico (BRASIL, 2018).

Na apresentação de cada competência, alguns objetos de conhecimento/conteúdos são destacados. A competência específica n. 2, por exemplo, indica que os estudantes devem mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes para:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2018, p.556).

Na direção de desenvolver esta competência, os conhecimentos conceituais que devem ser mobilizados pelos estudantes são aqueles relacionados a:

[...] **origem da Vida; evolução biológica;** registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; **biomoléculas; organização celular;** órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; teias alimentares; **respiração celular; fotossíntese;** neurociência; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros (BRASIL, 2018, p.556, grifo nosso).

Esses recortes da BNCCEM visam demonstrar como a Bioquímica aparece no documento. De acordo com nosso entendimento, os conhecimentos conceituais grifados relacionam-se com a área de estudo da Bioquímica. Cabe salientar que a organização curricular é responsabilidade dos sistemas de ensino, mas essa organização é balizada pela BNCCEM. Logo é preciso considerar algumas problemáticas como a redução da carga horária da FGB em detrimento da inclusão dos IF o que pode afetar diretamente o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais indicados.

Ao analisarmos a reestruturação do currículo do EM no estado do Rio Grande do Sul, iniciada no ano letivo de 2022 a partir da homologação do Referencial Curricular Gaúcho para o EM (RGCEM) percebe-se que a oferta das componentes curriculares que compõem a área de CNT ocorre no 1º e 2º Anos, apenas (HABOWSKI; LEITE, 2021). Há a possibilidade de que a área seja contemplada nos IF escolhidos pelas escolas e com isso, os objetos de conhecimento da área sejam trabalhados para além da formação básica. Mas caso isso não ocorra, a carga horária destinada a área na FGB pode ser insuficiente para o desenvolvimento dos conhecimentos almejados, o que acabará interferindo na formação básica dos estudantes.

Outro aspecto preocupante é que não foi estabelecida a sequência com que os conhecimentos conceituais devem ser desenvolvidos. Estudo recente analisou a influência da BNCCEM no ensino de Química no EM e aponta que:

[...] a falta de ordem cronológica nos conteúdos, ou seja, a falta de uma ordem específica de estudos para embasamento do aluno na disciplina de química, então faltará base para estudar os conteúdos mais avançados da área. Com isso pode-se estimar falhas nos conteúdos e ordens cronológicas das disciplinas de Biologia e Física que englobam a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BARROSO et al., 2020, p.12).

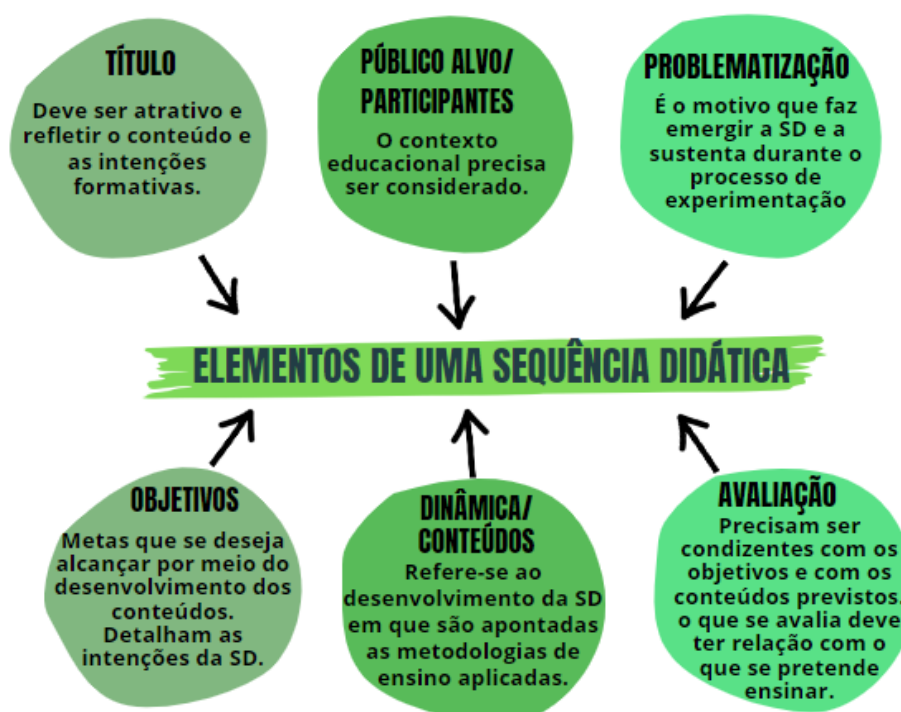
Diante destas problemáticas, acreditamos que o planejamento de aulas a partir de temáticas, como a nutrição e saúde, por exemplo, pode promover situações de aprendizagem, pois propicia o trabalho interdisciplinar e possibilita uma organização lógica e sequencial dos conhecimentos que precisam ser desenvolvidos.

2.2 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD) E INTERDISCIPLINARIDADE

Uma SD pode ser definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”

(ZABALA, 1998, p. 18). Trata-se da organização de um conjunto de atividades sobre um determinado conteúdo, com o objetivo de ensiná-lo, etapa por etapa. Ao relacionarmos as SD à interdisciplinaridade, alguns autores destacam sua importância por “desempenhar o papel de agente integrador entre as diferentes disciplinas, podendo-se tornar importante mecanismo de socialização dos conhecimentos na escola” (GUIMARÃES; GIORDAN, 2011 p. 4). A figura 1 apresenta a descrição dos elementos que devem ser observados no processo de elaboração de uma SD.

Figura 1 – Descrição dos elementos que compõem uma Sequência Didática.



Fonte: Autores, 2023. Adaptado de Guimarães e Giordan, 2011; autores, 2018.

2.3 GAMIFICAÇÃO

A gamificação é considerada uma metodologia ativa recente e se destaca por proporcionar o engajamento e a motivação dos estudantes em ambientes de aprendizagem. Contudo, os estudos sobre a eficácia da gamificação no ambiente escolar ainda são incipientes e demonstram que a metodologia é muitas vezes entendida apenas como um jogo, por ter sua vertente originada no design de jogos (SILVA; SALES; CASTRO, 2019; TOLOMEI, 2017).

O termo “gamificação” (do original inglês: gamification) foi criado em 2002 por Nick Pelling, mas se tornou popular em 2010 e refere-se ao uso dos elementos presentes nos jogos (*games*) para envolver pessoas, motivar ação, promover a aprendizagem e resolver problemas (FARDO, 2013). Desde sua criação, o número de “experiências e pesquisas em diversas áreas como marketing, treinamentos

corporativos e na educação” envolvendo a gamificação tem sido ampliado (TOLOMEI, 2017, p. 145). Uma explicação mais simples nos diz que

[...] a gamificação pressupõe a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos games, como narrativa, sistema de *feedback*, sistema de recompensas, conflito, cooperação, competição, objetivos e regras claras, níveis, tentativa e erro, diversão, interação, interatividade, entre outros, em outras atividades que não são diretamente associadas aos games, com a finalidade de tentar obter o mesmo grau de envolvimento e motivação que normalmente encontramos nos jogadores quando em interação com bons *games* (FARDO, 2013, p. 02).

Trata-se, portanto, da utilização de elementos de *design* de jogos em contextos que não são de jogos (COSTA; MARCHIORI, 2016). Há três classificações para os elementos dos jogos: dinâmicas, mecânicas e componentes (WERBACH; HUNTER, 2012). As dinâmicas representam os aspectos não diretamente explícitos em um sistema gamificado, e são responsáveis por promover a interação entre o jogador e os demais elementos. As mecânicas visam promover a ação dos jogadores, demarcando aquilo que pode ou não ser feito. E os componentes são as aplicações concretas. Sendo assim, todos os elementos estão interligados nas suas ações. O quadro 1 apresenta a descrição dos elementos da gamificação.

Quadro 1 – Descrição dos elementos dos jogos utilizados na gamificação.

| ELEMENTOS | | CONCEITUAÇÃO/DESCRIÇÃO |
|---|-------------------------------|--|
| D I N Â M I C A S | Narrativa | É um cenário fictício ou real que torna o jogo coerente, podendo ser implícita ou explícita desde que tenha uma intenção definida. |
| | Emoções | Os jogos podem despertar diversos tipos de emoções. É o reforço emocional que mantém as pessoas jogando. |
| | Progressão | Visa dar aos jogadores a sensação de avançar dentro do jogo. |
| | Restrições | Refere-se à limitação da liberdade dos jogadores dentro do jogo. |
| M E C Â N I C A S | Avaliação (<i>Feedback</i>) | Possibilita aos jogadores visualizar seu progresso durante o jogo. |
| | Competição | Cria-se um sentimento de vitória e derrota. |
| | Desafios | Reflete os objetivos que o jogo define para o jogador. |
| | Recompensas | São benefícios dados aos jogadores após obtenção de conquistas. |
| | Aquisição de recursos | O jogador pode coletar itens que o ajudam a atingir os objetivos. |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| | Transações | Compra, venda ou troca de algo com outros jogadores no jogo. |
| C O M P O N E N T E S | Avatar | Representação visual do personagem do jogador. |
| | Ranking | Lista de jogadores que apresentam as maiores pontuações/conquistas/itens em um jogo. |
| | Pontos | Ações no jogo que atribuem pontos. Podem estar relacionados às missões e níveis. |
| | Níveis | Representação numérica da evolução do jogador. O nível aumenta à medida que o jogador se torna melhor no jogo. |
| | Missão | Refere-se a atividades/tarefas que o jogador deve executar. |
| | Emblemas | Representação visual de realizações/conquistas dentro do jogo. |
| | Conteúdos desbloqueáveis | A possibilidade de desbloquear e acessar certos conteúdos no jogo se os pré-requisitos forem preenchidos. O jogador precisa fazer algo específico para ser capaz de desbloquear o conteúdo. |
| | Conquistas | Recompensa que o jogador pode receber por realizar atividades específicas. |

Fonte: Autores, 2023. Adaptado de Werbach e Hunter, 2012 apud Costa e Marchiori, 2016.

Os elementos dos jogos, descritos no quadro 1 podem ser combinados de diferentes formas, mas é necessário considerar o contexto de aplicação da gamificação já que, combinar as dinâmicas, mecânicas e componentes de forma que sejam efetivas para um determinado objetivo é a tarefa central de um projeto de gamificação (COSTA; MARCHIORI, 2016).

Uma SDG é aqui entendida como uma proposta didático-metodológica voltada ao processo de ensino-aprendizagem de determinados objetos de conhecimento com vistas a desenvolver as habilidades e competências almejadas. No caso desta escrita, ao ensino e a aprendizagem de conhecimentos bioquímicos por professores e estudantes do EM. Trata-se de uma sequência de atividades planejadas ligadas umas às outras através de estratégias que promovam a motivação e o engajamento dos estudantes. Para isso, podem ser combinados alguns elementos dos jogos como a produção de uma narrativa, a introdução de *feedbacks* e pontuações instantâneas, a criação de metas e desafios, e a implementação de um *ranking* (placar).

3 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo qualitativo e descritivo, pois visa descrever a SDG elaborada. Esse recurso didático-pedagógico foi elaborado pelos pesquisadores, professores de Ciências da Natureza, a partir da sua realidade empírica, ou seja, da experiência de sala de aula e das constatações acerca das dificuldades de ensinar e aprender os conhecimentos bioquímicos no EM. As etapas da SDG foram organizadas de modo a contemplar as competências e habilidades descritas na BNCCEM e propiciar a interdisciplinaridade e a contextualização. O quadro 2 apresenta a organização das seis etapas (níveis) da SDG, os objetos de conhecimento selecionados e as atividades propostas.

Quadro 2 – Organização da SDG.

| Níveis | | Objetos de conhecimento | Atividades |
|--------|--|---|---|
| 1º | Carbono: a essência da vida. (Tempo estimado: 6 períodos) | <ul style="list-style-type: none"> Estrutura da matéria; Modelo atômico e propriedades do carbono; Estrutura e propriedades de Compostos Orgânicos. | <ul style="list-style-type: none"> Introdução a Bioquímica e propriedades do carbono (1 período); Missão1: Produção de um Mapa Conceitual (1 período); Resolução de exercícios sobre cadeias carbônicas, nomenclatura e propriedades de algumas funções orgânicas (3 períodos); Desafio 1: Jogo de Tabuleiro: 'Na Trilha da Química' (1 período). |
| 2º | A vida depende da água? (Tempo estimado: 3 períodos) | <ul style="list-style-type: none"> Estrutura e propriedades da matéria; Transformações químicas e metabolismo; Compostos Inorgânicos. | <ul style="list-style-type: none"> Conceitos sobre a estrutura e as propriedades da molécula de água (1 período); Resolução de exercícios (1 período); Desafio 2: Produção de um Mapa Conceitual (1 período). |
| 3º | Carboidratos: o açúcar nosso de cada dia. (Tempo estimado: 6 períodos) | <ul style="list-style-type: none"> Biomoléculas; Transformações e transferências de energia; Estrutura e propriedades de compostos orgânicos. | <ul style="list-style-type: none"> Introdução aos Carboidratos (1 período); Missão 4: Resolução de Exercícios sobre a estrutura e propriedades dos carboidratos (1 período); Análise do rótulo de alimentos (1 período); Pesquisa sobre <i>Diabetes mellitus</i> (atividade extra classe); Desafio 3: 'Compartilhando Conhecimentos'. Utilização da metodologia ativa: Aprendizagem Baseada em Times (3 períodos). Cálculo das calorias fornecidas pelos alimentos (1 período); Missão 5: Contando calorias dos rótulos dos alimentos (1 período); |
| 4º | Lipídios: heróis ou vilões? (Tempo estimado: 4 períodos) | <ul style="list-style-type: none"> Estrutura química, classificação, importância e funções biológicas dos lipídios; Gorduras saturadas e insaturadas e sua relação com a saúde. | <ul style="list-style-type: none"> Introdução ao estudo dos Lipídios (estrutura, função, polaridade, relações com os alimentos e saúde) (2 períodos); Missão 6: Resolução de exercícios (1 período); Desafio 4: Resolução de um estudo de caso sobre aterosclerose (2 períodos). |

| | | | |
|----|--|---|--|
| 5º | Proteínas. (Tempo estimado: 5 períodos) | <ul style="list-style-type: none"> • Funções das proteínas no organismo; • Estrutura química dos aminoácidos; • Ligação Peptídica; • Estrutura das proteínas; | <ul style="list-style-type: none"> • Conceituação da estrutura e funções das proteínas (1 período); • Aminoácidos (estrutura, ligações peptídicas) (2 períodos); • Missão 7: Resolução de exercícios (1 período); • Desafio 5: Interpretação de texto científico, produção e apresentação de seminários sobre <i>Anemia falciforme</i> e relações étnico-raciais (2 períodos). |
| 6º | Na prática. (Finalização) (Tempo estimado: 3 a 4 períodos) | <ul style="list-style-type: none"> • Sistematização dos objetos de conhecimento desenvolvidos nos cinco níveis. | <ul style="list-style-type: none"> • Desafio Final: Produção de uma campanha publicitária online sobre as doenças discutidas no decorrer do processo seletivo: <i>Diabetes mellitus</i>, <i>Aterosclerose</i> e <i>Anemia falciforme</i> (3 a 4 períodos). |

Fonte: autores (2023).

Para melhor compreensão das atividades descritas no quadro 2, a seguir será apresentada a SDG desenvolvida.

APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

↳ **Título: Nutrição:** (Des)caminhos das biomoléculas no corpo humano

↳ **Público alvo:** Estudantes do Ensino Médio.

↳ **Problematização:** As alterações na matriz curricular do EM enseja o repensar sobre a organização dos objetos de conhecimento, o trabalho interdisciplinar e a contextualização dos conhecimentos científicos de modo a alcançar as competências e habilidades previstas na BNCCEM e no RCGEM.

Competência da BNCCEM e RCGEM contemplada: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidades previstas no Referencial Curricular Gaúcho:

1) Analisar e investigar o comportamento das diferentes substâncias orgânicas e inorgânicas, com base nos modelos de ligações químicas, uma vez que estão presentes no cotidiano e compreender que seu manuseio e aplicabilidade mesmo em contextos domésticos requer cuidado e responsabilidade. **2)** Discutir a relação entre a composição dos alimentos, valor energético e a obesidade, a fim de compreender a relação entre alimentação e sustentabilidade e **3)** Propor ações coletivas com o intuito de informar e instruir o estudante, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo quanto: IST's, vícios, drogas, diversidade

e sexualidade, vinculados aos estudos de bioquímica, sistema nervoso, sistema reprodutor, sistema digestório, compostos orgânicos.

↳ **Objetivos Gerais:**

Estabelecer relações entre as interações químicas das biomoléculas e o desenvolvimento de doenças.

↳ **Objetivos específicos:**

- Reconhecer as biomoléculas: carboidratos, lipídios e proteínas;
- Compreender as interações químicas associadas aos grupos funcionais destas biomoléculas;
- Relacionar as biomoléculas a nutrição;
- Compreender a relação entre nutrição e doenças.

↳ **Dinâmica/Conteúdos:** A narrativa sob a qual foi desenvolvida a SDG é um processo seletivo que visa contratar dois estagiários para atuar em uma empresa fictícia voltada a prescrições/atendimentos nutricionais e exames laboratoriais. As vagas serão destinadas a estudantes do EM, e o processo seletivo, organizado em seis etapas (níveis), será realizado pelo professor que, supostamente, faz parte da empresa.

Cada nível é composto por aulas contendo missões e desafios. Para cada missão realizada, o candidato recebe uma pontuação que será organizada na forma de *ranking*. Além das missões, ao final de cada nível são propostos desafios. Serão selecionados, ao final do processo seletivo, os dois candidatos que ocuparem o 1º e 2º lugar, respectivamente. Estes assinarão contrato de trabalho e receberão o título de técnico em nutrição e análises laboratoriais. Cientes do processo seletivo, os estudantes assinarão Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e receberão os materiais que serão utilizados, dentre esses, a apostila contendo o conteúdo que será estudado (disponível no material suplementar). A seguir são descritas as atividades desenvolvidas em cada nível.

1ª NÍVEL: Carbono: a essência da vida.

Introdução a Bioquímica

Com o auxílio de figuras que apresentam memes (anexo II) sobre a água e as biomoléculas (carboidratos, lipídios e proteínas) os estudantes serão provocados a pensar sobre a relação dessas substâncias com o corpo. A partir disso, e seguindo o conteúdo descrito na apostila podem ser discutidos os conceitos gerais da bioquímica.

A 2ª missão a ser cumprida é a síntese daquilo que foi estudado através da elaboração de um mapa mental pré-estruturado.

A atividades seguintes referem-se à formação das cadeias carbônicas, suas estruturas, nomenclaturas, alguns grupos funcionais relacionados às biomoléculas como: hidrocarbonetos, cetonas, aldeídos, álcoois, ácidos carboxílicos e aminas. A resolução de exercícios de aplicação do conhecimento (disponíveis na apostila) subsidiará o desempenho dos estudantes no 1º desafio que é o jogo de tabuleiro (anexo III) sobre os grupos funcionais e suas características, funções e nomenclatura.

2ª NÍVEL: A vida depende da água?

Esse nível é dedicado ao estudo da água, sua importância, estrutura de sua molécula e as propriedades que a tornam um solvente universal. A 3ª missão está associada a resolução de cinco exercícios relacionados aos conceitos estudados e o 2º desafio será a produção de um mapa conceitual, em formato livre, sobre os conceitos estudados.

3ª NÍVEL: Carboidratos: o açúcar nosso de cada dia.

No 3º nível, os carboidratos serão o foco de estudo, sua estrutura, classificação e importância. Na 4ª missão, os estudantes deverão resolver alguns exercícios e a 5ª missão estará relacionada a elaboração de uma dieta a partir do estudo sobre valor calórico e cálculo da quantidade de energia contida nas porções de alimentos. Neste nível, o desafio será associado ao emprego da metodologia ativa *Aprendizagem Baseada em Times (Team-Based Learning – TBL)*, em que no primeiro momento, os estudantes realizam estudos e pesquisas no ambiente extra classe e posteriormente, respondem individualmente perguntas relativas ao assunto estudado e, depois respondem novamente em grupos. Para isso, será disponibilizado aos estudantes um material de apoio sobre o rótulo dos alimentos, aliado a isso, os estudantes deverão realizar uma pesquisa sobre a doença *Diabetes mellitus*. Após essas atividades extraclasse, serão aplicadas as etapas da TBL.

4ª NÍVEL: Lipídios: heróis ou vilões?

Os lipídios serão discutidos neste nível do processo seletivo, em que, sua estrutura, funções, polaridade, relações com os alimentos e saúde são abordados. Na 6ª missão os estudantes responderão questionamentos sobre os assuntos estudados e terão como desafio encontrar a solução para o estudo de caso sobre aterosclerose.

5ª NÍVEL: Proteínas.

A estrutura e as funções das proteínas são o tema do 5º nível. Com o auxílio da apostila podem ser estudados os aminoácidos (estrutura, ligações peptídicas) e a

estrutura das proteínas. A 7ª missão está associada a resolução de exercícios e, para cumprir o 5º desafio, os estudantes deverão produzir e apresentar os conceitos bioquímicos relacionados a doença *Anemia falciforme* na forma de seminários.

6ª NÍVEL: Na prática. Desafio Final

Como forma de sistematizar os conhecimentos e as habilidades desenvolvidas no decorrer de aplicação da SD Gamificada, os estudantes serão provocados, no desafio final, a produzir uma campanha publicitária *online* sobre as doenças discutidas no decorrer do processo seletivo (diabetes, aterosclerose e anemia falciforme). Os *folders*, vídeos, cartazes explicativos podem ser produzidos no aplicativo CANVA e a campanha realizada através das redes sociais dos estudantes e da escola buscando atingir o maior número de pessoas possível.

↳ Avaliação:

Podem ser considerados aspectos quantitativos, pois ao avaliar-se os valores obtidos no *ranking* entende-se que a correção das atividades considerou além dos conhecimentos desenvolvidos, o comprometimento com a entrega das atividades, participação/envolvimento e criatividade na resolução de cada desafio e missão, habilidades importantes quando pensamos em uma formação integral. Já o aspecto qualitativo refere-se aos objetivos de aprendizagem propostos, logo avalia-se, de forma geral, se o estudante consegue reconhecer as biomoléculas e relacioná-las com a alimentação e com o desenvolvimento de doenças.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que a SDG apresentada é uma estratégia didático-pedagógica que pode contribuir com o processo de ensinar e aprender à medida que a contextualização e a interdisciplinaridade podem estar presentes em todo o seu desenvolvimento. Os professores, ao utilizá-la, conseguem organizar os objetos de conhecimento em uma sequência coerente e lógica, superando assim a problemática relacionada ao lugar ocupado pela Bioquímica na organização curricular do EM, bem como as dificuldades relacionadas a falta de material didático e a redução da carga horária. Com relação aos estudantes, sujeitos de aprendizagem, a estratégia busca dar “sentido” aos conhecimentos bioquímicos trazendo-os para o cotidiano dos estudantes a partir da contextualização. Além disso, ao engajá-los através da gamificação, promove a motivação e desperta o interesse dos estudantes pelas temáticas da área.

Como já exposto, a proposta apresentada foi elaborada durante o desenvolvimento de uma pesquisa de mestrado voltada ao processo de ensino-aprendizagem da Bioquímica no EM e as atividades pensadas estão relacionadas ao contexto das escolas investigadas: escolas grandes, localizadas em regiões periféricas, com pouco acesso à internet e infraestrutura precária. Esses fatores influenciaram a escolha de atividades mais “manuais” em detrimento da utilização de recursos tecnológicos.

Ainda assim, acredita-se que a proposta possa ser utilizada em outros contextos, uma vez que a apostila e demais atividades podem ser facilmente adaptadas para o meio digital, por exemplo. Além disso, salienta-se que um dos pressupostos para a eficácia da utilização das SD é a adaptação ao contexto em que será inserida. Ademais, espera-se que neste período de mudanças, carregado de incertezas e inseguranças, tanto para os professores quanto para os estudantes, a estratégia contribua para o desenvolvimento das competências e habilidades almeçadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BARROSO, Maria Cleide da Silva; PEREIRA, Rafaela Fernandes; SANTOS FILHO, Antônio de Pádua Arruda dos; SILVA, Emanuel Vinicius Araújo da; SANTOS, João Paulo Gomes dos; HOLANDA, Francisca Helena de Oliveira. Base Nacional Comum Curricular e as transformações na área das ciências da natureza e tecnologias. **Research, Society and Development Journal**, v. 9, n. 2, 2020. Disponível em:

BUSARELLO, Raul Inácio. **Gamification: princípios e estratégias**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

CAMARGO, Carmen Aparecida Cardoso Maia; CAMARGO, Marcio Antonio Ferreira; SOUZA, Virginia Oliveira. A importância da motivação no processo ensino-aprendizagem. **Revista Thema**. v.16. n.3, p.598-606, 2019. Disponível em: <http://periodicosnovo.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1284/1262>. Acesso em: 04 dez. 2020.

COSTA, A. C. S.; MARCHIORI, P. Z. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**. v. 6, n. 2, p. 44-65, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912>. Acesso em: 14 fev. 2023.

FARDO, Marcelo Luis. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação**. v.11, n.1, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41629/26409>. Acesso em 01 dez. 2020.

FERRI, Valdecir Carlos. **Bioquímica**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia: Pelotas; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/bioquimica.pdf>. Acesso em 10 out. 2021.

FREITAS, Ana Lúcia Pontes. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula. [Entrevista cedida a] Felipe Moron. **CBME informação**. São Carlos, n. 11, jul. 2006. Disponível em: <https://eic.ifsc.usp.br/wp-content/uploads/2014/08/Edi%C3%A7%C3%A3o11.pdf>. Acesso em: 05 dez.2022.

GUIMARÃES, Yara A. F; GIORDAN, Marcelo. **Instrumento para Construção e Validação de Sequências Didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas. 2011.

HABOWSKI, F.; LEITE, F. Compreensões da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Referencial Curricular Gaúcho. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 5, p. 323-337, 20 ago. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12577>. Acesso em: 03 jan. 2023.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; SILVA, Cristiane Brandão da; LORETTO, Elgion Lucio da Silva. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**. Canoas, v.20, n.2, p.154-171, mar./abr. 2018

PERSON, Vanessa Aina; DA ROCHA, João Batista Teixeira. Inter-relação entre metodologias didáticas, motivos e aprendizagem em Bioquímica. **Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 2, p. 101-118, 24 ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11261>. Acesso em 26 fev. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Referencial Curricular Gaúcho do Ensino Médio. Porto Alegre, 2021.

SILVA, João; SALES, Gilvandenys Leite.; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica. *In VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2018, Ceará, Anais [...]*. Ceará. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/43662/1/2018_eve_jbsilva.pdf. Acesso em 05 dez 2020.

SCHNEIDER, Mateus Henrique, DUTRA, Ângela Mattos, MAGALHÃES, Cleidilene Ramos. Metodologias ativas no ensino de bioquímica: abordagens articuladas ao cotidiano profissional. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. v.13, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://bityli.com/xQlQU>. Acesso em 01 dez. 2020.

SOLNER, Tiago Barboza; FERNANDES, Liana da Silva; PEIXOTO, Sandra Cadore; FANTINEL, Leonardo. O Ensino de Bioquímica no Brasil: Um olhar para a Educação Básica. **REDEQUIM**, v. 5, n. 2, p. 126-137, 2019. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2311/482483270>. Acesso em 07 jan. 2023

SOUZA, Ana Maria Alves de; MOURA JUNIOR, Alfredo Matos; OLIVEIRA, Edilson Gomes de; ALMEIDA, Mayara Gabriella Oliveira de. Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. **Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, Recife, v. 4, n. 1, p. 197-212, 2018.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. **Revista Científica em Educação a Distância- EaD em Foco**. v.2, n.7, p.145–156, 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre Artmed. 1998

6.3 Manuscrito 3: Contribuições de uma Sequência Didática utilizando metodologias ativas e elementos da Gamificação no processo de ensino aprendizagem de Bioquímica no Ensino Médio

Este manuscrito contempla o quarto objetivo específico desta dissertação. O qual visa apresentar alguns resultados da aplicação (experimentação) da Sequência Didática, bem como as etapas de análise a priori e validação da mesma. Ainda não há definição quanto a revista a qual será submetido esse manuscrito.

Contribuições de uma Sequência Didática utilizando metodologias ativas e elementos da Gamificação no processo de ensino aprendizagem de Bioquímica no Ensino Médio

Contributions of a Didactic Sequence using active methodologies and Gamification elements in the teaching-learning process of Biochemistry in High School

Ketelin Monique Cavalheiro Kieling*

Rafael Roehrs**

RESUMO

A Bioquímica é considerada a ciência da vida, o entendimento de seus conceitos e processos implica o reconhecimento do próprio organismo e do fenômeno da vida. Entretanto, apesar de sua importância, os conhecimentos bioquímicos são trabalhados de forma descontínua e pouco atrativa no Ensino Médio. Diante disso, é necessário pensar em estratégias de ensino diferenciadas, como as Sequências Didáticas, estratégias de planejamento, e a Gamificação, metodologia ativa de ensino. Este artigo descreve a aplicação de quatro atividades de uma Sequência Didática sobre Bioquímica a qual foram atribuídos elementos da Gamificação para promover o engajamento dos estudantes. Os sujeitos da pesquisa foram 21 estudantes de duas turmas de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Uruguaiana (RS). A Engenharia Didática foi o percurso metodológico adotado para a criação e aplicação da Sequência Didática. Os resultados obtidos a partir da validação da Sequência Didática, demonstraram sua eficácia processo de ensino-aprendizagem, sobretudo, ao comparar as respostas dos estudantes ao pré e pós teste. A pesquisa evidenciou também uma problemática relacionada ao alto índice de infrequência dos estudantes as aulas e, por isso, sugere-se o desenvolvimento de novos estudos que investiguem as causas desse problema e criem-se estratégias de solução para que os estudantes exerçam o protagonismo como preceitua a Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-chaves: Engenharia Didática; validação; ensino, aprendizagem, biomoléculas.

ABSTRACT

Biochemistry is considered the science of life, understanding its concepts and processes implies recognizing the organism itself and the phenomenon of life. However, despite its importance, biochemical knowledge is worked on in a discontinuous and unattractive way in high school. In view of this, it is necessary to think about different teaching strategies, such as Didactic Sequences, planning strategies, and Gamification, an active teaching methodology. This article describes the application of four activities of a Didactic Sequence on Biochemistry to which Gamification elements were assigned to promote student engagement. The research subjects were 21 students from two classes of the 2nd year of high school at a public school in the city of Uruguaiana (RS). Didactic Engineering was the methodological route adopted for the creation and application of the Didactic Sequence. The results obtained from the validation of the Didactic Sequence, demonstrated its effectiveness in the teaching-learning process, especially when comparing the students' responses

to the pre and post test. The research also showed a problem related to the high rate of infrequency of students in classes and, therefore, it is suggested the development of new studies that investigate the causes of this problem and create solution strategies for students to exercise the protagonism as establishes the Common National Curriculum Base.

Palavras-chave em língua estrangeira: Didactic Engineering; validation; teaching, learning, biomolecules.

1 INTRODUÇÃO

A Bioquímica é a área do conhecimento que visa explicar os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos, podendo ser definida como a ciência da vida. Dentre os processos químicos, a síntese de biomoléculas, o transporte de substâncias, a degradação de biomoléculas para a obtenção de energia e a eliminação de substâncias químicas são comuns a todos os seres vivos (NELSON; COX, 2014) o que evidencia a importância.

Entretanto, no Ensino Médio (EM), etapa final da Educação Básica, os conhecimentos bioquímicos são abordados de forma isolada e em tempos distintos nas componentes curriculares de Biologia e Química (SOUZA et al., 2018). Além disso, esses conhecimentos envolvem conceitos abstratos, muitas vezes complexos, o que pode dificultar a assimilação, podendo gerar desinteresse do aluno pelo tema (RIBEIRO, 2020). Diante disso, se faz necessário pensar em estratégias de ensino interdisciplinares e contextualizadas que possibilitem aos estudantes o desenvolvimento das habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular do EM (BNCC/EM) e no Referencial Curricular Gaúcho (RCGEM), documentos normativos para a formulação dos currículos do EM nas escolas do Rio Grande do Sul. (BRASIL, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Atualmente, vivencia-se a implementação do novo currículo do EM, o qual apresenta como novidade a oferta de Itinerários Formativos (parte flexível do currículo) e, com isso houve a redução da carga horária voltada a Formação Geral Básica, nesse contexto estratégias interdisciplinares e contextualizadas podem ser vistas também como forma de otimizar o tempo em sala de aula.

As Sequências Didáticas (SD) são estratégias de planejamento definidas por Zabala (1998, p.18) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. É uma estratégia que têm despertado interesse por possibilitar um trabalho integrado com base nos conteúdos de ensino fixados pelas normativas oficiais e pelos objetivos de

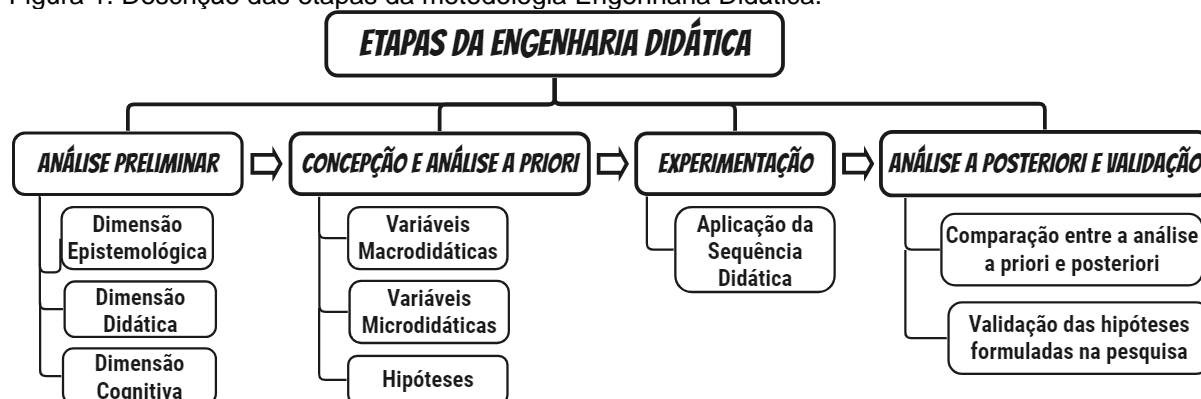
aprendizagem, e também por possibilitar a utilização de diferentes metodologias de ensino que podem propiciar a motivação dos alunos (MACHADO & CRISTOVÃO, 2006).

Dentre as metodologias de ensino, a Gamificação é caracterizada por utilizar elementos comuns aos jogos com a finalidade de obter o mesmo grau de envolvimento e motivação encontrado nos jogadores quando em interação com bons games (FARDO, 2013; COSTA; MARCHIORI, 2016). Diante do exposto, o objetivo desta escrita é descrever e avaliar os resultados da aplicação de quatro atividades propostas em uma SD voltada ao ensino de Bioquímica no EM. Para promover a motivação dos estudantes foram associados a SD alguns elementos da Gamificação como a narrativa, nível, pontuação e ranking. A referida estratégia de ensino foi construída a partir dos pressupostos da Engenharia Didática, descrita a seguir.

2 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo foi a Engenharia Didática (ED), pois, possibilita a articulação entre a pesquisa e a prática em sala de aula viabilizando a construção, aplicação e validação de SD (ARTIGUE, 1995). A ED é organizada em quatro etapas subsequentes como mostra a figura 1.

Figura 1. Descrição das etapas da metodologia Engenharia Didática.



Fonte: autores, 2023.

Na análise preliminar é construído o embasamento teórico acerca do conteúdo a ser ensinado em que devem ser observadas as dimensões epistemológica, didática e cognitiva. Esse embasamento teórico é o que norteia a construção da SD a partir da observância das variáveis macro e microdidáticas e da criação das hipóteses que ocorrem na segunda etapa (Concepção e Análise a priori).

Na experimentação, a SD planejada é colocada em prática e, durante a aplicação são colhidos os materiais e as informações necessárias para que seja

realizada a comparação entre a análise a priori e a análise a posteriori, bem como a validação das hipóteses na quarta etapa (ARTIGUE, 1995).

A SD construída foi aplicada em duas turmas de 2º ano do EM de uma escola pública estadual no município de Uruguaiana, fronteira oeste do Rio Grande do Sul. A escola foi escolhida por ser uma das escolas piloto, que desde o ano de 2019 já vivencia a implementação do novo currículo do EM. Além disso, é uma escola localizada em uma região periférica, com nível socioeconômico médio, baixo nível de aprendizagem e alta taxa de abandono escolar (BRASIL, 2021).

As aulas, embora tenham sido planejadas em menor tempo, foram desenvolvidas em 24 períodos (45 minutos cada), organizados em três períodos semanais dedicados a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Participaram da aplicação da SD vinte e um estudantes com idade média de 17 anos. A seguir serão descritas as etapas da Engenharia Didática desenvolvidas.

3 RESULTADOS

Análise Preliminar

Dimensões Epistemológica e Didática: De acordo com Nelson e Cox (2014, p. 01), o objetivo central do estudo da Bioquímica é mostrar “como o conjunto de moléculas inanimadas que constituem os organismos vivos interage para manter e perpetuar a vida exclusivamente pelas leis físicas e químicas que regem o universo inanimado” o que evidencia o papel crucial das biomoléculas no entendimento do fenômeno vida.

Porém, a forma como o ensino sobre as biomoléculas é realizado tem sido criticado por não proporcionar esse entendimento aos estudantes. Alguns fatores que contribuem com essas críticas são: o desencontro dos conteúdos de Bioquímica na organização curricular do EM, a dificuldade de abstração, o domínio de conhecimentos químicos e biológicos para compreender as reações químicas relacionadas às biomoléculas, a falta de atividades práticas atrativas, em especial nas escolas públicas, e a ausência de relações com o cotidiano dos estudantes. (SOUZA et al., 2008, FREITAS, 2006, SCHNEIDER; DUTRA; MAGALHÃES, 2008).

Dimensão Cognitiva: Buscou-se identificar os conhecimentos dos estudantes sobre Bioquímica. Para isso, aplicou-se um questionário inicial, o qual foi reaplicado ao final das atividades propostas na SD. Salienta-se que dos 21 estudantes participantes, 16 responderam os dois questionários. Para realizar a análise comparativa, o quadro 1 apresenta as respostas dos estudantes que responderam ao

pré e pós teste (n=16). As respostas foram categorizadas de acordo com a temática apresentada na resposta.

Quadro 1. Questionamentos sobre Bioquímica realizados no pré-teste, respostas e porcentagens.

| PERGUNTA | RESPOSTAS | n (%) |
|--|---|-----------|
| O que é Bioquímica? | Estudo da Biologia e da Química | 8 (50%) |
| | Estudo da química associado aos seres vivos | 2 (12%) |
| | Não souberam/não responderam | 6 (37%) |
| O que é Teoria atômica? | Não souberam/não responderam | 16 (100%) |
| Como as substâncias são formadas? | Conceito de substância | 5 (31%) |
| | Processo de transformação | 1 (6%) |
| | Não souberam/não responderam | 10 (62%) |
| O que são substâncias orgânicas? | Produzidas pelos organismos vivos | 3 (19%) |
| | Oriundas da decomposição de restos vegetais | 2 (12%) |
| | Não souberam/não responderam | 11 (69%) |
| O que é valor calórico? | Quantidade de calorias do alimento | 5 (31%) |
| | Quantidade de energia fornecida | 1 (6%) |
| | Não souberam/não responderam | 10 (62%) |
| Você sabe quais problemas de saúde o nível elevado de glicose no sangue pode provocar? | Pode provocar Diabetes | 3 (19%) |
| | Não souberam/não responderam | 13 (81%) |

Fonte: autores, 2023.

Concepção e Análise a Priori

A seguir são apresentadas as variáveis macrodidáticas, referentes à organização geral da SD e as hipóteses a serem testadas e validadas na etapa final. Em seguida, são apresentadas as quatro atividades da SD, seus objetivos e as variáveis microdidáticas, que visam prever os comportamentos possíveis dos estudantes em relação ao conhecimento almejado.

As variáveis macrodidáticas consideradas na construção da SD voltada ao ensino das Biomoléculas, foram:

- ✓ O emprego de elementos da gamificação como estratégia para motivar a participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem;
- ✓ Utilização de apostila (material de apoio), jogos e situações-problema contextualizadas como recursos didáticos;
- ✓ Realização de atividades em grupo visando a comunicação entre os estudantes e o diálogo para a resolução das situações problema;

Hipóteses que foram testadas durante a aplicação da SD

- ✓ A construção de materiais didáticos resumidos pode possibilitar a aprendizagem de conhecimentos científicos e sua aplicação em situações do

cotidiano de forma crítica, além de atenuar as problemáticas relacionadas à redução da carga horária da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) no currículo do EM.

✓ O uso de metodologias ativas, como a gamificação, pode contribuir de forma satisfatória com o processo de ensino e aprendizagem.

✓ A resolução de situações problema pode ser uma estratégia de aplicação dos conhecimentos científicos desenvolvidos que possibilite aos estudantes a reformulação de conhecimentos baseados no senso comum, promovendo assim a agência, o protagonismo e a criticidade dos estudantes.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1ª Sessão/Nível- Carbono a essência da vida

O objetivo do 1º nível foi propiciar aos estudantes a compreensão da Bioquímica enquanto área do conhecimento dedicada ao estudo dos componentes orgânicos e inorgânicos das células. Além de resgatar conhecimentos científicos necessários ao desenvolvimento das habilidades previstas para a etapa. Esperava-se que os estudantes conseguissem: entender a teoria atômica e reconhecer as propriedades do carbono e sua importância para a vida; reconhecer e diferenciar os tipos de cadeias carbônicas, bem como as formas de representá-las (fórmulas estruturais e moleculares); compreender que as moléculas exercem funções específicas determinadas pelos grupos funcionais; reconhecer os grupos funcionais (hidroxila, carboxila e amina); nomear os compostos e diferenciá-los.

Para alcançar os objetivos propostos foram organizadas sete aulas, conforme quadro 2.

Quadro 2. Aulas do 1º nível.

| 1º Nível- Carbono a essência da vida | |
|---|---|
| AULA | TEMÁTICA DA AULA |
| 1 | Introdução a Bioquímica e Propriedades do carbono |
| 2 e 3 | A tetravalência do carbono e a formação de cadeias carbônicas |
| 4 e 5 | Hidrocarbonetos e nomenclatura |
| 6 e 7 | As diferentes funções orgânicas |
| 8 | Aplicação do jogo de tabuleiro “Na trilha da Química” |

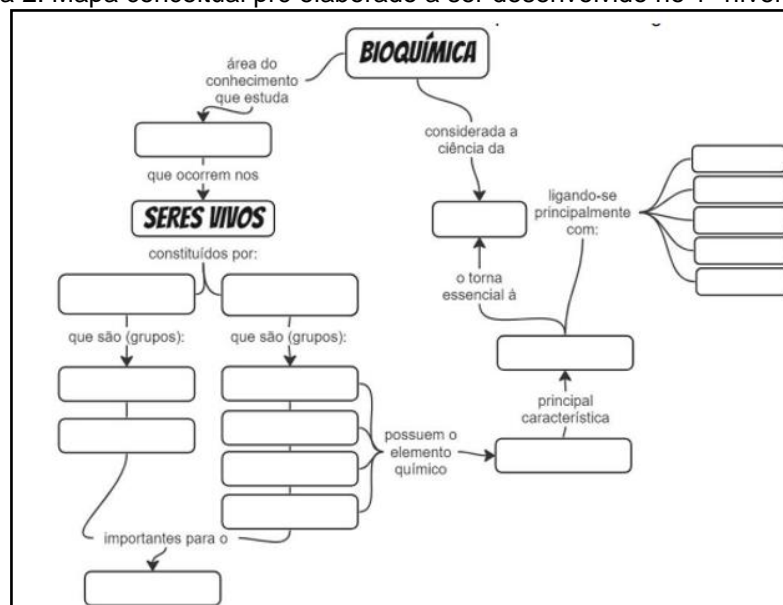
Fonte: autores, 2023.

↳ Atividade 1 (missão 1) - Elaboração do mapa conceitual (pré estruturado)

As variáveis microdidáticas envolvidas nessa 1ª atividade foram:

Mapas conceituais (MC) como ferramenta de sistematização e construção de relações entre os conceitos abordados na Bioquímica.

Figura 2. Mapa conceitual pré elaborado a ser desenvolvido no 1º nível da SD.

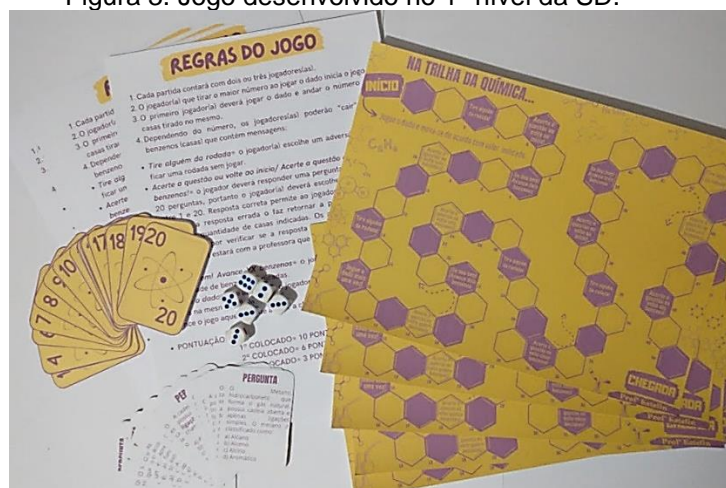


Fonte: autores, 2023.

↳ Atividade 2 (desafio 1) - Jogo de Tabuleiro: 'Na Trilha da Química'

A variável microdidática envolvida nessa atividade foi: Atividade lúdica com questões relacionadas ao conteúdo estudado permite a aplicação do conhecimento aprendido e promove a motivação dos estudantes.

Figura 3. Jogo desenvolvido no 1º nível da SD.



Fonte: autores, 2023.

2ª Sessão/Nível - A vida depende da água?

O objetivo do 2º nível foi de que os estudantes reconhecessem a importância da água para existência da vida, a estrutura de sua molécula, as propriedades que a tornam um solvente universal e sua relação com o metabolismo. Esperava-se que os estudantes pudessem: compreender a estrutura química da molécula de água; aprender os conceitos científicos relacionados às soluções, substâncias hidrofílicas e hidrofóbicas, reações de hidrólise e desidratação e reconhecer a importância da água

para o metabolismo. Para alcançar os objetivos propostos foram organizadas três aulas, conforme mostrado quadro 2.

Quadro 3. Aulas do 2º nível.

| 2º Nível- A vida depende da água? | |
|--|---|
| AULA | TEMÁTICA DA AULA |
| 8 | Características e Propriedades da molécula de água |
| 9 e 10 | Importância da molécula de água: aplicando o conhecimento |
| 11 | Elaboração do Mapa Conceitual |

Fonte: autores, 2023.

↳ Atividade 3 - Produção de um Mapa Conceitual

A variável microdidática envolvida nessa atividade foi: Mapas conceituais estimulam a construção de relações entre os conceitos aprendidos.

ORIENTAÇÕES:

1º) Você deve ordenar os conceitos, colocando o(s) mais geral (is), mais inclusivo(s), no topo ou no centro do mapa e, depois, pode ir colocando os demais conceitos até completar o mapa. Os conceitos-chave são as ideias principais, por isso, você pode colocá-los dentro de “caixinhas” (retângulos ou o formato que preferir).

2º) Conecte os conceitos com linhas e insira nessas linhas uma ou mais palavras de ligação que mostrem a relação entre os conceitos.

3ª Sessão/Nível Carboidratos: o açúcar nosso de cada dia.

O objetivo do 3º nível foi de que os estudantes compreendessem a estrutura química e grupos funcionais dos carboidratos, sua função biológica nas células, a relação com a alimentação e o desenvolvimento de doenças. Esperava-se que os estudantes pudessem: relacionar as propriedades químicas dos carboidratos com suas funções biológicas, compreender sua classificação e as reações químicas relacionadas a formação das macromoléculas e sua importância nutricional. Para alcançar os objetivos propostos foram organizadas cinco aulas, apresentadas no quadro 4.

Quadro 4. Aulas do 3º nível.

| 3º Nível - Carboidratos: o açúcar nosso de cada dia. | |
|---|---|
| AULA | TEMÁTICA DA AULA |
| 12 e 13 | Introdução as moléculas orgânicas com ênfase na estrutura, propriedades e classificação dos carboidratos. |
| 14 | Estrutura e Propriedades dos carboidratos: aplicando o conhecimento. |
| 14 e 15 | Análise do rótulo de alimentos (texto) e cálculo das calorias (vídeo). |
| 16 | Compartilhando Conhecimentos'. Adaptação da metodologia ativa: Aprendizagem Baseada em Times |
| 17 | Compartilhando Conhecimentos'. Adaptação da metodologia ativa: Aprendizagem Baseada em Times |

Fonte: autores, 2023.

↳ Atividade 4- *Compartilhando Conhecimentos*.

A variável microdidática envolvida nessa atividade foi: Construção de conhecimentos a partir da agencia (atividades individuais), comunicação e do trabalho colaborativo.

O questionário utilizado, as questões do estudo dirigido e o quadro de pontuação encontram-se nos anexos 1, 2 e 3, respectivamente. A etapa final desta metodologia foi a resolução do estudo de caso descrito a seguir.

PROBLEMA

Joana, mãe de Sara, uma menina de 10 anos, levou sua filha ao Centro Nutricional Bem Viver para atendimento. Ao ser atendida Joana relatou que a filha há alguns meses passou por algumas dificuldades na escola. Por ter emagrecido muito e comer bastante os colegas começaram a zombar dela e, além disso, a professora percebeu que Sara pedia para ir ao banheiro fazer xixi muitas vezes durante a aula. Em conversa com a professora, a mãe lembrou também que a filha estava sempre muito cansada e fraca. Joana então levou a filha a Estratégia de Saúde da Família (posto de saúde) do bairro onde mora. O médico que a atendeu solicitou um exame de sangue e o resultado deste exame indicou alto nível de glicose no sangue.

ANÁLISE A POSTERIORI

Considerando-se as quatro atividades propostas nas três sessões (níveis) da SD, a seguir serão apresentados alguns dos resultados da análise a posteriori seguida da validação da SD.

↳ Análise a posteriori da atividade 1

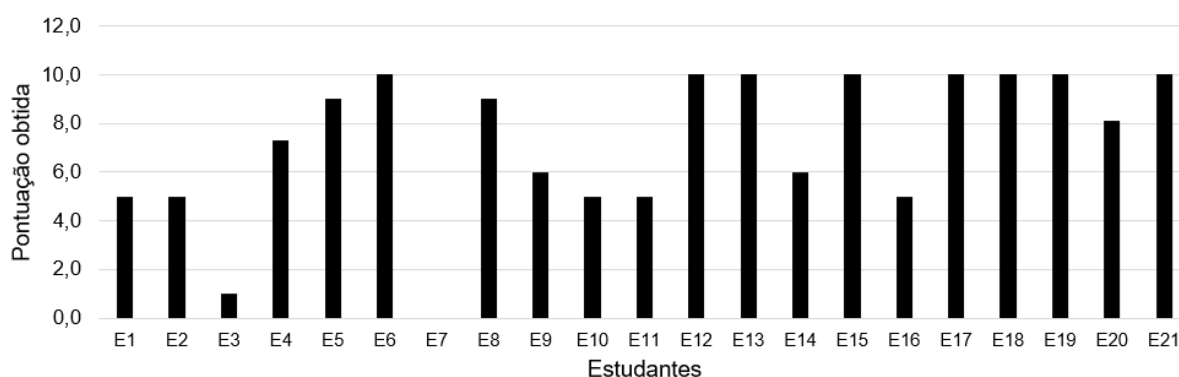
Na análise preliminar verificou-se que metade dos estudantes associou o termo Bioquímica a etimologia das palavras Biologia e Química, outros 37% não souberam responder e apenas 12% relacionou o termo ao estudo da química dos seres vivos. Além disso, nenhum estudante demonstrou ter conhecimentos sobre a teoria atômica e a maioria não soube explicar como são formadas as substâncias e o que são substâncias orgânicas. Ao considerar essa defasagem de aprendizagem, foi planejada uma sequência de aulas que conduzisse a construção desses conhecimentos.

Na 1ª aula voltada a introdução a Bioquímica, foram desenvolvidos os conhecimentos sobre a teoria atômica, tabela periódica, propriedades do carbono e ligações químicas covalentes. Embora a aula tenha sido planejada para um período (45 min), haja vista que os estudantes receberam o material impresso a fim de otimizar o tempo, essa aula foi desenvolvida durante três períodos devido as constantes ausências dos estudantes. Como a aprendizagem exige uma sequência de

conhecimentos, as aulas precisaram ser repetidas a fim de atender os estudantes que faltaram. Outra dificuldade vivenciada foi a realização da atividade proposta, a elaboração de um MC.

Após as aulas e conforme a análise *a priori*, esperava-se que os estudantes conseguissem expressar a aprendizagem através da sistematização dos conceitos estudados em um MC pré-estruturado. Salienta-se que a elaboração de MC pré-elaborado não seria o mais indicado, entretanto, os estudantes desconheciam a ferramenta didática e, embora tenham recebido explicações sobre a construção de MC, os estudantes não conseguiram elaborar, logo a opção de apresentar o mapa pré-estruturado foi a alternativa encontrada frente ao contexto investigado. O gráfico 1 mostra os resultados obtidos e denota que um estudante não entregou a atividade.

Gráfico 1. Resultados da 1ª atividade (1ª missão) - Resolução do Mapa Conceitual Pré-estruturado.



Fonte: autores, 2023

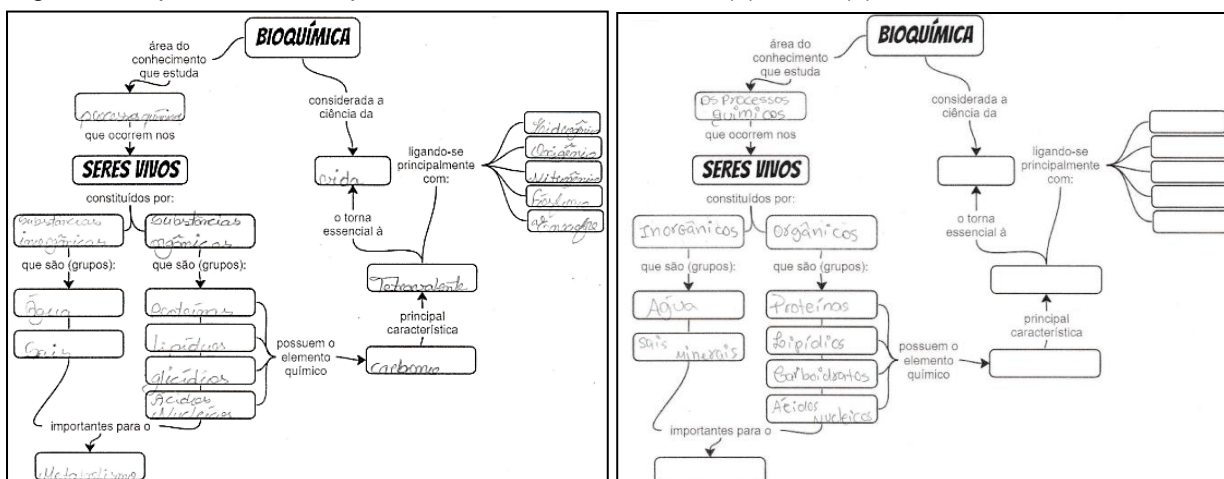
A análise dos MC seguiu os pressupostos adotados no trabalho de Gomes, Batista e Fusinato (2019), que utilizaram os elementos descritos na teoria de Gowin e Novak (1999), como categorias de análise dos MC. Desse modo, as categorias de análise apresentadas são: nível hierárquico; número de conceitos; número de ligações; número de ligações cruzadas e número de exemplos.

Por tratar-se de um MC pré-estruturado, não foi possível analisar todas as categorias, pois as ligações e nível de hierarquia entre os conceitos já haviam sido construídos. Deveu-se então a análise da categoria relacionada ao número de conceitos apresentados. Foram analisados 20 MC e, a quantidade de conceitos apresentados está relacionada com a pontuação obtida. Conforme mostra o gráfico, oito estudantes conseguiram sistematizar todos os conceitos estudados. Outros onze conseguiram parcialmente atingindo a pontuação entre 5 e 9. Apenas um estudante não conseguiu relacionar os conceitos aprendidos.

Alguns MC elaborados parcialmente, apresentaram lacunas, ou seja, não houve resposta, como o MC do E10 mostrado na figura 4(b), outros apresentaram

conceitos errados ou trocados, demonstrando que esses estudantes não aprenderam os conhecimentos desenvolvidos ou não conseguiram estabelecer relações entre eles. Isso pode ser reflexo do número de faltas dos estudantes as aulas.

Figura 4. Mapas conceituais pré-elaborados dos estudantes (a) E12 e (b) E10.



Fonte: autores, 2023.

Diante dos resultados obtidos a partir da análise dos MC pré-estruturados, considera-se que os estudantes conseguiram expressar parcialmente sua aprendizagem. O que sugere que os MC, nesse contexto, não tenham sido a melhor escolha para avaliar a aprendizagem.

↳ Análise a posteriori da atividade 2

De acordo com a análise *a priori*, esperava-se que os estudantes pudessem expressar os conhecimentos aprendidos no decorrer das aulas sobre Química Orgânica (representação de cadeias carbônicas e grupos funcionais) através da participação no jogo. Antes da aplicação do jogo foram desenvolvidas nove aulas sobre a temática com resolução de exercícios. Salienta-se que o número de aulas planejadas foi excedido mais uma vez em virtude da infrequência dos estudantes e das atividades realizadas na escola.

O tabuleiro do jogo continha 50 casas. Algumas casas exigiam a resposta correta a uma pergunta para prosseguir no jogo e, em caso de erro, o jogador retornaria à posição anterior ou ao início do jogo. Havia 20 perguntas de múltipla escolha sobre grupos funcionais e compostos orgânicos, o jogador escolhia o número de 1 a 20. A figura 5 mostra a aplicação do jogo.

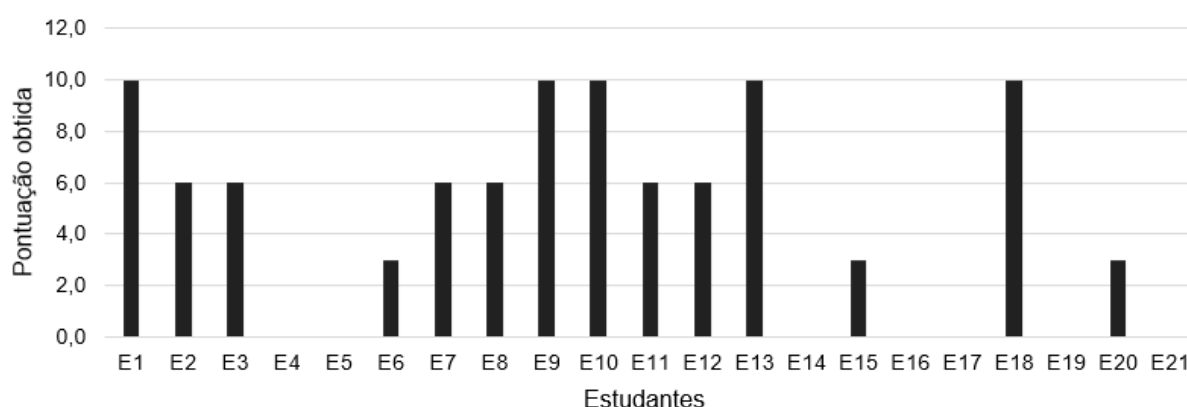
Figura 5. Estudantes de uma turma jogando.



Fonte: autores, 2023.

O gráfico 2 mostra a quantidade de estudantes que participaram da aplicação do jogo e a pontuação obtida. Conforme pode-se observar, embora tenham participado das aulas, no dia de aplicação do jogo, sete estudantes (33%) faltaram a aula e, conseqüentemente, não participaram da atividade.

Gráfico 2. Resultados da 2ª atividade (1º Desafio)- Participação no Jogo de Tabuleiro "Na trilha da Química".



Fonte: autores, 2023.

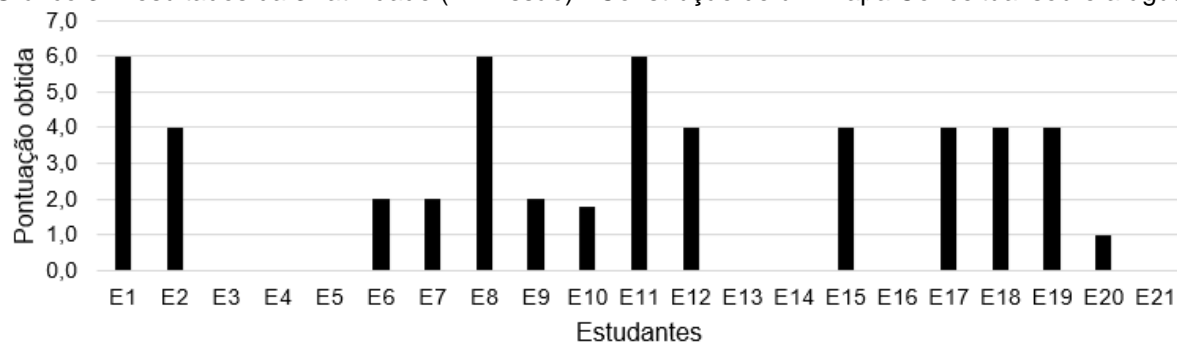
Durante a aplicação do jogo, observou-se que a interação entre os estudantes favoreceu a aprendizagem, já que para apresentar a resposta correta, os estudantes exteriorizavam seu conhecimento para chegar a uma conclusão. A professora ao mediar a atividade, discutia os erros e acertos com a turma. A maioria das questões foram respondidas de forma correta, desse modo, pode-se concluir que as variáveis microdidáticas estabelecidas contribuíram com a avaliação da aprendizagem.

↳ Análise a posteriori da atividade 3

De acordo com a análise a *priori*, esperava-se que os estudantes conseguissem criar relações entre os conceitos aprendidos. Foram desenvolvidas duas aulas antes da elaboração dos MC e os estudantes podiam usar a apostila como recurso de apoio. Essa atividade foi desenvolvida em duas aulas devido a complexidade de elaboração de um MC para alguns estudantes e devido as faltas. O

gráfico 3 mostra a quantidade de estudantes que entregou a atividade e as pontuações obtidas.

Gráfico 3. Resultados da 3ª atividade (2ª missão) - Construção de um Mapa Conceitual sobre a água.



Fonte: autores, 2023.

Os 14 MC entregues foram analisados de acordo com as categorias propostas por de Gomes, Batista e Fusinato (2019). Como pode-se observar no quadro 5, apenas um MC foi organizado em nível hierárquico e poucos estudantes conseguiram estabelecer ligações (simples e cruzadas).

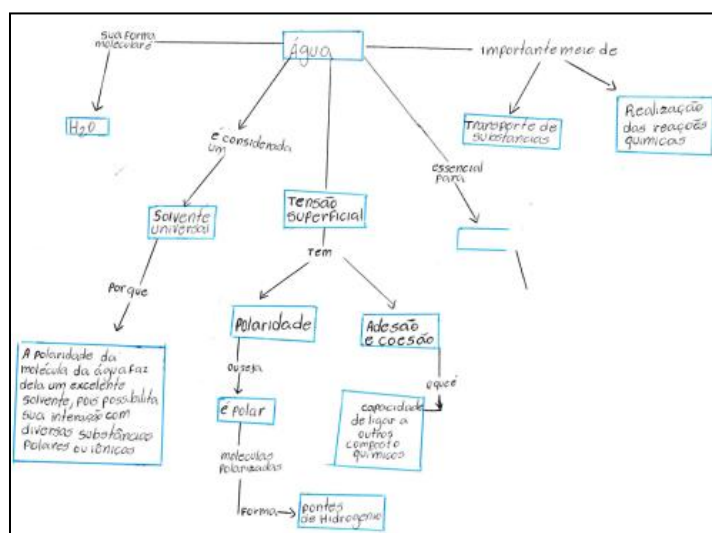
Quadro 5. Categorias de avaliação dos MC propostas por Gomes, Batista e Fusinato (2019).

| Estudante | Nível hierárquico | Número de conceitos | Número de Ligações Simples | Número de Ligações Cruzadas | Número de exemplos |
|-----------|-------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| E1 | 0 | 7 | 2 | 0 | 1 |
| E2 | 0 | 13 | 0 | 0 | 3 |
| E6 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| E7 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| E8 | 4 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| E9 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| E10 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| E11 | 0 | 7 | 2 | 2 | 2 |
| E12 | 0 | 9 | 0 | 0 | 2 |
| E15 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 |
| E17 | 0 | 11 | 1 | 0 | 3 |
| E18 | 0 | 5 | 1 | 0 | 1 |
| E19 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 |
| E20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: autores, 2023.

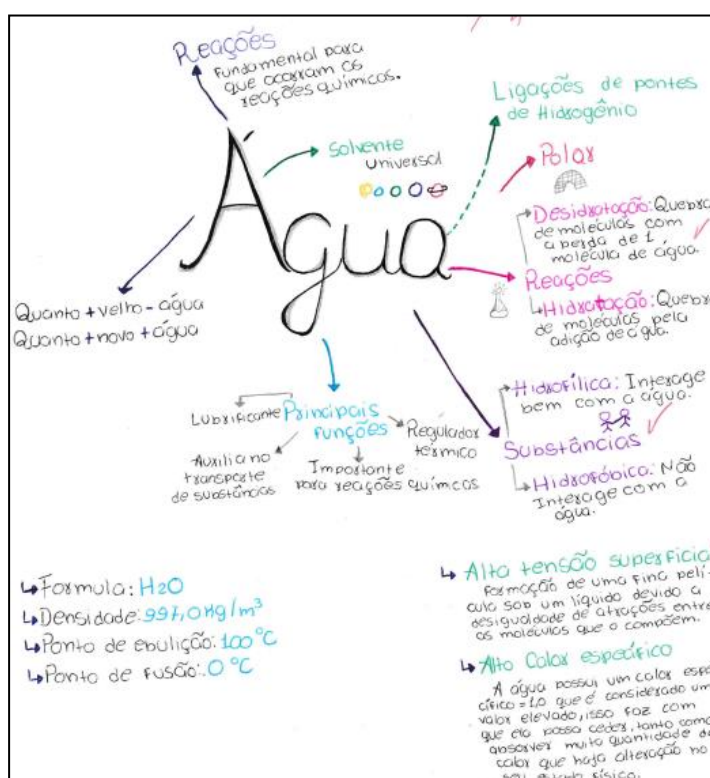
A figura 6 mostra o MC em que foi apresentado o nível hierárquico entre os conceitos, algumas relações foram estabelecidas através de ligações simples, entretanto não foram estabelecidas ligações cruzadas, ainda assim, sua organização está condizente com a estrutura de um MC. Diferentemente, o MC mostrado na figura 7, embora apresente alguns conceitos científicos, sua organização é mais semelhante a um esquema.

Figura 6. Mapa Conceitual de E1



Fonte: autores, 2023.

Figura 7. Mapa Conceitual de E8. Único que apresentou nível hierárquico.



Fonte: autores, 2023.

A partir dos resultados pode-se inferir a existência de duas problemáticas, uma associada ao aprendizado, haja vista que não foram estabelecidas relações entre os conceitos estudados e outra associada a metodologia utilizada. Nesse sentido, em estudo desenvolvido com estudantes de um Curso Superior de Química os MC foram utilizados para avaliar a aprendizagem sobre ligações químicas e, com relação a construção dos MC constatou-se que os estudantes tem dificuldades em selecionar os conceitos-chave, organizar os conceitos de forma hierárquica e de estabelecer

ligações cruzadas entre conceitos, além disso, os estudantes não compreendem o significado de conceito e de palavra de ligação, as proposições não apresentam clareza, e há o predomínio de mapas com estrutura sequencial (MENDONÇA, 2014).

Como mencionado anteriormente, os estudantes desconheciam a metodologia e, segundo Mendonça (2014), essas dificuldades podem estar relacionadas também, ao treinamento (utilização da metodologia com frequência), pois o treino pode garantir que algumas habilidades, necessárias para a elaboração dos MC, sejam desenvolvidas. Além disso, a utilização dos MC como ferramentas de ensino pode ser comprometida devido a prevalência de métodos tradicionais de avaliação (como provas escritas) e a alfabetização científica dos estudantes, pois, verifica-se um vocabulário limitado quanto aos termos científicos o que implica em dificuldades na assimilação do conhecimento científico vinculado a esses termos (JORTIEKE; BARBOSA E FURLAN, 2020).

Os MC como estratégias didáticas que podem estimular a construção de relações entre os conceitos aprendidos foi a variável microdidática proposta, entretanto, a partir dos resultados, acredita-se que, nessa SD não foi possível identificar as habilidades e conhecimentos desenvolvidos pelos estudantes a partir da sua utilização.

↳ Análise a posteriori da atividade 4

Nesta atividade houve a aplicação da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Times (Team-Based Learning – TBL) que é dividida em três etapas: preparação individual, garantia do preparo e aplicação dos conceitos (SAKAMOTO et al., 2023). Durante a primeira etapa, os estudantes tiveram aulas sobre as características e funções dos carboidratos, analisaram rótulos de alimentos e aprenderam a calcular a quantidade de calorias fornecidas pelas refeições. As aulas foram ministradas com o auxílio da apostila que continha o conteúdo resumido e exercícios de aplicação do conhecimento. Ainda nessa etapa, os estudantes realizaram um estudo dirigido sobre *Diabetes mellitus*.

Na etapa seguinte, garantia do preparo, foi aplicado um teste de verificação respondido pelos estudantes individualmente e sem consulta. O teste continha 10 questões de múltipla escolha com a possibilidade de “aposta” em uma ou mais alternativas que o estudante considerasse certa. Em cada questão, a “aposta” valia cinco pontos, e o estudante poderia colocar os cinco pontos em uma só alternativa,

ou dividi-los da forma que preferia entre outras alternativas, desde que a soma totalize cinco pontos.

Posteriormente, o mesmo teste foi realizado em grupos de três a quatro estudantes. Nesse momento, os estudantes puderam discutir suas respostas e em grupo para chegar a um consenso. O gabarito foi organizado em forma de raspadinha. A equipe apostava em uma alternativa para a questão e, então raspava, se a resposta estivesse correta os integrantes da equipe obtinham a pontuação máxima da questão, cinco pontos, caso errassem poderiam seguir apostando em outras alternativas, mas a pontuação diminuía a cada erro. Caso discordassem da resposta, os estudantes tinham direito a contestar, desde que a apelação fosse fundamentada.

Na etapa de aplicação de conceitos, as equipes resolveram um mesmo problema, um estudo de caso de uma pessoa com *Diabetes mellitus*. As soluções encontradas pelas equipes foram mostradas ao grande grupo e houve uma discussão geral acerca do desempenho individual e em equipe e a responsabilidade de cada um no desenvolvimento da metodologia. A figura 8 mostra alguns estudantes respondendo ao teste individualmente e depois em grupos.

Figura 8. Desenvolvimento da metodologia Aprendizagem Baseada em Times (TBL)



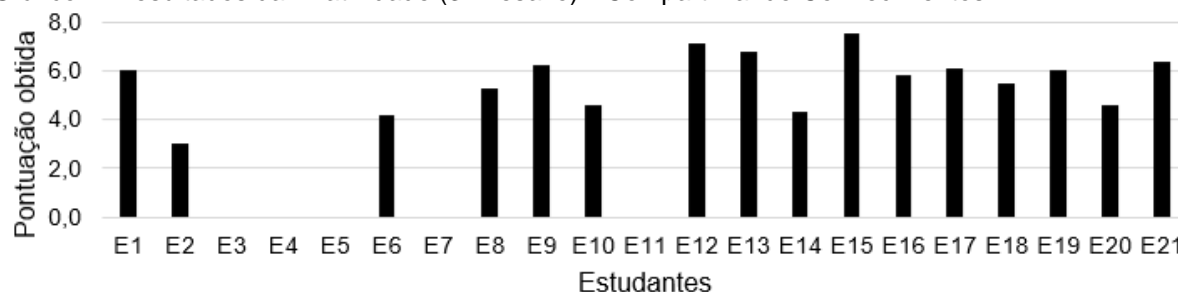
Fonte: autores, 2023.

Conforme a análise *a priori*, esperava-se que os estudantes conseguissem construir novos conhecimentos a partir da realização das atividades individuais e do diálogo com os colegas na atividade em grupo. De forma geral, os estudantes demonstraram boa aceitação da metodologia, destacando a importância do diálogo entre os colegas e o papel das atividades diferenciadas na motivação.

A busca na literatura por estudos relacionados a aplicação da TBL no EM denotou a escassez de trabalhos e conseqüente falta de informações, sendo esse um dos maiores desafios para o professor que deseja utilizar a metodologia. Outra dificuldade, em termos de pesquisa, é que se faz necessário, entender as potencialidades e limitações, os impactos no processo de ensino-aprendizagem e a necessidade de possíveis adaptações da metodologia ao contexto de ensino em nível médio (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016).

Apesar da necessidade de estudos relacionados a aplicação da metodologia no EM, estudo recente realizado por Sakamoto et al. (2023) apontou que a aplicação da TBL em outras áreas, como a área da saúde, teve resultados positivos quanto a motivação e o aprendizado dos estudantes, sobretudo quando compara-se a metodologia tradicional e a aplicação da metodologia. O gráfico 4 mostra os resultados, quanto a pontuação obtida pelos estudantes, ao realizarem a atividade.

Gráfico 4. Resultados da 4ª atividade (3º Desafio)- "Compartilhando Conhecimentos".



Fonte: autores, 2023.

No decorrer da aulas percebeu-se maior participação dos estudantes, tanto na interação e diálogo com os colegas quanto na realização dos exercícios propostos e do estudo dirigido. Desse modo, acredita-se que a variável microdidática proposta foi atingida. Entretanto, o gráfico também denota que cinco estudantes não participaram da atividade.

VALIDAÇÃO

Ao comparar a análise a priori com a análise a posteriori, verifica-se que em geral a SD foi efetiva no processo de ensino-aprendizagem, entretanto se faz necessário repensar a aplicação de MC nesse nível de ensino. O questionário (pós-teste), respondido por 16 estudantes, evidenciou uma mudança significativa no nível de conhecimento dos estudantes, haja vista a redução do número de estudantes que não souberam responder as questões no pré-teste. As respostas ao pós-teste foram categorizadas e estão dispostas no quadro 6.

Quadro 6. Questionamentos sobre Bioquímica realizados no pós-teste, respostas e porcentagens.

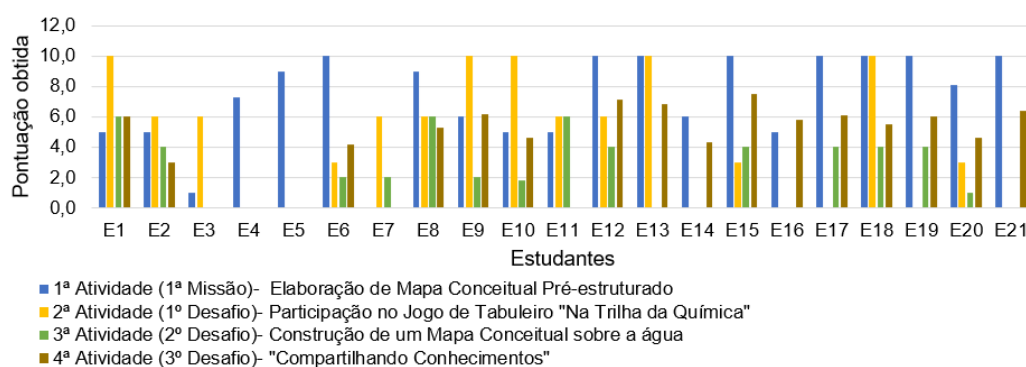
| PERGUNTA | RESPOSTAS | n (%), pós teste |
|-----------------------------------|--|------------------|
| O que é Bioquímica? | Área do conhecimento que estuda as reações químicas que ocorrem nos organismos vivos | 15 (94%) |
| | Estuda os processos bioquímicos | 1 (6%) |
| O que é Teoria atômica? | Teoria que explica a formação da matéria a partir da união dos átomos | 13 (81%) |
| | Não responderam | 3 (19%) |
| Como as substâncias são formadas? | A partir das ligações químicas entre os átomos | 5 (33%) |

| | | |
|--|---|----------|
| | Por elementos químicos, átomos e moléculas | 5 (33%) |
| | Conceito de substância simples e composta | 4 (25%) |
| | Não responderam | 2 (12%) |
| O que são substâncias orgânicas? | Substâncias que apresentam o carbono como elemento químico principal em sua estrutura | 10 (62%) |
| | Substâncias formadas por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e outros | 2 (12%) |
| | Substâncias produzidas pelos seres vivos (animais e vegetais) | 3 (19%) |
| | Substâncias que fornecem energia | 1 (6%) |
| O que é valor calórico? | Quantidade de energia fornecida pelo alimento | 9 (56%) |
| | Quantidade de calorias fornecida pelo alimento | 4 (25%) |
| | Uma unidade de medida | 1 (6%) |
| | Não responderam | 2 (12%) |
| Você sabe quais problemas de saúde o nível elevado de glicose no sangue pode provocar? | A doença Diabetes, hiperglicemia e sintomas comuns de Diabetes | 11 (69%) |
| | Não responderam | 5 (31%) |

Fonte: autores, 2023.

Apesar de a aplicação da SD ter sido considerada efetiva no processo de ensino-aprendizagem, a baixa frequência dos estudantes e o descomprometimento com o processo de aprendizagem e entrega das atividades, haja vista que, dos 21 estudantes participantes da pesquisa, apenas 9 participaram das atividades (conforme mostra o gráfico 5), são fatores preocupantes.

Gráfico 5. Atividades entregues por cada estudante participante da pesquisa.



A partir disso cabe pensar sobre o que está por trás desse resultado, porque os estudantes não demonstram interesse pela escola? Ao considerar a realidade da maioria dos estudantes do EM das escolas públicas, oriundos de famílias trabalhadoras, Souza (2020, p.831) aponta que

[...] muitos dirigem-se a pé para a escola, outros assumem tarefas em casa, além de lidar com os conflitos e transformações naturais geradas pelas ebulições hormonais e em virtude das dificuldades do próprio processo de construção do conhecimento, devido à defasagem da aprendizagem, aspectos que podem interferir e/ou dificultar esses jovens na tarefa de acompanhar os conteúdos da série em curso, além das implicações no desenvolvimento de vínculos e o conseqüente sentimento de pertença ao

grupo escolar, assim como a falta de perspectiva de vida, de constituir-se enquanto pessoa, cidadão e sujeito do seu conhecimento.

O expressivo número de faltas dos estudantes e baixo rendimento escolar pode ser atribuído aos aspectos mencionados, entretanto, a partir dos resultados obtidos nessa pesquisa, sugere-se a realização de um estudo do contexto escolar em que foi desenvolvida a pesquisa para identificar os aspectos que interferem na vida escolar dos estudantes e, assim, pensar em políticas públicas que de fato possibilitem o protagonismo dos estudantes.

Com relação a validação das hipóteses criadas na segunda etapa, pode-se dizer que os materiais didáticos resumidos possibilitaram a aprendizagem de conhecimentos científicos e atenuaram as problemáticas relacionadas à redução da carga horária da área de CNT no currículo do EM, o fator limitante nesse caso, foi a infrequência dos estudantes. A utilização de atividade lúdica, metodologias ativas e elementos da gamificação contribuíram de forma positiva para o processo de ensino-aprendizagem. E, a resolução de situações problema foi uma estratégia de aplicação dos conhecimentos científicos que possibilitou aos estudantes a reformulação de conhecimentos baseados no senso comum.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados analisados foi possível inferir que houve evolução do aprendizado, principalmente, quando comparadas as respostas dos estudantes aos questionários pré e pós teste. Isso implica que a intervenção didática contribuiu para que os estudantes (re)construíssem conhecimentos básicos como a teoria da constituição da matéria, modelo atômico, ligações químicas e formação das substâncias. Cabe salientar que ausência ou esquecimento desses conhecimentos (mostrados no pré teste), pode estar relacionada com pandemia, visto que, os estudantes não tiveram apoio pedagógico, como aulas online, devido a falta de acesso a internet no período de isolamento social. Logo, a elaboração de SD, considerando cada contexto, pode ser uma alternativa para superar as lacunas de aprendizagem existentes.

REFERÊNCIAS

ARTIGUE, Michele. Ingeniería didáctica. In: **INGENIERÍA DIDÁCTICA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. Bogotá, 1995, p. 33-59. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/676/1/Artigueetal195.pdf>. Acesso em 28 mai. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Resumo Técnico: Censo Escolar da Educação Básica 2021**.

COSTA, Amanda Cristina Santos; MARCHIORI, Patrícia Zeni. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 6, n. 2, p. 44-65, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912>. Acesso em: 20 maio. 2023.

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. 2013. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/handle/11338/457>. Acesso em 01 dez. 2020.

FREITAS, Ana Lúcia Pontes. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula. [Entrevista cedida a] Felipe Moron. **CBME informação**. São Carlos, n. 11, jul. 2006. Disponível em: <https://eic.ifsc.usp.br/wp-content/uploads/2014/08/Edi%C3%A7%C3%A3o11.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2022.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Atoé. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.10, n.3, p. 58–78, 2019.

JORTIEKE, João Ricardo; BARBOSA, Júlia Adorno; FURLAN, Elaine Gomes Matheus. Mapas Conceituais no ensino de Química: reflexões sobre uma Sequência Didática realizada no contexto do Estágio Supervisionado. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 10, n. 1, 2020. Disponível em: <https://l1nq.com/eTG9z>. Acesso em: 05 mai 2023.

MENDONÇA, Maria Fernanda Campos. Diagrama V modificado como instrumento avaliativo da aprendizagem de alunos de um curso de licenciatura em química. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2014.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Artmed: Porto Alegre, ed.6, 2014.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p.962-986, dez. 2016.

RIBEIRO, Lorena Joyce Souza. Bioquímica e Nutrição: Proposta e Sequência Didática Interativa, Abordando Macro e Micronutrientes no Contexto de Dieta Balanceada, Saúde e Qualidade de Vida. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. Brasília, dez. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Educação -SEDUC-RS. **Referencial Curricular Gaúcho Ensino Médio**. 2021. Disponível em:

<https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202111/24135335-referencial-curricular-gaucha-em.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2023.

SCHNEIDER, Mateus Henrique, DUTRA, Ângela Mattos, MAGALHÃES, Cleidilene Ramos. Metodologias ativas no ensino de bioquímica: abordagens articuladas ao cotidiano profissional. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. v.13, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://bityli.com/xQIQU>. Acesso em 01 dez. 2020.

SOUZA, Luciene Matos de. Uma experiência integradora de pesquisa intervenção com discentes do Ensino Médio em situação de baixa frequência escolar. In: VIII ENALIC (Encontro Nacional das Licenciaturas)/VII Seminário do PIBID/II Seminário do Residência Pedagógica. Editora Realiza, versão digital. 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/enalic/2021/TRABALHO_EBOOK_EV163_MD1_SA101_ID211403022022000207.pdf. Acesso em: 10 mai 2023.

SOUZA, Ana Maria Alves de; MOURA JUNIOR, Alfredo Matos, OLIVEIRA, Edilson Gomes de, ALMEIDA, Mayara Gabriella Oliveira de. Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica: Recife*, v.4, n.1, p. 197-212, 2018.

SOUZA, Luciene Matos de. Uma experiência integradora de pesquisa intervenção com discentes do Ensino Médio em situação de baixa frequência escolar. In: VIII ENALIC (Encontro Nacional das Licenciaturas)/VII Seminário do PIBID/II Seminário do Residência Pedagógica. Editora Realiza, versão digital. 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/enalic/2021/TRABALHO_EBOOK_EV163_MD1_SA101_ID211403022022000207.pdf. Acesso em: 10 mai 2023.

SAKAMOTO, Sabrina Ramires; SOLIANI, Flaviane Cristina Brito Guzzo; SILVA, Sabrina Piccinelli Zanchettin; TIRAPELI, Keny Gonçalves; GOMES, Giseli da Silva Tochetto; DE OLIVEIRA, Elen Cristiane Doná de; AGOSTINI, Lucas; FABRIZZI, Fernando. Aprendizagem baseada em equipes: relato de uma experiência. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 2, p. 4970–4984, 2023.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre Artmed. 1998
Gomes, Batista e Fusinato (2019).

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa voltada a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na Formação Geral Básica do Referencial Curricular Gaúcho do Ensino Médio ainda é incipiente. Análises iniciais desse documento evidenciam a contradição entre a proposição da flexibilização curricular, explícita no texto quando se diz que não são apresentados objetos de conhecimentos (conteúdos) para não interferir na autonomia das redes e das escolas e fomentar a flexibilidade curricular e, ao mesmo tempo, há a indicação de conteúdos específicos a serem trabalhados para o desenvolvimento das habilidades (OLIVEIRA, 2023).

Na busca por conceitos relacionados a área da Bioquímica na FGB do RCGEM, observou-se a ausência desses conceitos, fato que pode caracterizar o apagamento da área no novo currículo. Em um primeiro momento atribuiu-se o resultado encontrado a questão da flexibilidade curricular, mas ao considerar a contradição descrita por Oliveira (2023), concluímos que, de fato, não há uma descrição explícita dos conteúdos relacionados a área da Bioquímica como ocorre com conteúdos de outras áreas.

Entendemos que as habilidades direcionam os conteúdos que devem ser trabalhados, e que a organização curricular não deve ser pautada em uma lista de conteúdos a serem vencidos. Mas consideramos as habilidades relacionadas a área (descritas no quadro 2, página 33) generalistas, característica que garante aos professores maior autonomia na escolha dos conteúdos, mas também pode apagar do currículo os conteúdos mínimos, uma vez que, se não estiverem explícitos podem ser considerados desnecessários dependendo do olhar de cada professor/escola.

Ainda sobre as habilidades a serem desenvolvidas na área de CNT, não é apresentada uma sequência lógica e não há clareza quanto ao ano do EM em que devem ser desenvolvidas. Diante disso, surge o questionamento: Será que todos os estudantes do EM terão acesso a mesma formação básica no Rio Grande do Sul? Cabe salientar que nos últimos anos a SEDUC tem divulgado documentos, as matrizes de referência, que apontam as habilidades essenciais a serem desenvolvidas em cada ano e etapa ao longo do ano letivo.

Trata-se de uma flexibilização curricular, uma estratégia para priorizar habilidades para continuar garantindo os direitos de aprendizagem e o desenvolvimento integral dos estudantes durante e após um período de reorganização do tempo pedagógico, como foram os anos letivos de 2020 e 2021. Nas orientações para os anos letivos de 2020 e 2021, o continuum

curricular foi contemplado. Em 2022 avançamos nas estratégias para suprir as lacunas de aprendizagens, e em 2023 vamos manter a flexibilização com o intuito de recuperar as aprendizagens que são essenciais para os alunos (RIO GRANDE DO SUL, 2023).

Neste ano, 2023, a matriz de referência apontou as habilidades que devem ser desenvolvidas nos três trimestres que compõem o ano letivo do 1º e 2º anos do novo EM. Com relação a FGB na área de CNT orienta-se o desenvolvimento de 45 diferentes habilidades no 1º ano e 48 habilidades no 2º ano. Apesar de apresentar a sequência em que devem ser desenvolvidas essas habilidades (separação por trimestre), aspectos como o tempo e a recuperação efetiva das aprendizagens dos estudantes nos causam preocupação. Além disso, há, na matriz de referência, a descrição das habilidades sugeridas para o trabalho com os Temas Transversais, no entanto, Oliveira (2023) apontou que esses temas, da forma como estão descritos no documento, se assemelham a indicadores de metodologias e/ou ferramentas metodológicas e pouco contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico.

Ao escrever sobre a formação crítica que se espera a partir do ensino de ciências, Branco e Zanatta (2021, p, 73) alertam que

[...] é imprescindível um ensino de Ciências e uma formação inicial e continuada de professores que valorizem os conteúdos historicamente organizados, as questões sociais e culturais, além de serem mais valorizados, com investimentos de recursos humanos e financeiros necessários. Tais preposições não se fazem presentes no proposto pela BNCC e pela Reforma do Ensino Médio, que estão mais alinhadas aos interesses mercadológicos.

Embora os autores citados tenham se dedicado a pesquisar o ensino de Ciências na BNCC e a formação de professores a partir da implementação desta normativa, acreditamos que o entendimento de que “a preocupação maior é que haja secundarização dos conteúdos e do papel do professor, implicando em esvaziamento de conteúdos e precarização do ensino” (BRANCO; ZANATA, 2021, p.74), aplica-se também a implementação do RCGEM.

A partir da análise do RCGEM, que sugere o apagamento de alguns conteúdos do currículo e das percepções dos professores acerca do planejamento e dificuldades atreladas ao processo de ensinar, podemos inferir que há um distanciamento entre o que diz o texto da nova política curricular e o que se efetiva nas escolas. Alguns fatores que concorrem para esse distanciamento são a falta de investimentos na infraestrutura, a falta de tempo, espaço e diálogo entre os professores e a necessidade de implementação de cursos de formação continuada

para os professores, no sentido de orientá-los na compreensão do texto e na realização de planejamentos coerentes com as intenções formativas, considerando a interdisciplinaridade, a contextualização e a realidade escolar.

Sobre a formação de professores, ainda que a respeito da BNCC, Mortimer (2018) corrobora ao entender que

[...] a BNCC impõe, em sua saga interdisciplinar, a necessidade de construir novas escolas ou ampliar as atuais, com espaços de trabalho para os professores, que permita minimamente o encontro entre professores de disciplinas diferentes para preparar as aulas articuladas e conjuntas.

Nesse contexto, Machado e Meireles (2020 p. 176) defendem que, em um contexto mais amplo dentro da reforma do Ensino Médio, percebe-se que o texto da BNCC discute (ou apresenta) as questões curriculares, mas “não projeta melhorias na infraestrutura das escolas, processos avaliativos justos, equiparação salarial e/ou formação continuada dos professores” (MACHADO; MEIRELES, 2020 p. 176). A partir dos excertos desses autores, pode-se perceber que, as dificuldades e incertezas impostas pela BNCC são reproduzidas a níveis estaduais no processo de recontextualização regional e local. Sobre isso, Oliveira (2023) pondera que, diferente do que ocorreu em outros estados, no Rio Grande do Sul a proposta curricular elaborada considera aspectos gerais do estado, não considera as distintas realidades que podem existir.

Nessa pesquisa apostamos no planejamento e aplicação de uma Sequência Didática Gamificada como estratégia de ensino e aprendizagem. Muitos estudos têm apontado sua eficiência na questão da organização dos conteúdos, na promoção de um trabalho interdisciplinar e no trabalho pedagógico que considere a realidade escolar. Entretanto, embora tenha ocorrido o planejamento, os conhecimentos prévios e contexto escolar tenham sido considerados na elaboração da estratégia, fatores como a carga horária reduzida, a infrequência e o desinteresse dos estudantes afetaram a aplicação.

A aplicação planejada, na sua totalidade (6 níveis), em 26 períodos, acabou sendo reduzida para 17 períodos, nos quais foram desenvolvidos três níveis (etapas) da SD. A questão da redução da carga horária também foi apontada por Araújo; Testasicca e Oliveira (2021) que, ao aplicar uma SD sobre histologia relataram a dificuldade em desenvolver atividades diferenciadas devido a carga horária reduzida da área de CNT. Os autores defendem ainda que, a SD não é uma estratégia finalizada e imutável, sendo “fundamental que os professores, durante sua

aplicação, estejam atentos ao envolvimento e às necessidades dos alunos, a fim de promoverem alterações que oportunizem melhor aprendizado pelos estudantes” (ARAÚJO; TESTASICCA; OLIVEIRA, 2021, p.181).

Outro aspecto relevante foi a infrequência dos estudantes do EM e a consequente implicação em seu processo formativo, cuja raiz do problema tem relação com as questões socioeconômicas (SOUZA, 2020). Resultados do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar de 2022, divulgados em abril deste ano, indicam que 73% dos estudantes do 3º ano do EM apresentam desempenho básico e abaixo do básico em Língua Portuguesa e 96% apresentam desempenho abaixo do básico e básico em Matemática. Além disso,

Os resultados evidenciaram que alunos com poder aquisitivo maior, de cor branca e parda e do gênero feminino alcançaram desempenho maior do que alunos com menor nível socioeconômico, pretos ou indígenas e do gênero masculino. Essas características estão presentes em todas as etapas de ensino avaliadas e se aprofundam no 3º ano do Ensino Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2023).

Resultados que reforçam a importância de considerar o contexto social dos estudantes e, assim pensar em políticas públicas que garantam a permanência desses estudantes na escola.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a intenção de pontuarmos algumas considerações sobre a pesquisa, retomamos o problema de pesquisa: Como uma Sequência Didática Gamificada contribui com o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Bioquímica no Ensino Médio? Para responder ao problema de pesquisa e o objetivo geral, descrevem-se, a seguir, algumas considerações que se tem ao alcançar os objetivos específicos.

Para atingir o objetivo geral, foram abordados como objetivos específicos: (1) “Identificar as dificuldades que os/as professores de Biologia e Química enfrentam ao ensinar os conteúdos de Bioquímica no Ensino Médio” e (2) “Compreender o entendimento dos estudantes sobre os conceitos básicos da Bioquímica e suas relações com o cotidiano”, o manuscrito 1 foi dedicado a atingir esses dois objetivos. Pontuamos que as dificuldades de se ensinar os conteúdos da área da Bioquímica perpassam por fatores relacionados a falta de investimento na estrutura física e aquisição de materiais de apoio pedagógico nas escolas, falta de diálogo entre os

professores e espaço-tempo para o planejamento das atividades pedagógicas, além da necessidade de oferta de cursos de formação continuada aos professores.

Com relação a aprendizagem, percebeu-se que os estudantes apresentam dificuldades em relacionar os conhecimentos bioquímicos com o cotidiano e, isso deve-se a lacuna de aprendizagem diagnosticada. Na visão dos professores, os estudantes apresentam essas dificuldades por não terem construído uma base sólida de conhecimentos que os possibilitaria compreender conteúdos mais complexos e abstratos. Outro aspecto citado foi a desmotivação e desinteresse dos estudantes.

A partir dessa análise preliminar do contexto relacionado ao ensino e a aprendizagem dos conhecimentos bioquímicos e, esperançosos de promover melhorias nesse processo, elaboramos uma Sequência Didática como forma de intervir na realidade encontrada. Dessa forma alcançamos o terceiro objetivo específico “Desenvolver uma Sequência Didática Gamificada voltada ao ensino dos conteúdos da Bioquímica”, a qual foi apresentada no manuscrito 2. Ao realizar a aplicação e avaliação da Sequência Didática desenvolvida alcançamos o quarto objetivo específico proposto, cuja descrição está disposta no manuscrito 3.

Durante a intervenção, embora tenhamos planejado as atividades considerando o contexto, nos deparamos com algumas situações descritas previamente pelos professores participantes da pesquisa. Os aspectos mais relevantes estão associados ao desinteresse dos estudantes e alto índice de infrequência, aspectos que podem estar relacionados ao contexto socioeconômico e cultural desses estudantes. Além disso, tornou-se evidente o quanto a redução da carga horária da área de CNT implica no processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos, tornando inviável o desenvolvimento de todas as habilidades previstas para FGB da etapa. Apesar de a estratégia de intervenção não ter sido desenvolvida em sua totalidade, acreditamos que as atividades desenvolvidas tenham contribuído para a aprendizagem dos estudantes, como evidenciou-se no processo de validação dessas atividades.

9. PERSPECTIVAS

Consideramos importante informar os resultados da pesquisa aos professores que participaram, assim faremos contato com as escolas para juntos pensarmos a melhor maneira de efetivar esse retorno. Pretendemos realizar a submissão dos manuscritos as revistas após as contribuições da banca. Almejamos também

(re)aplicar a Sequência Didática em sua totalidade e avaliar os resultados bem como acreditamos que se faz necessário uma análise mais profunda acerca das habilidades previstas para a área de CNT e como essas habilidades, tanto da Formação Geral Básica quanto dos Itinerários Formativos, estão sendo desenvolvidas na prática escolar. Assuntos pertinentes diante das mudanças que vem se estabelecendo no currículo do Ensino Médio e que podem ser objeto de novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Thalita Macedo; TESTASICCA, Míriam Conceição de Souza; OLIVEIRA, Adilson Ribeiro de. Proposição de uma Sequência Didática complementar ao Livro Didático para o ensino de histologia animal no ensino médio. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. v.16, n.1. 2021.

ALMOULOU, Saddo Ag; COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. **REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática**. v3.6, p.62-77, UFSC: 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/13031-Texto%20do%20Artigo-40188-1-10-20100326.pdf>. Acesso em 05 março de 2023.

ARTIGUE, Michele. Ingeniería didáctica. In: **INGENIERÍA DIDÁCTICA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. Bogotá, 1995, p. 33-59. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/676/1/Artigueetal195.pdf>. Acesso em 28 mai. 2021.

BARBOSA, Jéssica Ulisses; LEAL, Murilo Cruz; ROSSI, SamuelQuinaud; DIAS, Tamara Nayara; FERREIRA, Karla Aparecida; OLIVEIRA, Cristiane Pereira de. Analogias para o ensino de bioquímica no nível médio. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 14, n. 01, p.195-208, jan./abr., 2012. Disponível em: <https://bityli.com/BCcFw>. Acesso em 01 dez. 2020.

BARROSO, Maria Cleide da Silva; PEREIRA, Rafaela Fernandes; SANTOS FILHO, Antônio de Pádua Arruda dos; SILVA, Emanuel Vinicius Araújo da; SANTOS, João Paulo Gomes dos; HOLANDA, Francisca Helena de Oliveira. Base Nacional Comum Curricular e as transformações na área das ciências da natureza e tecnologias. **Research, Society and Development Journal**, v. 9, n. 2, 2020.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio), Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em 11 out. 2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

BRASIL. Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>. Acesso em 11 out. 2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em 11 out. 2021.

BRASIL. **Indicador de nível socioeconômico do Saeb 2019**. Dados de 2021. Disponível em:

<https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/indicador_nivel_socioeconomico_saeb_2019_nota_tecnica.pdf>. Acesso em 09 nov. de 2022.

BRASIL. **Taxas de rendimento escolar do município de Uruguaiana**. Dados de 2021. Acesso em 09 nov. de 2022.

BRANCO, Emerson Pereira; BRANCO, Alessandra Batista de Godoi; IWASSE, Lilian Fávaro Algrâncio; ZANATTA, Shalimar Calegari. BNCC: A quem interessa o ensino de competências e habilidades? **Debates em Educação**. Maceió. v. 11, n. 25, p.155-171, 2019. Set./Dez.

BROUSSEAU, Guy. Introdução ao Estudo das Situações Didáticas: Conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008. 128p.

BUSARELLO, Raul Inácio. **Gamification: princípios e estratégias**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

BUSS, Cristiano da Silva; MACKEDANZ, Luiz Fernando. O Ensino através de Projetos como Metodologia Ativa de Ensino e de Aprendizagem. *Revista THEMA*. v. 14, n.3, p.122-131, 2017.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática. **Zetetike**, Campinas-UNICAMP, v. 13, n. 23, p. 85-118, 2005. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646981/13882>

CAMARGO, Carmen Aparecida Cardoso Maia; CAMARGO, Marcio Antonio Ferreira; SOUZA, Virginia Oliveira. A importância da motivação no processo ensino-aprendizagem. **Revista Thema**. v.16. n.3, p.598-606, 2019. Disponível em: <http://periodicosnovo.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1284/1262>. Acesso em: 04 dez. 2020.

DALLABRIDA, Norberto. A reforma Francisco Campos e a modernização

nacionalizada do ensino secundário. **Educação**, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 185-191, maio/ago. 2009

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. 2013. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2013.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. Papyrus Editora, 18ed., 1994.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes; VARELLA, Ana Maria Ramos Sanchez; ALMEIDA, Telma Teixeira de Oliveira. Interdisciplinaridade: Tempos, Espaços, Proposições. **Revista e-Curriculum**: São Paulo, n.11, v.03, set./dez. 2013.

FERRI, Valdecir Carlos. Bioquímica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia: Pelotas; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/bioquimica.pdf>. Acesso em 10 out. 2021.

FIOCRUZ. Observatório Juventude C&T. O que é Bioquímica? Disponível em: <http://www.juventudect.fiocruz.br/bioquimica>. Acesso em 10 out. 2021.

FLICK, Uwe. **Qualidade na Pesquisa Qualitativa**. Artmed, 2009

FREITAS, Ana Lúcia Pontes. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula. [Entrevista cedida a] Felipe Moron. **CBME informação**. São Carlos, n. 11, jul. 2006. Disponível em: <https://eic.ifsc.usp.br/wp-content/uploads/2014/08/Edi%C3%A7%C3%A3o11.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2022.

Gil, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas. e. 4, 2002.

GUIMARÃES, Yara A. F; GIORDAN, Marcelo. **Instrumento para Construção e Validação de Sequências Didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Campinas. 2011

HABOWSKI, F.; LEITE, F. Compreensões da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Referencial Curricular Gaúcho. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 5, p. 323-337, 20 ago. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12577>. Acesso em: 03 jan. 2023.

JAPIASSU, Hilton. **A questão da interdisciplinaridade**. In: Seminário Internacional sobre Reestruturação Curricular. Porto Alegre, 1994.

KIELING, Ketelin Monique Cavalheiro; GOULART, Aline Silva; ROEHRS, Rafael. Ciclo celular: construção e validação de uma sequência didática pela metodologia da engenharia didática. **Revista Ensino de Bioquímica**. v. 2, n.6, p. 47-70, 2018.

Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/815>. Acesso em: 05 dez 2020.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. o jogo e a educação infantil. **PERSPECTIVA**: Florianópolis, n. 22, p. 105-128, 1994.

LIMA, Donizete Franco. A importância da Sequência Didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**. Uberaba, v.11 n.1 p.151–162, Jan./Abr. 2018. Disponível em: <http://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664/pdf>. Acesso em 09 de out. 2021.

LIMA, José Roberto; FERREIRA, Helaine. Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 42, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/LCMHMfGDTkYcKfd8GKK8tMh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 05 de março de 2023.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; SILVA, Cristiane Brandão da; LORETTO, Elgion Lucio da Silva. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**. Canoas, v.20, n.2, p.154-171, mar./abr. 2018

MASSONI, Neusa Teresinha; ALVES-BRITO, Alan; CUNHA, Alexander Monteiro. Referencial curricular gaúcho para o Ensino Médio de 2021: contexto de produção, ciências da natureza e questões étnico-raciais. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 3, p. 583–605, 2021.

MCGONIGAL, Jane. **A realidade em jogo**. BestSeller: Rio de Janeiro, 2012.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Artmed: Porto Alegre, ed.6, 2014.

OLIVEIRA, Elisandra Brizolla de; SANTOS, Franklin Noel dos. 5 PRESSUPOSTOS E DEFINIÇÕES EM INTERDISCIPLINARIDADE: diálogo com alguns autores. **Interdisciplinaridade**. São Paulo, no. 11, pp. 01-151, out. 2017.

Oliveira Junior, Nestor Barbosa de; Lopes, David Santana. Compreensão de Conceitos das Ciências Biológicas por Estudantes de uma Escola Pública de Salvador e sua Interface com o Letramento Científico. **Revista Insignare Scientia**. v.4, n.6, p.22-41, 2021.

PAIS, Luiz Carlos. Didática da Matemática: uma análise da influência francesa. Autêntica Editora. Belo Horizonte, 2019.

PELLIZARI, Vivian H; BENDIA, Amanda G. Origem da Vida na Terra. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/ocean-coast-res/29-portugues/publicacoes/series-divulgacao/vida-e-biodiversidade/807-origem-da-vida-na-terra.html>. Acesso em 15 ago 2022.

PIMENTEL, Júnior Clívio; SANTOS, Hugo de Figueiredo; LINHARES, Késsio Johnes da Silva; AMORIM, Vitoria Loiza Ferreira Rocha. Articulações políticas em torno da Base Nacional Comum Curricular (BNCC): a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 3, n. 2, p. 1-23, 2022.

POMBO, Olga. Epistemologia da Interdisciplinaridade. **Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste**: Foz do Iguaçu. v. 10, nº. 1, p. 10-40. 2008.

REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. Artmed: Porto Alegre, ed.10, 2015.

RIBEIRO, Lorena Joyce Souza. Bioquímica e Nutrição: Proposta e Sequência Didática Interativa, Abordando Macro e Micronutrientes no Contexto de Dieta Balanceada, Saúde e Qualidade de Vida. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia). Brasília, dez. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Educação -SEDUC-RS. **Referencial Curricular Gaúcho Ensino Médio**. 2021. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202111/24135335-referencial-curricular-gaucho-em.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2023.

RUFINO, Leonardo Ferreira; BARROS JÚNIOR, Saulo José de; CUNHA, Kátia Silva; RODRIGUES, Kátia Calligaris. Uma discussão sobre os conceitos de objetivo, habilidade e competência na BNCC do Ensino Médio. **Revista Currículo e Docência**. v.02, n.02, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/CD/article/viewFile/249557/37710>. Acesso em 04 mar 2023.

SANTOS, Josivan Washington Marinho dos; BARBOSA, Maria Conceição Pereira; SANTOS, Klivia Leuthier dos; LEÃO, Ana Maria Anjos Carneiro; GUILHERME, Betânia Cristina. Sequência didática e temas geradores como estratégias no ensino de bioquímica e alimentação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 66574-66586, 2020. Disponível em: <https://bityli.com/Cf553>. Acesso em 30 nov. 2020.

SANTOS JÚNIOR, Antônio Carlos dos; ALMEIDA, Marcela Santos. PRÁTICAS DE ENSINO DE BIOLOGIA: Uso de sequências didáticas na 2° série do Ensino Médio. **Revista Científica do UniRios**, p. 129-152, 2020.

SCHNEIDER, Mateus Henrique, DUTRA, Ângela Mattos, MAGALHÃES, Cleidilene Ramos. Metodologias ativas no ensino de bioquímica: abordagens articuladas ao cotidiano profissional. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. v.13, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://bityli.com/xQIQU>. Acesso em 01 dez. 2020.

SILVA, João; SALES, Gilvandenys Leite.; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica. *In VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2018, Ceará, Anais [...]*. Ceará. Disponível em: <https://bityli.com/5XNyY>. Acesso em 05 dez 2020.

SOUZA, Ana Maria Alves de; MOURA JUNIOR, Alfredo Matos, OLIVEIRA, Edilson Gomes de, ALMEIDA, Mayara Gabriella Oliveira de. Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica: Recife*, v.4, n.1, p. 197-212, 2018.

SOLNER, Tiago Barboza; FERNANDES, Liana da Silva; PEIXOTO, Sandra Cadore; FANTINEL, Leonardo. O Ensino de Bioquímica no Brasil: Um olhar para a Educação Básica. **REDEQUIM**, v. 5, n. 2, p. 126-137, 2019. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2311/482483270>. Acesso em 07 jan. 2023

TOLOMEI, Bianca Vargas. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. **Revista Científica em Educação a Distância- EaD em Foco**. v.2, n.7, p.145–156, 2017.

VIANNA, Ysmar; VIANNA, Maurício; MEDINA, Bruno; TANAKA, Samara. **Gamification, Inc. Como reinventar empresas a partir de jogos**. MJV Press: Rio de Janeiro. 1. ed., 2013.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre Artmed. 1998

ANEXOS

Anexo 1. Narrativa (Convite para participar do processo seletivo fictício).



CARTA DE APRESENTAÇÃO

O Centro de Atendimento Nutricional Bem Viver tem o prazer de convidá-los para participar do processo seletivo destinado ao preenchimento de duas vagas junto aos setores de avaliação nutricional e exames laboratoriais. As vagas são destinadas a estudantes do 2º ano do Ensino Médio, sendo uma vaga destinada à contratação de profissionais que consigam analisar exames e prescrever dietas de acordo com as necessidades dos pacientes e a outra destinada à contratação de profissionais capazes de realizar os exames laboratoriais. Os participantes do processo seletivo serão selecionados pelo setor de Recursos Humanos da empresa. Ao final do processo seletivo, os classificados assinarão contrato de trabalho e receberão o título de técnico em nutrição e análises laboratoriais. A seguir estão descritas as etapas do processo seletivo e outras informações importantes.

1. Sobre as etapas da Seleção (níveis): O processo seletivo está organizado em seis níveis, descritos a seguir:

- ✓ **1º CARBONO: A ESSÊNCIA DA VIDA**
- ✓ **2º A VIDA DEPENDE DA ÁGUA?**
- ✓ **3º CARBOIDRATOS: O AÇÚCAR NOSSO DE CADA DIA**
- ✓ **4º LIPÍDIOS: HERÓIS OU VILÕES?**
- ✓ **5º PROTEÍNAS**
- ✓ **6º NA PRÁTICA**

Cada nível (etapa) é composto por oito aulas (aproximadamente) ministradas pela professora que faz parte do setor de Recursos Humanos da empresa. Ao final de cada aula uma missão precisa ser cumprida para que o candidato consiga seguir adiante. Para cada missão realizada, o candidato recebe uma pontuação. Além das missões, ao final de cada nível será proposto um desafio que deverá ser realizado em momentos extraclasse (em casa). A pontuação será organizada na forma de ranking, e, serão selecionados, ao final do processo seletivo, os dois candidatos que ocuparem o 1º e 2º lugar, respectivamente.

2. Sobre as missões e desafios

As missões são atividades realizadas na sala de aula, como resolução de listas de exercícios. O valor atribuído à cada missão é de até 10 PONTOS. Já os desafios, são realizados ao final de cada nível e o valor atribuído a cada desafio é de até 50 PONTOS. Os desafios podem incluir atividades de pesquisa, jogos, análise de exames, construção de mapas conceituais.

Anexo 2. Memes que podem ser utilizados para introduzir a temática.

| | | |
|--|--|---|
|  | <p>Se o corpo é composto 70% por água, não estou gordo, só estou inundado rs...</p>  |  |
| <p>Figura 1. Retirado de: https://bityli.com/cQIKEYkB. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 2. Retirado de: https://bityli.com/TJsrlDoQ. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 3. Retirado de: https://bityli.com/IJOPYmx. Acesso em 24 set. 2022.</p> |
|  | <p>Faço o jejum intermitente e cortei o carboidrato, estou muito bem.</p> <p>A pessoa</p>  |  |
| <p>Figura 4. Retirado de: https://bityli.com/NTzABebZ. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 5. Retirado de: https://bityli.com/OYEzWDI. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 6. Retirado de: https://bityli.com/jmbBDLUg. Acesso em 24 set. 2022.</p> |
|  |  |  |
| <p>Figura 7. Retirado de: https://bityli.com/DPuAYgS. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 8. Retirado de: https://bityli.com/IXkdvadC. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 10. Retirado de: https://bityli.com/CJnPvIo. Acesso em 24 set. 2022.</p> |
| <p>A gordura vendo você tomar uma xícara de chá de hibisco depois de mandar 9 fatias de pizza:</p>  |  | <p>A gordura esperando o mega superávit calórico do final de semana</p>  |
| <p>Figura 11. Retirado de: https://bityli.com/vjxmVMY. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 9. Retirado de: https://bityli.com/psbCsBF. Acesso em 24 set. 2022.</p> | <p>de: Figura 12. Retirado de: https://bityli.com/fUYZzNJy. Acesso em 24 set. 2022.</p> |

Anexo 3 Anexo III. 1º Desafio: Jogo de Tabuleiro “Na Trilha da Química”

NA TRILHA DA QUÍMICA...

INÍCIO

Jogue o dado e mova-se de acordo com valor indicado.

CHEGADA

Profª Ketelin

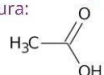
PERGUNTA

O sufixo que indica que o composto é um álcool é:

- ol
- o
- n
- al
- a

PERGUNTA

Qual é o nome do ácido carboxílico que possui a seguinte estrutura:



- Ácido butanoico
- Ácido etanoico
- Ácido propílico
- Ácido metanoico

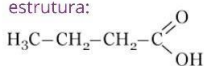
PERGUNTA

As moléculas dos ácidos carboxílicos apresentam o grupo funcional carboxila na extremidade da cadeia. A alternativa que apresenta a carboxila é?

- COH
- OH
- COOH
- OCH

PERGUNTA

Qual é o nome do ácido carboxílico que possui a seguinte estrutura:



- Ácido butanoico
- Ácido etanoico
- Ácido propílico
- Ácido metanoico

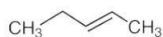
PERGUNTA

As moléculas dos álcoois possuem um grupo funcional específico ligado a um carbono saturado. Esse grupo funcional é chamado de:

- cetona
- aldeído
- hidroxila
- oxidrila
- carboxila

PERGUNTA

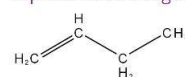
Qual é o nome do hidrocarboneto?



- 1-butano
- 2-pentino
- 3-pentino
- 2-penteno
- 2-buteno

PERGUNTA

Qual é o nome do hidrocarboneto representado a seguir?



- Butano
- Pentano
- Buteno
- Propeno
- Propano

PERGUNTA

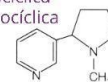
O prefixo que indica 10 átomos de carbono é:

- Pent
- Oct
- Hex
- Hept
- Dec

PERGUNTA

A nicotina possui átomos de nitrogênio entre átomos de carbono. Podemos classificar esta cadeia carbônica como:

- Homogênea
- Halogênea
- Homocíclica
- Heterocíclica

**PERGUNTA**

O sufixo que indica que o composto é um hidrocarboneto é:

- ol
- o
- n
- al
- oico

PERGUNTA

O carbono faz quatro ligações para atingir sua configuração estável. Assim sendo, podemos dizer que o carbono é:

- a) Bivalente
- b) Monovalente
- c) Tetravalente
- d) Polivalente
- e) Pentavalente

PERGUNTA

Os hidrocarbonetos de cadeia fechada são chamados de:

- a) Cíclicos
- b) Alicíclicos
- c) Circulares
- d) Redondos
- e) Ramificados

PERGUNTA

A cadeia carbônica que possui ligações duplas e triplas além das ligações simples chama-se:

- a) Insaturada
- b) Supersaturada
- c) Megasaturada
- d) Saturada
- e) Polisaturada

PERGUNTA

Os hidrocarbonetos de cadeia aberta podem ser classificados como:

- a) Cíclicos e normais
- b) Normais ou ramificados
- c) Circulares e lineares
- d) Ramificados e aromáticos
- e) Insaturados e aromáticos.

PERGUNTA

O hidrocarboneto que forma o gás natural, possui cadeia aberta e apenas ligações simples. O metano é classificado como:

- a) Alcano
- b) Alceno
- c) Alcino
- d) Aromático

PERGUNTA

O prefixo que indica 7 átomos de carbono é:

- a) Pent
- b) Oct
- c) Hex
- d) Hept
- e) Dec

PERGUNTA

O limoneno, óleo essencial extraído da casca do limão e da laranja apresenta quantas insaturações?

- a) Uma
- b) Duas
- c) Três
- d) Quatro

**PERGUNTA**

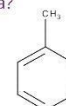
A cadeia carbônica que possui apenas ligações simples chama-se:

- a) Aberta
- b) Saturada
- c) Cíclica
- d) Insaturada
- e) Aromática

PERGUNTA

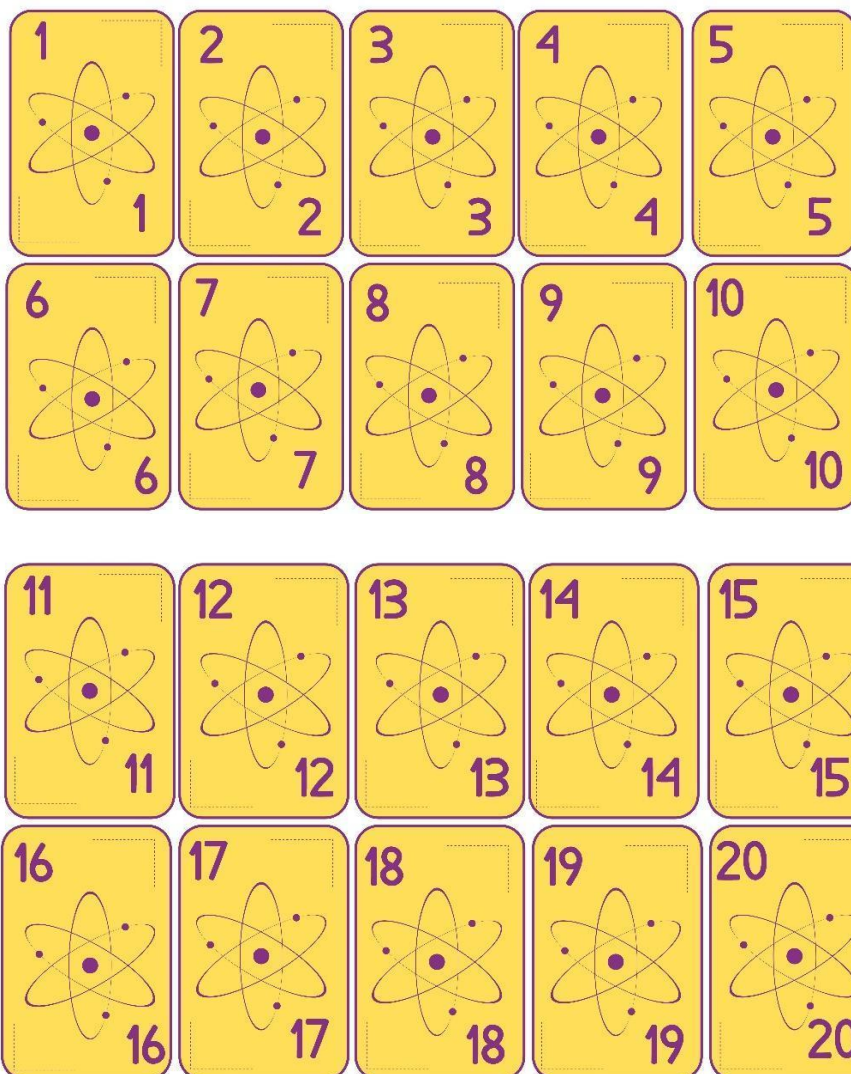
O tolueno é uma substância presente na "cola de sapateiro" e sua inalação é prejudicial à saúde. Quantos carbonos estão presentes em sua estrutura?

- a) 6
- b) 7
- c) 8
- d) 9
- e) 10

**PERGUNTA**

Hidrocarbonetos são compostos formados apenas de:

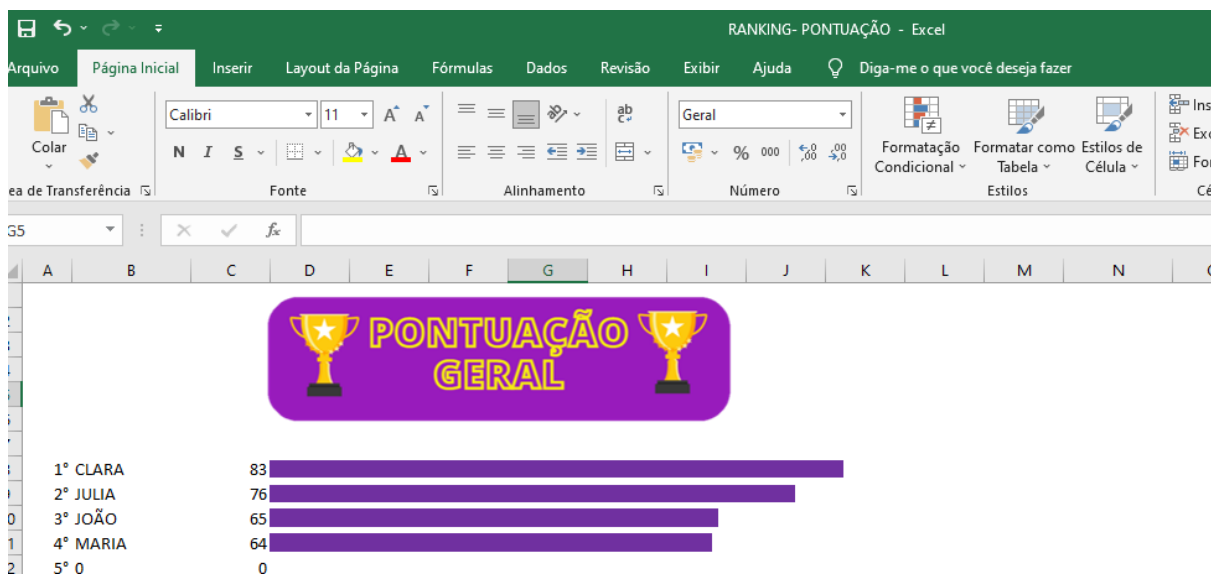
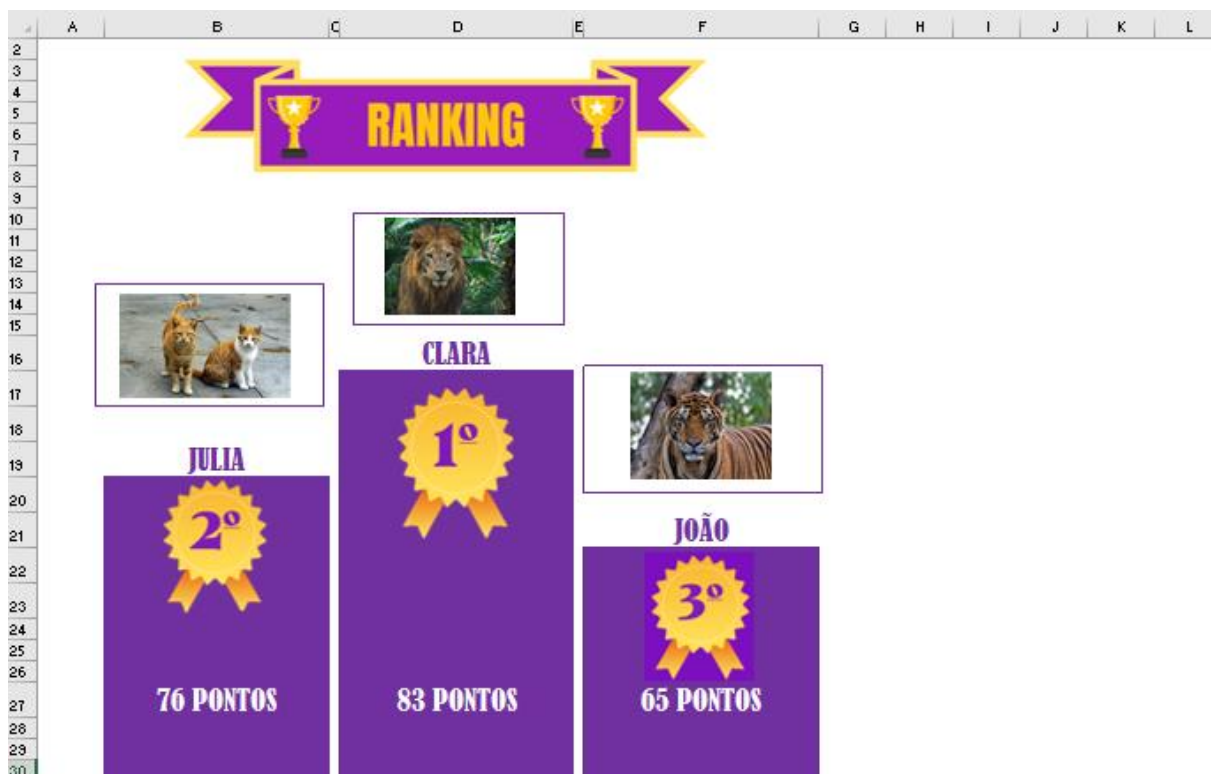
- a) Cloro e hidrogênio
- b) Carbono
- c) Carbono e hidrogênio
- d) Hidrogênio
- e) Carbono e oxigênio



REGRAS DO JOGO

1. Cada partida contará com dois ou três jogadores(as).
2. O jogador(a) que tirar o maior número ao jogar o dado inicia o jogo.
3. O primeiro jogador(a) deverá jogar o dado e andar o número de casas tirado no mesmo.
4. Dependendo do número, os jogadores(as) poderão "cair" nos benzenos (casas) que contém mensagens:
 - *Tire alguém da rodada*= o jogador(a) escolhe um adversário para ficar uma rodada sem jogar.
 - *Acerte a questão ou volte ao início/ Acerte a questão ou volte XX benzenos!*= o jogador deverá responder uma pergunta. No jogo há 20 perguntas, portanto o jogador(a) deverá escolher um número entre 1 e 20. Resposta correta permite ao jogador permanecer no lugar. Já a resposta errada o faz retornar a posição inicial ou retornar a quantidade de casas indicadas. Os adversários(as) são responsáveis por verificar se a resposta está correta ou não (o gabarito final estará com a professora que irá fazer a mediação dos jogos).
 - *Se deu bem! Avance XX benzenos*= o jogador(a) pode avançar a quantidade de benzenos indicadas.
 - *Jogue o dado mais uma vez*= o jogador(a) pode jogar o dado duas vezes na mesma rodada.
 - Vence o jogo aquele(a) que atingir a chegada.
- PONTUAÇÃO:
 - 1º COLOCADO(A)= 10 PONTOS
 - 2º COLOCADO(A)= 6 PONTOS
 - 3º COLOCADO(A)= 3 PONTOS

Anexo 4. Modelo de planilha para a organização do ranking.



Anexo 5. Apostila elaborada e utilizada na aplicação da Sequência Didática.

1º NÍVEL

O que é Bioquímica?

A Bioquímica é a ciência que visa explicar os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos, sendo por isso definida como a ciência da vida. Os seres vivos são constituídos por substâncias orgânicas e inorgânicas. Essas substâncias diferenciam-se pela presença do elemento químico carbono (C) em sua estrutura. Substâncias inorgânicas, em geral, não apresentam carbono, como a água e os minerais. Já as substâncias orgânicas apresentam carbono, e devido às suas propriedades, formam moléculas de tamanho extenso como os carboidratos, as proteínas, os ácidos nucleicos e os lipídeos, as chamadas biomoléculas. Essas biomoléculas são essenciais para as transformações químicas que ocorrem nas células. O conjunto dessas transformações químicas é chamado de metabolismo, e é extremamente necessário para a sobrevivência, crescimento e reprodução dos seres vivos. O gráfico a seguir apresenta a porcentagem de substâncias orgânicas e inorgânicas nas células.

Porcentagem dos componentes moleculares de uma célula

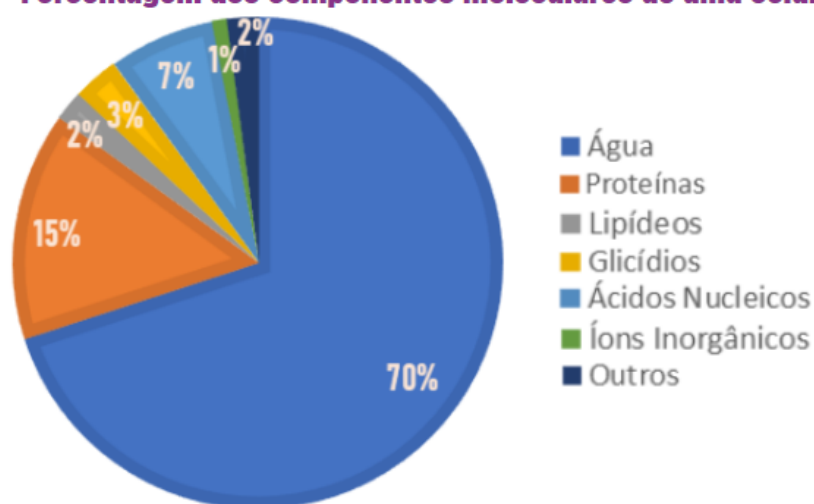


Figura 7. Gráfico que demonstra a quantidade das principais biomoléculas em uma célula de E. coli. Fonte: Autores (2023). Informações retiradas de Nelson e Cox (2018, p.15).

Os elementos químicos mais abundantes nos organismos vivos são carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) que juntos constituem mais de 99% da massa das células. Há outros elementos químicos nos seres vivos, mas os da sigla CHONPS são os principais.

Átomos, elementos químicos... Você sabe o que é isso? Vamos relembrar?

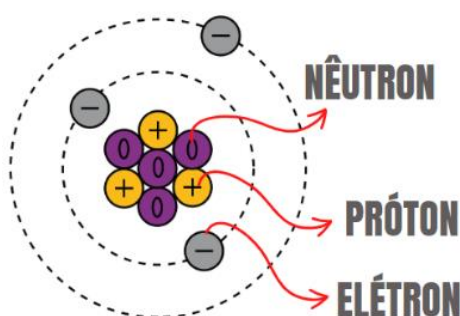


Figura 8. Modelo atômico de Bohr. Fonte: autores (2023)

O átomo é a partícula base formadora de toda matéria. Cada átomo é constituído por três subpartículas: nêutrons, prótons e elétrons. Os elementos químicos são formados por conjuntos de átomos que possuem o mesmo número atômico (número de prótons). Atualmente, há 118 elementos químicos catalogados, que são representados na tabela periódica e classificados de acordo com as características físico-químicas de cada um.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1 H hidrogênio | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He hélio | |
| 3 Li lítio | 4 Be berílio | | | | | | | | | | | 5 B boro | 6 C carbono | 7 N nitrogênio | 8 O oxigênio | 9 F flúor | 10 Ne neônio | |
| 11 Na sódio | 12 Mg magnésio | | | | | | | | | | | 13 Al alumínio | 14 Si silício | 15 P fósforo | 16 S enxofre | 17 Cl cloro | 18 Ar argônio | |
| 19 K potássio | 20 Ca cálcio | 21 Sc escândio | 22 Ti titânio | 23 V vanádio | 24 Cr cromio | 25 Mn manganês | 26 Fe ferro | 27 Co cobalto | 28 Ni níquel | 29 Cu cobre | 30 Zn zinco | 31 Ga gálio | 32 Ge germânio | 33 As arsênio | 34 Se selênio | 35 Br bromo | 36 Kr criptônio | |
| 37 Rb rubídio | 38 Sr estrôncio | 39 Y ítrio | 40 Zr zircônio | 41 Nb nióbio | 42 Mo molibdênio | 43 Tc tecnécio | 44 Ru rutênio | 45 Rh ródio | 46 Pd paládio | 47 Ag prata | 48 Cd cádmio | 49 In índio | 50 Sn estanho | 51 Sb antimônio | 52 Te telúrio | 53 I iodo | 54 Xe xenônio | |
| 55 Cs césio | 56 Ba bário | | | 72 Hf hafnio | 73 Ta tântalo | 74 W tungstênio | 75 Re rênio | 76 Os ósio | 77 Ir íridio | 78 Pt platina | 79 Au ouro | 80 Hg mercúrio | 81 Tl tálio | 82 Pb chumbo | 83 Bi bismuto | 84 Po polônio | 85 At astato | 86 Rn radônio |
| 87 Fr frâncio | 88 Ra rádio | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 3 Li lítio </div> <div style="text-align: left;"> — número atômico — símbolo químico — nome </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> → Lantanídeos → Actinídeos </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 9. Tabela Periódica dos elementos químicos. Os elementos principais (roxo) são componentes estruturais das células e dos tecidos e são necessários na dieta em uma quantidade de vários gramas por dia. Fonte: autores (2023).

Como já vimos as substâncias orgânicas (biomoléculas) apresentam o elemento químico carbono em sua estrutura, e, de fato, a química dos organismos vivos está organizada em torno do carbono, que contribui com mais da metade do peso seco das células. Isso se deve a estrutura química dos seus átomos, com número atômico igual a seis, o carbono apresenta seis prótons em seu núcleo e seis elétrons que se distribuem em duas camadas eletrônicas, cuja configuração eletrônica é $1s^2 2s^2 2p^2$, apresentando 4 elétrons na camada de valência o que o torna tetravalente, isto é, quatro é o número de ligações covalentes (compartilhamento de elétrons da camada de valência) necessárias para completar oito elétrons na camada de valência, característica que confere ao carbono a capacidade de formar cadeias carbônicas de formas diferentes. Os quatro tipos de ligação que o carbono pode apresentar na formação das cadeias são:

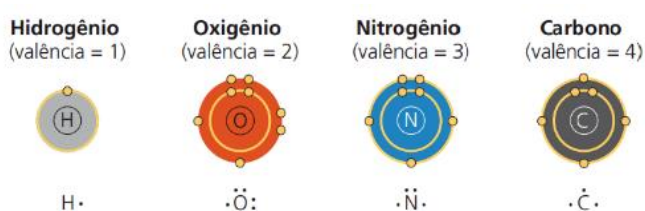
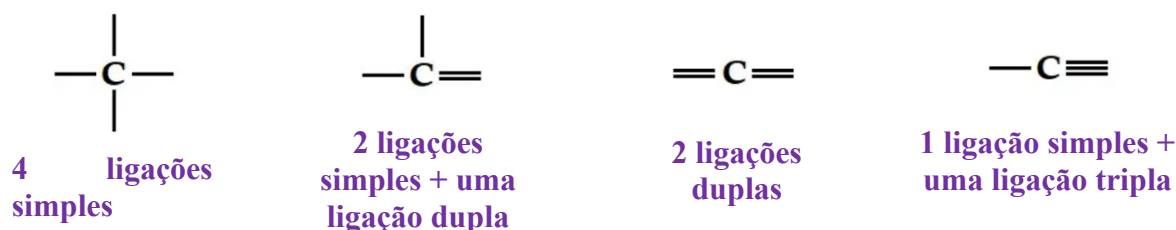


Figura 10. Valência dos principais elementos das biomoléculas. Fonte: Retirado de Reece et. al, 2015.

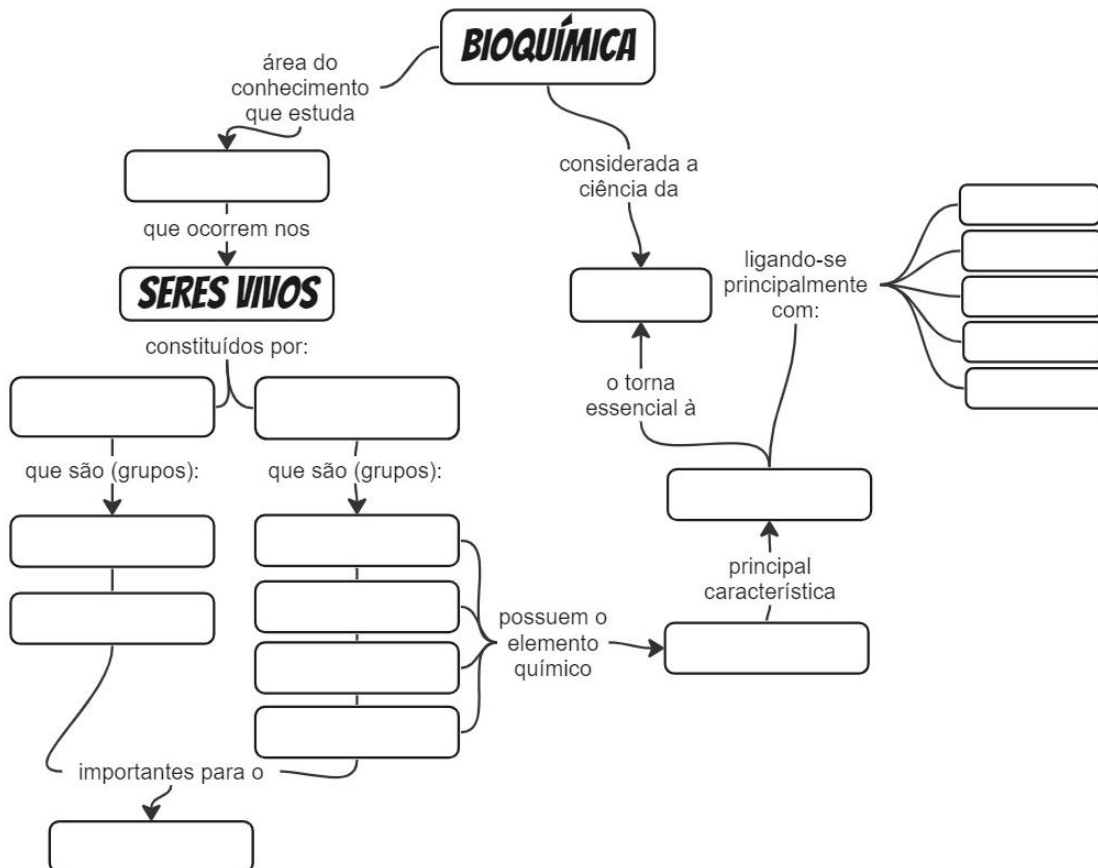


O carbono pode formar ligações simples com átomos de hidrogênio, assim como ligações simples e duplas com átomos de oxigênio e nitrogênio. A capacidade dos átomos de carbono de formar ligações simples estáveis com até quatro outros átomos de carbono é de grande importância na biologia. Dois átomos de carbono também podem compartilhar dois (ou três) pares de elétrons, formando assim ligações duplas (ou triplas). Átomos de carbono covalentemente ligados podem formar cadeias lineares, ramificadas e estruturas cíclicas (fechadas). A figura 5 mostra algumas cadeias carbônicas. Nenhum outro elemento químico consegue formar moléculas com tanta diversidade de tamanhos, formas e composição.

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO A 2ª MISSÃO

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

1) (PESO 6,0) A figura a seguir mostra um mapa conceitual pré-elaborado sobre o conteúdo estudado nas aulas. De acordo com o seu entendimento preencha os retângulos com os conceitos correspondentes.



2) (PESO 4,0) A figura ao lado mostra a tabela de informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos. Analise a imagem e responda.

C6H12O6

C6H12O6

TABELA DE INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS
Porção de 50g (1/4 de xícara de arroz cru)

| | Quantidade por porção | % VD (*) |
|--------------------|-----------------------|----------|
| Valor Energético | 170kcal/714Kj | 9% |
| Carboidratos | 40,0 g | 13% |
| Proteínas | 3,0 g | 4% |
| Gorduras Totais | 0 g | 0% |
| Gorduras Saturadas | 0 g | 0% |
| Gorduras Trans | 0 g | 0% |
| Fibra Alimentar | 1,0 g | 4% |
| Sódio | 0 mg | 0% |

(*) % Valores Diários com base em uma dieta de 2.000kcal ou 8400kJ. Fonte ANVISA.

NC(=O)R
 Ácido Graxo

OC(=O)R
 Lipídio

OC(=O)R
 Glicérol

a) Quais biomoléculas você observou?

b) O que há em comum entre as biomoléculas?

c) Consegue identificar quais elementos químicos estão presentes nas moléculas?

Formas de expressar a cadeia carbônica

Uma cadeia carbônica pode ser representada por diferentes tipos de fórmulas.

Quadro 4. Formas de representar uma cadeia carbônica.

| SUBSTÂNCIA | FÓRMULA DE TRAÇOS | FÓRMULA CONDENSADA | FÓRMULA EM BASTÃO | FÓRMULA MOLECULAR |
|----------------|-------------------|--|-------------------|----------------------------------|
| Pentano | | $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}$ H_3 | | C_5H_{12} |
| Etanol | | $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}$ | | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ |
| Ácido etanoico | | H_3CCOOH | | $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ |

Fonte: Autores (2023).

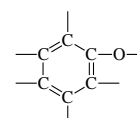
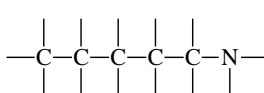
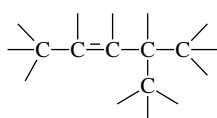
Classificação das cadeias carbônicas

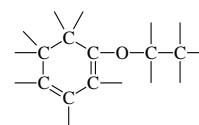
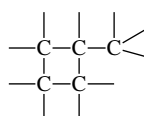
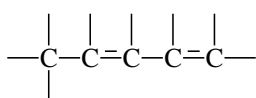
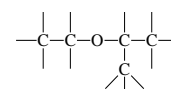
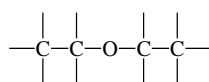
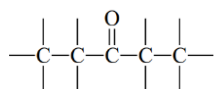
| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| <p>ABERTA (ACÍCLICA)</p> <p>Extremidades livres, sem ciclos internos</p> | <p>HETEROGÊNEA</p> <p>Apresenta heteroátomos</p> | <p>SATURADA</p> <p>Apenas ligações simples entre carbonos</p> | <p>NÃO-RAMIFICADA (NORMAL)</p> <p>Apenas duas extremidades</p> | <p>NÃO AROMÁTICA</p> <p>Sem anel aromático</p> |
| <p>FECHADA (CÍCLICA)</p> <p>Suas extremidades formam ciclos</p> | <p>HOMOGÊNEA</p> <p>Não possui heteroátomos</p> | <p>INSATURADA</p> <p>Possui ligações duplas ou triplas entre carbonos</p> | <p>RAMIFICADA</p> <p>Mais de duas extremidades</p> | <p>AROMÁTICA</p> <p>Com anel aromático</p> |

Figura 11. Classificação das cadeias carbônicas. Fonte: autores, 2023.

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

Classifique as cadeias carbônicas a seguir como abertas ou fechadas, normais ou ramificadas, saturadas ou insaturadas, homogêneas ou heterogêneas e aromáticas ou não-aromáticas.





Como nomear essas cadeias carbônicas?

Para dar nome as cadeias carbônicas devemos considerar que as substâncias orgânicas são classificadas em diferentes funções dependendo do arranjo dos átomos nas moléculas. Moléculas com um mesmo grupo funcional geralmente apresentam comportamento químico semelhante. As funções orgânicas podem ser classificadas em três grandes classes: Hidrocarbonetos, Funções oxigenadas (álcool, fenol, aldeído, cetona, ácido carboxílico, ester, éter, enol e Funções Nitrogenadas (amina e amida). Estudaremos aquelas que são mais importantes no estudo das biomoléculas. Esses compostos são nomeados de acordo com algumas regras. De modo geral, o prefixo indica o número de carbonos na cadeia principal, o infixo indica o número de ligações e o sufixo indica a função.

Quadro 5. Regras de nomenclatura dos compostos orgânicos

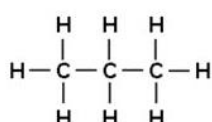
| Prefixo para o número de carbonos | Infixo para o tipo de ligação entre carbonos | Sufixo para a função química | Exemplos |
|---|--|-----------------------------------|--|
| 1-met 2-et 3-prop 4-but 5-pent 6-hex 7-hept 8-oct 9-non 10-dec | C-C (an) C=C (en) C≡C (in) C=C=C (dien) | Hidrocarboneto (o) | H ₃ C-CH ₂ -CH ₃ (propano) H ₂ C=CH ₂ -CH ₃ (propeno) HC≡CH ₂ -CH ₃ (propino) |
| | | Álcool (ol) | H ₃ C-CH ₂ -OH (etanol) |
| | | Ácido Carboxílico (oico) | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{OH} \end{array}$ Ácido etanoico |
| | | Cetona (ona) | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ Propanona (acetona) |
| | | Aldeído (al) | $\begin{array}{c} \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ Metanal |
| | | Amina (amina) | $\begin{array}{c} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{N} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$ N,dimetilmetanamina |

| | | | |
|--|--|---------------|--|
| | | Amida (amida) | $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ etanamida |
|--|--|---------------|--|

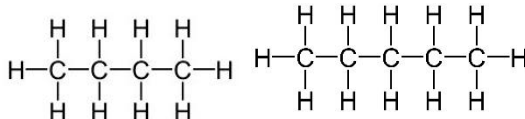
Fonte: Autores (2023).

HIDROCARBONETOS- São substâncias que apresentam apenas os elementos carbono e hidrogênio em sua composição. Essa função é característica dos alcanos, que possuem apenas ligações simples na molécula, dos alcenos que possuem uma dupla ligação, alcinos que possuem uma tripla ligação e alcadienos, que possuem duas ligações duplas.

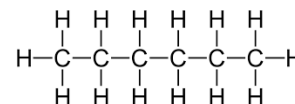
ALCANOS



Propano



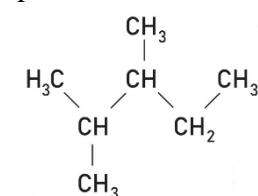
Butano



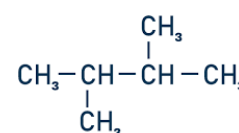
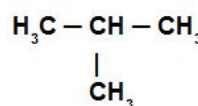
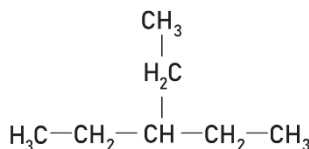
ALCANOS COM CADEIA RAMIFICADA:

Para dar nome às cadeias ramificadas, deve-se seguir alguns passos preliminares:

1. Escolher a cadeia principal que é a maior quantidade carbonos contínuos.
2. Numerar a cadeia principal iniciando da extremidade mais próxima das ramificações.
3. Identificar os tipos de ramificações presentes fora da cadeia e o número de carbono da cadeia principal que as ramificações estão ligadas.
4. Usar números para indicar as posições das ramificações e usar di, tri, ou tetra para indicar a quantidade.

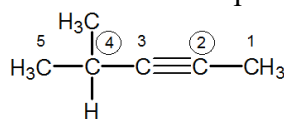


2,3-dimetil-pentano

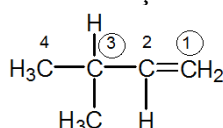


ALCENOS E ALCINOS

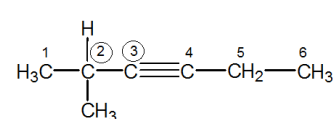
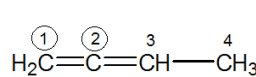
Além das ramificações, se houver, a nomenclatura oficial dos compostos insaturados deve apresentar também o local da insaturação. A numeração da cadeia principal deve iniciar na extremidade mais próxima da insaturação.



4-metil-2-pentino



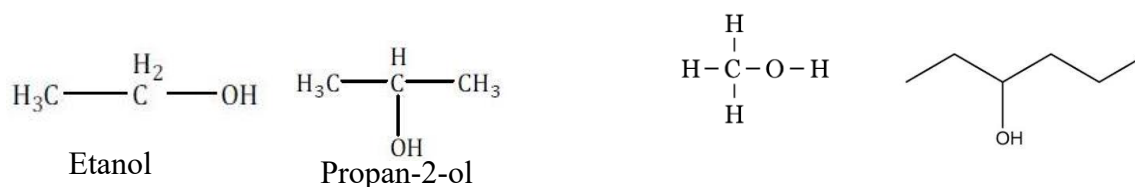
3-metil-1-buteno



FUNÇÕES OXIGENADAS- São funções químicas que apresentam os elementos carbono, hidrogênio e oxigênio em sua estrutura química. Veremos as funções álcool e ácido carboxílico.

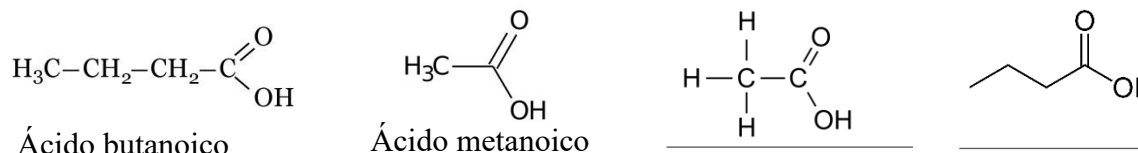
ÁLCOOL

As moléculas desses compostos possuem a hidroxila (OH) ligada a um carbono saturado (carbono que realiza somente ligações simples). A nomenclatura dos álcoois é semelhante à dos hidrocarbonetos com a substituição do sufixo “o” pelo sufixo “ol”. **A cadeia principal é sempre a que possui a hidroxila.** Se houver insaturação (ligações duplas ou triplas entre carbonos), ramificações ou mais de uma possibilidade para a localização da hidroxila, é necessário colocar o número do carbono onde estão localizadas.



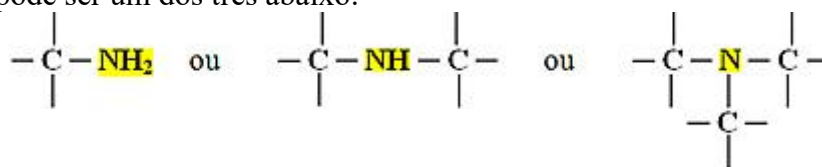
ÁCIDO CARBOXÍLICO

As moléculas desses compostos possuem o grupo carboxila (COOH) na extremidade da cadeia. A nomenclatura dos ácidos carboxílicos deve obedecer a seguinte regra: **Ácido + prefixo + infixo + oico**. A cadeia principal é sempre a que possui a carboxila.



FUNÇÕES NITROGENADAS

São funções que apresentam, além dos elementos carbono e hidrogênio, o elemento nitrogênio e, às vezes, oxigênio em sua estrutura química. A função nitrogenada que iremos estudar é a **Amina**, que são bases orgânicas, obtidas a partir da substituição de um, dois ou três átomos de hidrogênio da amônia (NH₃) por cadeias carbônicas. Portanto, o grupo funcional das aminas pode ser um dos três abaixo:



A nomenclatura das aminas segue a regra: nome do grupo + o sufixo amina.

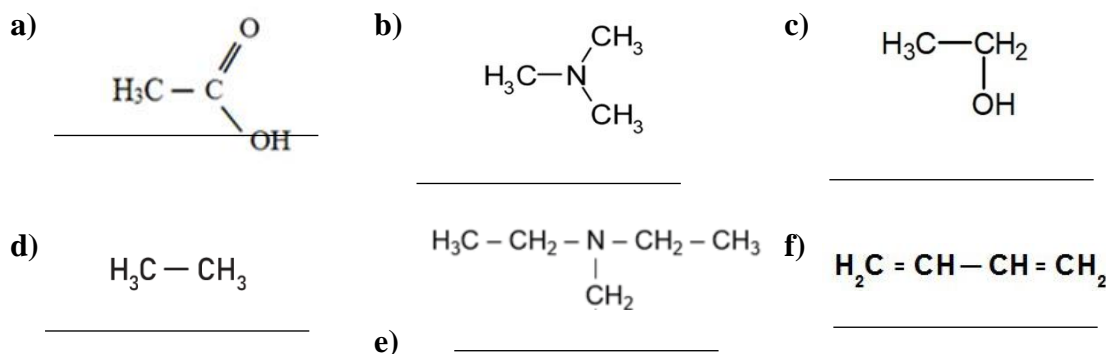
H₃C—NH₂: metanamina

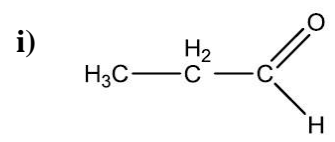
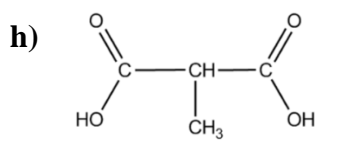
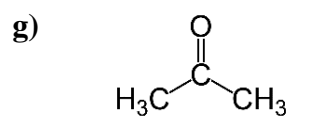
H₃C—CH₂—NH₂: etanamina

H₃C—CH₂—CH₂—CH₂—NH₂: butan-1-amina

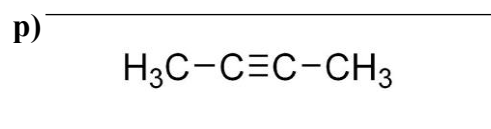
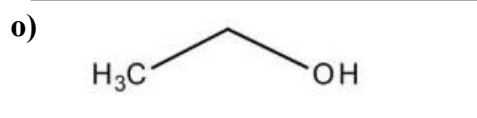
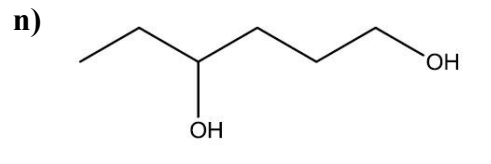
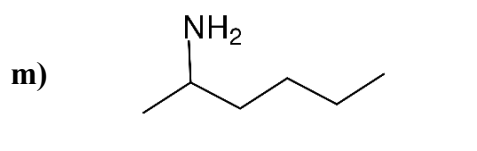
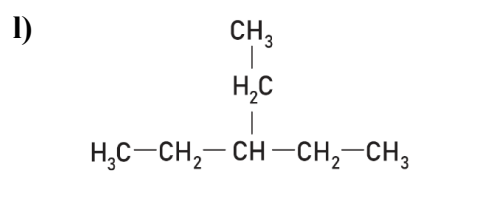
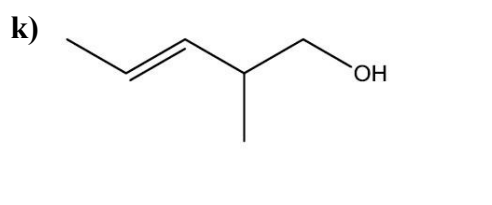
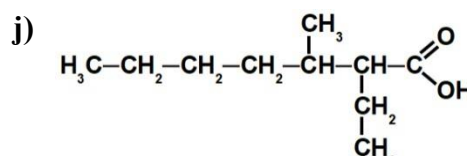
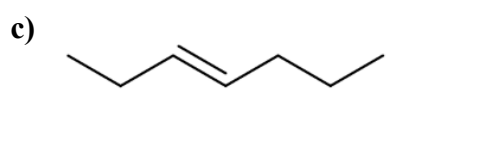
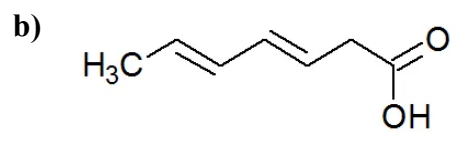
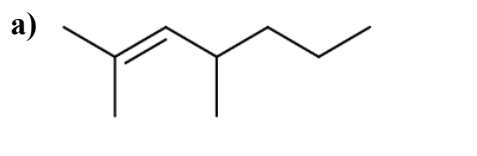
EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

A seguir são mostradas diferentes substâncias químicas, identifique as funções orgânicas (hidrocarboneto, ácido carboxílico, álcool, amina ou nenhum destes)





Observe as estruturas químicas mostradas a seguir e dê o nome destes compostos:



Chegamos ao final da 1ª etapa do nosso processo seletivo. E aí como você se saiu na realização das missões??? Para prosseguir para o 2ª nível do nosso processo seletivo você precisa cumprir o 1º desafio:

SE DAR BEM NO JOGO!



2º NÍVEL

SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

ÁGUA

A água é a principal substância do planeta Terra e dos seres vivos, cobre cerca de 70% do nosso planeta e compõe cerca de 70% do nosso organismo. Essa substância é sem dúvida essencial para a vida. A molécula de água é formada pela ligação de dois átomos de hidrogênio (H) a um átomo de oxigênio (O). Essa ligação ocorre pelo compartilhamento de elétrons, porém ao analisarmos essa ligação, veremos que o átomo de oxigênio exerce maior atração sobre os elétrons compartilhados, essa diferença na atração dos elétrons cria dois polos na molécula, em um deles o oxigênio adquire carga negativa, e no outro os átomos de hidrogênio adquirem carga positiva, tornando a

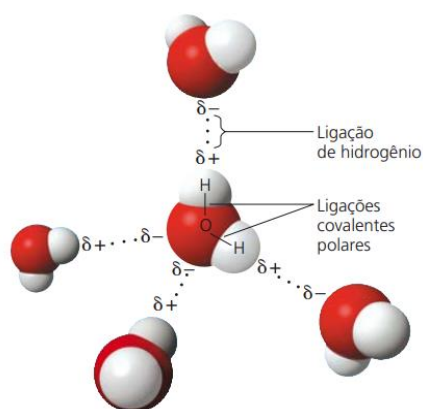


Figura 13. As ligações de hidrogênio entre as moléculas de água. Fonte: Reece et. al, 2015.

se deve às características de suas moléculas que a tornam o solvente universal, um importante meio de transporte de substâncias e de realização das reações químicas. Veremos essas propriedades a seguir.

Um cubo de sal colocado em um copo d'água dissolve-se e o copo passa a conter uma mistura uniforme de sal e água. Essa mistura líquida completamente homogênea de duas ou mais substâncias é chamada de solução. O agente dissolvente de uma solução é o solvente, e a substância dissolvida é o soluto. No exemplo, a água é solvente e o sal é o soluto. As soluções cujo solvente é a água são chamadas de soluções aquosas. A polaridade da molécula da água faz dela um excelente solvente, pois possibilita sua interação com diversas substâncias polares ou iônicas e, devido a isso, é considerada o solvente universal.

Qualquer substância com afinidade pela água é considerada **hidrofílica** (do grego, *hydro*, água, e *philos*, que gosta). Já as substâncias sem afinidade pela água. As (substâncias não iônicas e não polares) são chamadas de **hidrofóbicas** (do grego, *phobos*, com medo). Um exemplo é o óleo vegetal, que não se mistura com substâncias aquosas como o vinagre. O comportamento hidrofóbico das moléculas de óleo decorre da prevalência de ligações

Como o oxigênio (O) é mais eletronegativo que o hidrogênio (H), os elétrons compartilhados são atraídos mais para o oxigênio.



Figura 12. Ligações covalentes polares em uma molécula de água. Fonte: Reece et. al, 2015.

molécula de água polar, conforme mostrado na figura acima.

A presença dos polos faz com que as moléculas de água interajam umas com as outras. Essa interação acontece pela atração entre o átomo de oxigênio negativo de uma molécula com o átomo de hidrogênio positivo de outra, formando ligações fracas, chamadas de ligação de hidrogênio (figura 7). Mas a água é tão importante assim para a existência da vida? Porque será que cerca de 70% do nosso corpo é constituído de água? Sim, a água é extremamente importante! Não se conseguiu, até os dias atuais, comprovar a existência de vida sem a água! Isso

se deve às características de suas moléculas que a tornam o solvente universal, um importante meio de transporte de substâncias e de realização das reações químicas. Veremos essas propriedades a seguir.

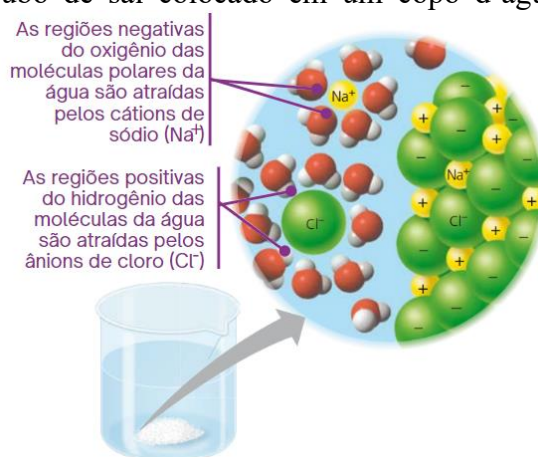


Figura 14. O sal de cozinha dissolvido em água. Fonte: Reece et. al, 2015.

covalentes relativamente não polares (sem formação de polos). As moléculas hidrofóbicas relacionadas ao óleo são os principais ingredientes das membranas celulares.

No interior das células que há um contínuo fluxo de água, que permite uma eficiente distribuição de substâncias por todos os seus compartimentos. Os sistemas circulatórios dos animais e os vasos condutores dos vegetais usam a água como veículo de distribuição de materiais, um meio de transporte, entre as várias partes do corpo de um animal ou da estrutura de uma árvore (pelo sangue e pela seiva).

Sabemos que o metabolismo se refere ao conjunto de reações químicas que controla a síntese (construção) e a degradação (quebra) de substâncias em nosso organismo. Essas reações ocorrem em meio aquoso, ou seja, dependem da água para ocorrer. Nas reações de síntese, novas moléculas são formadas com a liberação de uma molécula de água, esse processo é conhecido como **reação de desidratação**. Já nas reações de degradação, uma molécula de água é absorvida, processo conhecido como **reação de hidrólise**. Importante saber que quanto maior a taxa de metabolismo, maior será a proporção de água no corpo.

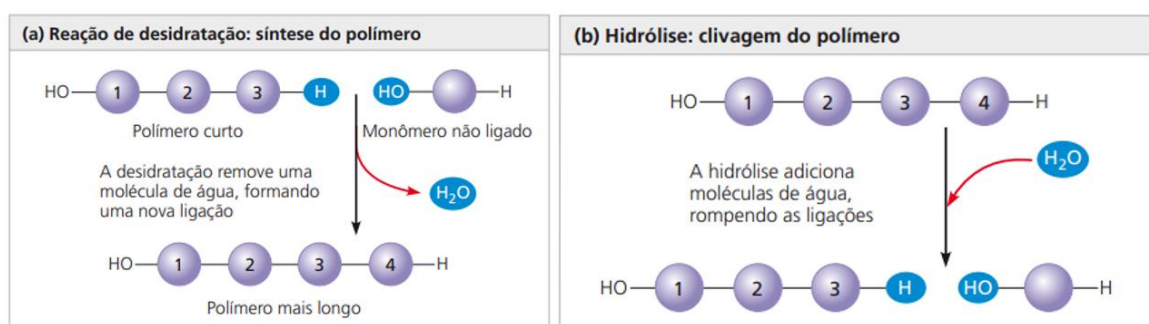


Figura 15. Reações envolvidas na construção e quebra de moléculas. Fonte: Reece et al., 2015.

CONCEITUANDO: Após a leitura do texto e explicações da professora, conceitue:

| TERMO | CONCEITO |
|-------------------------------|----------|
| SOLUTO | |
| SOLVENTE | |
| SUBSTÂNCIA HIDROFÍLICA | |
| SUBSTÂNCIA HIDROFÓBICA | |
| REAÇÃO DE DESIDRATAÇÃO | |
| REAÇÃO DE HIDRÓLISE | |

Chegamos ao final da 2ª etapa do nosso processo seletivo para seguir para o 3ª NÍVEL você precisa cumprir....

3ª MISSÃO ➔ Resolver a lista de exercícios

2º DESAFIO ➔ A partir do estudo sobre a estrutura da molécula de água e as propriedades que a tornam essencial para a vida, produza um mapa conceitual que resuma e relacione os conceitos estudados.



CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO A 2ª MISSÃO

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

1. (PESO 2,0) Ligações que ocorrem entre as moléculas de água e que são fundamentais nos processos bioquímicos celulares são denominadas

- a) covalentes polares.
- b) covalentes apolares.
- c) interações hidrofílicas.
- d) ligações de hidrogênio.
- e) covalentes hidrofílicas.

2. (PESO 2,0) Como sabemos, a água é necessária para o bom funcionamento do corpo humano. São funções da água no organismo:

- (02) Transporte de substâncias.
- (16) Fornecimento de energia.
- (32) Meio metabólico das reações químicas de síntese e degradação de moléculas.
- (64) Enzimática.

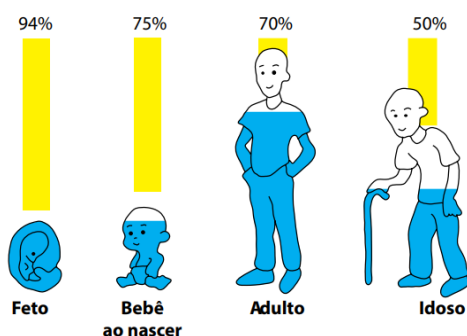
A soma que corresponde às verdadeiras funções da água para o ser humano é:

- a) 20
- b) 38
- c) 80
- d) 102
- e) 34

3. (PESO 2,0) A água é um recurso natural de extrema importância. Presente em macro e microambientes e sob várias formas, ela desempenha funções como hidratação, regulação da temperatura, condução de vitaminas, proteínas, carboidratos e sais minerais etc. Uma das características da água é a quantidade presente no corpo humano, que varia entre células devido à função exercida e idade. Imagine a seguinte situação: um experiente professor, com aproximadamente 50 anos de idade e 25 de profissão, com massa corporal de 85 kg bem distribuída nos seus 1,84 m de altura, acostumado a escalar serras durante suas pesquisas de campo, segue mais uma vez uma de suas trilhas. Após um longo percurso, o professor e seus alunos, com idades variando entre 18 e 25 anos, chegam exaustos ao local da coleta de dados. Baseado nas informações do texto pode-se inferir que:

- a) se encontrará quantidade de água igual nos organismos do professor e dos alunos, pois cada pessoa tem sua capacidade limite de transpiração e o professor tem um bom condicionamento físico.
- b) se encontrará menos água no organismo dos estudantes em relação ao professor, pois sendo mais jovens andam mais rápido que o professor, e, portanto, transpiram mais e perdem mais água.
- c) se encontrará menos água no organismo do professor, principalmente nas células musculares, em relação aos organismos dos estudantes, devido à idade avançada dele e da perda por evaporação durante o trajeto.
- d) se encontrará menor quantidade de água no organismo dos estudantes em relação ao organismo do professor porque suas células musculares gastaram mais energia, mesmo bebendo água durante o trajeto.
- e) se encontrará quantidade de água igual tanto no organismo do professor quanto no dos alunos, pois eles bebem água durante o trajeto.

4. (PESO 2,0) A figura a seguir mostra a porcentagem de água no corpo ao longo da vida. De acordo com o que você estudou sobre a importância da água para vida assinale a alternativa correta:



- O feto possui maior quantidade de água porque o seu metabolismo é mais lento.
- A porcentagem de água no corpo aumenta à medida que a idade diminui.
- O idoso possui menor quantidade de água porque seu metabolismo é mais acelerado.
- Um bebê ao nascer possui maior quantidade de água do que um adulto porque o seu metabolismo é mais acelerado.
- A quantidade de água no corpo ao nascer é mantida durante toda a vida.

5. (PESO 2,0) Na tabela, a seguir, está listada a quantidade de água encontrada em diferentes órgãos humanos vivos, proporcionalmente à massa total de cada uma dessas estruturas:

| Quantidade de água (%) | Órgãos |
|------------------------|----------|
| 10 | Dentes |
| 50 | Ossos |
| 60 | Rins |
| 80 | Músculos |
| 85 | Encéfalo |

Considere que exista uma relação direta entre a quantidade de água presente nos tecidos humanos vivos e a taxa metabólica de suas células. Dessa forma, levando em consideração apenas os órgãos listados na tabela, é esperado que seja observado um maior consumo de oxigênio nos tecidos presentes:

- nos rins.
- nos ossos.
- nos dentes.
- nos músculos.
- no encéfalo.

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO AO 2ª DESAFIO

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

ORIENTAÇÕES:

1º) Você deve ordenar os conceitos, colocando o(s) mais geral (is), mais inclusivo(s), no topo ou no centro do mapa e, depois, pode ir colocando os demais conceitos até completar o mapa. Os conceitos-chave são as ideias principais, por isso, você pode colocá-los dentro de “caixinhas” (retângulos ou o formato que preferir).

2º) Conecte os conceitos com linhas e insira nessas linhas uma ou mais palavras de ligação que mostrem a relação entre os conceitos.

Conceitos-chave que precisam aparecer no mapa: Molécula da água; Polaridade; Hidrofóbica; Hidrofílica; Metabolismo; Desidratação; Hidrólise; Solvente Universal.

3º NÍVEL



➔ SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS: Macromoléculas

Considerando-se a complexidade da vida na Terra, é surpreendente que as grandes biomoléculas de importância crucial para todas as coisas vivas – desde bactérias até elefantes – podem ser agrupadas em apenas quatro classes principais: **carboidratos, proteínas, ácidos nucleicos e lipídios**. Com exceção dos lipídios, as demais biomoléculas são sintetizadas a partir da união de moléculas menores, como a união dos vagões de um trem em que cada vagão é chamado de monômero e o trem é chamado de polímero. Esse processo é o que mais consome a energia das células.



Os carboidratos são a principal fonte de energia para as células e atuam como elementos estruturais. As proteínas são constituídas por polímeros de aminoácidos, sendo o principal componente em massa das células, suas funções estão relacionadas com a atividade enzimática e com o transporte de moléculas no compartimento intracelular e plasmático. Os ácidos nucleicos são representados pelo ácido desoxirribonucleico (DNA) e pelo ácido ribonucleico (RNA) os quais são formados por unidades menores chamadas de nucleotídeos. A principal função desses ácidos é a produção de proteínas. Já os lipídios são longas cadeias hidrocarbonadas que também atuam como fonte de energia e, além disso, compõem a estrutura da membrana celular, são mediadores químicos, hormônios e isolantes térmicos.

Estudaremos três destas classes: **os carboidratos, as proteínas e os lipídios**. Pois, são essas biomoléculas que se relacionam com a alimentação dos nossos pacientes e as quais analisaremos nos exames laboratoriais.

➔ CARBOIDRATOS, GLICÍDIOS ou AÇÚCARES

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na natureza e a principal fonte de energia para as células. Essas biomoléculas são compostas por átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) com proporção de um átomo de carbono para uma molécula de água, por isso, são também chamadas de hidratos de carbono. A energia fornecida pelos carboidratos pode ser primária se as moléculas de glicose, um tipo de carboidrato, estiverem disponíveis para ser utilizadas pela célula ou a energia pode ser armazenada na forma de reserva (glicogênio nos animais e amido nas plantas). Além da função energética, os carboidratos exercem função estrutural, isto é, formam estruturas que dão suporte aos organismos, como a celulose nas plantas e a quitina nos animais e fazem parte dos ácidos nucleicos (moléculas de DNA e RNA).

Os carboidratos podem ser moléculas pequenas ou, assim como as proteínas, podem formar polímeros e originar macromoléculas. Devido a isso, são classificados de acordo com o tamanho das moléculas em: monossacarídeos (açúcares simples), dissacarídeos (açúcares duplos), oligossacarídeos (poucos açúcares) ou polissacarídeos (macromoléculas). Veremos cada uma dessas classes a seguir:

Monossacarídeos ou açúcares simples

São compostos sólidos, sem cor, cristalinos, solúveis em água, insolúveis em solventes apolares e, em geral, têm sabor doce. São carboidratos simples (pequenos) formados por “uma única peça” que chamamos de monômero. Todos os monossacarídeos apresentam a terminação “oses” e possuem a fórmula geral $C_nH_{2n}O_n$, em que n refere-se ao número de carbonos que varia entre 3 e 7. Confira a nomenclatura, fórmula geral e alguns exemplos no quadro a seguir.

Quadro 6. Nomenclatura dos monossacarídeos.

| NÚMERO DE CARBONOS | NOME | FÓRMULA GERAL | EXEMPLO |
|--------------------|---------|---------------|-----------------------------|
| 3 | triose | $C_3H_6O_3$ | Gliceraldeído |
| 4 | tetrose | | Eritrose |
| 5 | Pentose | | Ribose |
| 6 | Hexose | | Glicose; Frutose; Galactose |

Fonte: Autores (2022).

Dentre os monossacarídeos mostrados no quadro, as pentoses e hexoses são as mais comuns e importantes para as células. As pentoses D-ribose e desoxi-D-ribose fazem parte dos ácidos nucleicos (constituintes da molécula de DNA) e, dentre as hexoses, destacam-se a glicose e a frutose encontradas no mel e nas frutas, respectivamente. Salienta-se que os monossacarídeos, em particular a glicose, são os principais nutrientes para as células. No processo conhecido como respiração celular, que ocorre nas mitocôndrias, as células extraem energia em uma série de reações que se iniciam com moléculas de glicose.

Oligossacarídeos

São carboidratos formados pela união de dois a dez monossacarídeos através de ligações glicosídicas, que são ligações covalentes entre dois monossacarídeos por reação de desidratação. Os mais conhecidos são os dissacarídeos, carboidratos formados pela união de dois monossacarídeos. A maltose, por exemplo, é um dissacarídeo formado pela união de duas moléculas de glicose. A lactose (açúcar do leite) é formada pela ligação entre uma molécula de glicose e uma molécula de galactose e a sacarose (açúcar de mesa) forma-se a partir da ligação entre uma molécula de glicose com uma molécula de frutose.

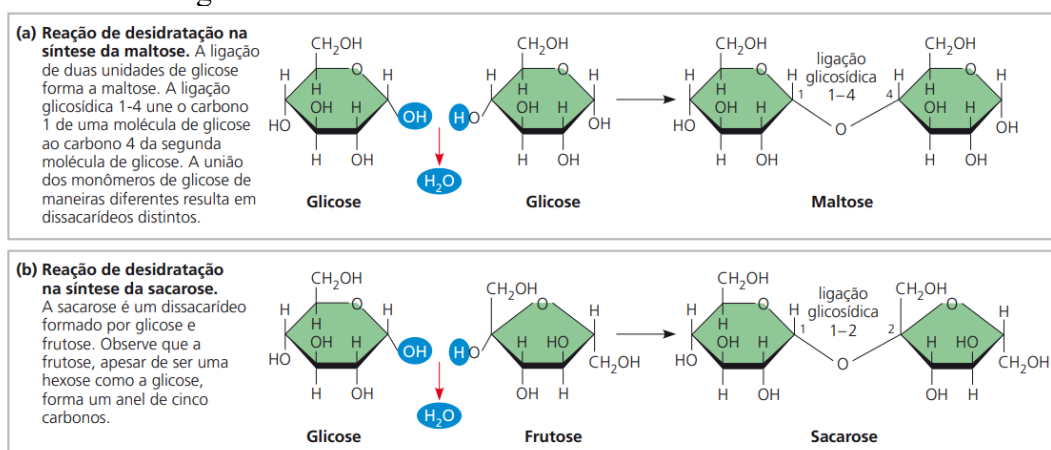
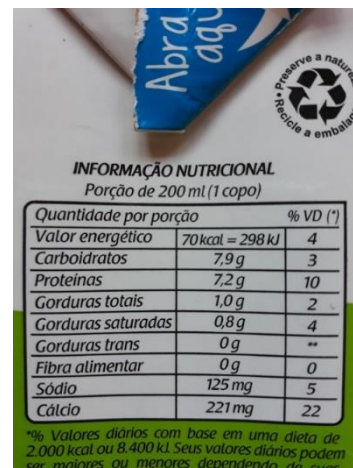


Figura 16. Exemplos de síntese de dissacarídeos. Retirado de Reece et. al (2015).

Polissacarídeos- as macromoléculas

São macromoléculas, polímeros com centenas a milhares de monossacarídeos unidos por meio de ligações glicosídicas. São caracterizadas pela insolubilidade em água e ausência de sabor. Alguns polissacarídeos servem como material de armazenamento de energia, hidrolisados conforme a necessidade de fornecer açúcar às células. Outros polissacarídeos servem de suporte para estruturas que protegem a célula ou até mesmo todo o organismo.

Você já deve ter observado que as embalagens dos alimentos e das bebidas trazem, além das datas de fabricação, vencimento e lote de fabricação, uma tabela com porcentagens de nutrientes e valor nutricional. Isso é fruto de uma determinação legal, a Resolução RDC n.40 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovada em 21 de março de 2001. O principal objetivo dessa resolução é dar ao consumidor o poder de escolha, a partir da comparação de informações sobre a composição e o valor calórico dos alimentos. Para isso, essas informações devem ser claras e objetivas. Vamos analisar juntos o rótulo de leite desnatado mostrado na Figura ao lado.



Abra aqui

Preserve a natureza. Recicle a embalagem.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL
Porção de 200 ml (1 copo)

| Quantidade por porção | | % VD (*) |
|-----------------------|------------------|----------|
| Valor energético | 70 kcal = 298 kJ | 4 |
| Carboidratos | 7,9 g | 3 |
| Proteínas | 7,2 g | 10 |
| Gorduras totais | 1,0 g | 2 |
| Gorduras saturadas | 0,8 g | 4 |
| Gorduras trans | 0 g | ** |
| Fibra alimentar | 0 g | 0 |
| Sódio | 125 mg | 5 |
| Cálcio | 221 mg | 22 |

*% Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades.

Figura 17. Tabela nutricional de uma embalagem de leite desnatado.

Esse rótulo nos informa que uma porção de 200 mL ou 1 copo de leite contém 70 kcal, o que é igual a 298 kJ e equivale a 4% dos valores diários com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8.400 kJ. Mas o que significa tudo isso? Vamos por partes, primeiro o rótulo nos diz que todos os valores dados são referentes a um copo de leite de 200 mL. Mais ainda, o rótulo diz que essa quantidade possui 70 kcal ou 298 kJ.

E o que são esses símbolos?

kcal é a abreviação de quilocaloria.

Ah, tá!

kJ é a abreviação de quilo Joule.

E?

Vamos ver isso daqui a pouco, mas antes vamos terminar de analisar o rótulo, ok?

O rótulo traz ainda as porcentagens de carboidrato, proteína, três tipos de gorduras (totais, saturadas e trans), sódio e cálcio presentes em cada copo de leite.

Por que esses nutrientes?

Vamos analisar outro rótulo, agora de uma pipoca de microondas (Figura 14). Esse rótulo nos diz que 25g ou uma xícara de pipoca tem valor energético igual a 101 kcal que é igual a 424 kJ, equivalendo a 5% dos valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ.

Ops, mais do que um copo de leite? Isso mesmo.

No rótulo da pipoca estão as mesmas informações e símbolos que o rótulo do leite, com duas exceções: o rótulo do leite mostra a quantidade de cálcio, ao passo que o da pipoca mostra a quantidade de fibras alimentares. Por que praticamente os mesmos nutrientes estão presentes nos dois rótulos? Porque as quantidades de carboidratos, proteínas e gorduras são usadas para determinar o **valor energético dos alimentos**. No quadro são mostradas as quantidades de energia liberadas na digestão de um grama de cada nutriente.

Pela tabela é fácil perceber por que alimentos gordurosos engordam, já que possuem teor energético muito maior que os outros nutrientes. Com esses dados os consumidores podem escolher entre alimentos similares mais ou menos energéticos, dependendo de suas intenções e condições de saúde. Vamos ver agora o que são calorias, quilocalorias e quilo Joule.



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL
Porção de 25 g (1 xícara)

| Quantidade por porção | % VD* | Quantidade por porção | % VD* | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|-------|-----|
| Valor energético | 101 kcal = 424 kJ | 5% | Gorduras saturadas | 2,1 g | 10% |
| Carboidratos | 13 g | 4% | Gorduras trans | 0 g | ** |
| Proteínas | 2,0 g | 3% | Fibra alimentar | 2,0 g | 8% |
| Gorduras totais | 4,6 g | 8% | Sódio | 0 mg | 0% |

*Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. **VD não estabelecido.

Figura 18. Tabela nutricional de uma embalagem de pipoca.

| Nutriente | Valor energético/grama (kcal) |
|-------------|-------------------------------|
| Gorduras | 9,0 |
| Carboidrato | 4,0 |
| Proteína | 4,0 |

Caloria (cal) e quilocaloria (kcal)

No meio científico, caloria é uma unidade de medida da energia. Sua definição é:

Uma caloria é a quantidade de energia que deve ser transferida para um grama (1,0 g) de água líquida para elevar sua temperatura em um grau Celsius.

A quilocaloria é uma unidade múltipla da caloria, sendo $1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ cal}$. Quando queimamos um combustível como, por exemplo, o carvão, a gasolina ou o gás de cozinha ocorre liberação de energia, além de gás carbônico e vapor de água. Essa energia, chamada energia térmica, é normalmente expressa em calorias (cal) ou em seu múltiplo quilocalorias (kcal). Da mesma forma, a quebra dos alimentos durante a digestão, e dos nutrientes pelas células, libera energia térmica que pode ser expressa em calorias ou quilocalorias. Perceba que a tabela da introdução que compara o valor energético dos nutrientes está expressa em kcal.

Agora a pergunta é: por que os rótulos trazem também os valores energéticos em quilo Joule ou kJ?

O joule é a medida usada internacionalmente na comunidade científica para expressar energia, qualquer tipo de energia – térmica, potencial, cinética, mecânica e elétrica.

O valor calórico dos alimentos também pode ser expresso em joules (J), basta fazer a conversão considerando que $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$.

Quase todos os países que usam o Sistema Internacional de Unidades e Medidas expressam os valores energéticos dos alimentos e bebidas em joules (J) ou em seu múltiplo quilo joule (kJ), onde $1 \text{ kJ} = 1.000 \text{ J}$.

O Brasil adota as unidades do Sistema Internacional e, dessa forma, começou também a expressar o valor energético dos alimentos em joules. Nos rótulos brasileiros encontramos ambas as unidades porque a Resolução RDC n. 40 da ANVISA recomenda que os valores calóricos dos alimentos sejam em kJ ou kcal.

Mas como saber a quantidade de energia obtida em uma refeição por exemplo?

7 Caneta e papel na mão! Vamos assistir o vídeo “Aprenda Como Calcular As Calorias Dos Alimentos e Das Refeições | Carboidratos Proteínas e Lipídios” (link: <https://www.youtube.com/watch?v=PnDD-cvgYaY&t=202s>)

Chegamos ao final da 3ª etapa do nosso processo seletivo para seguir para o 4ª nível você precisa cumprir duas missões e desafiar-se

4ª MISSÃO ➔ Resolver a lista de exercícios

5ª MISSÃO ➔ Contando calorias...

3º DESAFIO ➔ COMPARTILHANDO CONHECIMENTO



CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO A 4ª MISSÃO

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

1. (PESO 1,0) As fibras musculares estriadas armazenam um carboidrato a partir do qual se obtém energia para a contração. Essa substância de reserva se encontra na forma de:
 - a) Amido;
 - b) Glicose;
 - c) Maltose;
 - d) Sacarose;
 - e) Glicogênio.

2. (PESO 1,0) Marque a alternativa que contém apenas monossacarídeos.
 - a) Maltose e glicose.
 - b) Sacarose e frutose.
 - c) Glicose e galactose.
 - d) Lactose e glicose.
 - e) Frutose e lactose.

3. (PESO 1,0) Os carboidratos são as principais fontes de energia diária para seres humanos e são classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, de acordo com o tamanho da molécula. Polissacarídeos são polímeros de glicose constituídos fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio que desempenham diversas funções essenciais ao bom funcionamento do organismo. Os polissacarídeos mais conhecidos são o glicogênio, a celulose, o amido e a quitina. As funções atribuídas a essas moléculas são, respectivamente
 - a) Estrutural, reserva, estrutural, reserva.
 - b) Reserva, reserva, estrutural, estrutural.
 - c) Reserva, estrutural, reserva, estrutural.
 - d) Estrutural, estrutural, reserva, reserva.
 - e) Reserva, estrutural, estrutural, reserva.

4. (PESO 1,0) Durante a caminhada dos escoteiros, o gasto energético foi grande. Estavam avisados de que o passeio seria cansativo, por isso muitos levaram barrinhas de cereais, mas alguns não tinham levado nada e precisaram utilizar suas próprias reservas de energia. Essa reserva estava armazenada em seu organismo em forma de:
 - a) Glicoproteína
 - b) Vitamina
 - c) Água
 - d) Proteína
 - e) Glicogênio

5. (PESO 1,0) A celulose é um carboidrato, um polissacarídeo de origem vegetal e com função estrutural. É um componente presente em todos os alimentos de origem vegetal. Os seres humanos não são capazes de digerir as fibras de celulose, porém elas são importantíssimas, pois:
 - a) Fornecem energia para o corpo.
 - b) Formam estruturas esqueléticas importantes.
 - c) São fontes de vitaminas.
 - d) Facilitam a formação e a eliminação das fezes.
 - e) São importantes para o crescimento.

6. (PESO 1,0) Nas Olimpíadas de Pequim, atletas brasileiros competiram e trouxeram medalhas para o nosso país. Para realizar atividades físicas dessa natureza, os atletas gastam muita energia. Assim, antes das competições, os atletas devem consumir preferencialmente alimentos ricos em
 - a) Sais minerais.
 - b) Proteínas.
 - c) Carboidratos.
 - d) Vitaminas.

7. (PESO 3,0) Construa um pequeno texto (um parágrafo) que descreva o que você aprendeu/entendeu sobre carboidratos

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO A 4ª MISSÃO- O que é *Diabetes mellitus*?

NOME: _____ TURMA: _____ DATA: _____ PONTUAÇÃO: _____

ORIENTAÇÕES:**Realizar uma pesquisa sobre a doença *Diabete mellitus* e responder as questões abaixo:**

1. O que é Diabetes?

2. Quais tipos de diabetes existem? Qual é a diferença entre os tipos?

3. Qual é a relação entre insulina e glicose?

4. Por que se deve controlar o nível de glicose no sangue?

5. Por que aplicar insulina?

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO AO 3ª DESAFIO

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

ORIENTAÇÕES:

- 1.** Responder individualmente as questões relacionadas ao que estudamos sobre carboidratos, sua relação com as calorias e a *Diabete melittus*.
- 2.** Reunir-se com sua equipe (conforme a cor descrita na grade de respostas) e responder as mesmas questões de forma coletiva.
- 3.** Após as discussões e a escolha das respostas que considerarem correta fazer a conferência com o gabarito.
- 4.** Se a resposta estiver na primeira rasura do gabarito, os integrantes da equipe alcançam a pontuação máxima da questão, caso não seja a resposta correta pode-se rasurar outra alternativa, porém, a cada erro perde-se um ponto da pontuação total da questão.
- 5.** Caso a equipe não concorde com a resposta considerada correta, após a conferência, a equipe pode fazer uma apelação, descrevendo os motivos que os levam a considerar a resposta errada.

NOME: _____

COR DA EQUIPE: AZUL

ORIENTAÇÕES:

Você está recebendo um questionário individual em que cada questão vale 5,0 pontos e possui cinco alternativas. A distribuição dos pontos deve ser feita de acordo com a sua decisão e assim você pode optar por colocar os 5,0 pontos em uma só alternativa, ou se inseguro, quanto a resposta correta, pode dividir os pontos entre as opções da forma que preferir (Ex:2,5+2,5; 2+3; 2+2+1; 1+1+1+1+1), desde que a soma totalize cinco.

| Nº QUESTÃO/ ALTERNATIVA | A | B | C | D | E | Pontos Individual | Pontos Equipe |
|----------------------------|---|---|---|---|---|----------------------|------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| Total de Pontos | | | | | | | |

QUESTÕES:

1. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), considerando a prevalência de doenças nutricionais na população brasileira, aprovou em 2001 o Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. A partir disso, todos os alimentos e bebidas produzidos, comercializados e embalados na ausência do cliente e prontos para oferta ao consumidor devem conter o rótulo de informações nutricionais, destacando os nutrientes presentes no alimento, o valor calórico e outras informações complementares. A imagem abaixo mostra as informações nutricionais contidas no rótulo de um alimento.

| INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS | | |
|-------------------------------------|------------------|---------|
| PORÇÃO DE 100g (em média 5 pedaços) | | |
| Quantidade por porção | | %VD (*) |
| Valor Energético | 92 kcal = 386 kJ | 5% |
| Carboidratos | 10,4 g | 3% |
| Proteínas | 1,3 g | 2% |
| Gorduras Totais | 5,0 g | 9% |
| Gorduras Saturadas | 0,87 g | 4% |
| Gorduras <i>Trans</i> | 0,13 g | - |
| Fibra Alimentar | 2,46 g | 10% |
| Sódio | 446 mg | 19% |

(*) Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.
 (**) Valores diários de referência não estabelecidos.

Figura 1 Rótulo de alimento com informações nutricionais. Retirado de: https://pt.wikipedia.org/wiki/Informa%C3%A7%C3%A3o_nutricional#/media/Ficheiro:R%C3%B3tulo.jpg

São classificados como nutrientes:

- Carboidratos, Proteínas, Gorduras totais, Sódio e Fibra Alimentar.
- Valor energético, Carboidratos, Proteínas, Gorduras saturadas e Sódio.
- Carboidratos, Proteínas, Gorduras totais, Gorduras saturadas e Gorduras Trans.
- Valor energético, Carboidratos, Proteínas e Fibra Alimentar.
- Valor energético, Carboidratos, Gorduras totais, Gorduras saturadas e Gorduras Trans.

2. Ao analisar o rótulo da questão anterior, se uma pessoa consumisse duas porções desse alimento (200g) a energia adquirida seria de 184 kcal que equivale a 772kJ. Sabendo que cada 1 grama de carboidrato tem o valor energético de 4 kcal, qual seria a quantidade de energia liberada apenas pelos carboidratos?

- 41,6 kcal
- 68,5 kcal
- 72,6 kcal
- 83,2 kcal
- 20,8 kcal

3. Uma alimentação adequada é aquela que inclui todos os nutrientes necessários para o funcionamento do nosso corpo. Entre os nutrientes que nos **fornecem energia**, podemos citar:

- Sais minerais
- Carboidratos
- Água
- Vitaminas
- Fibras alimentares

4. Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na Terra e podem ser classificadas de acordo com o seu tamanho, existindo três classes principais: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos (a palavra “sacarídeo” é derivada do grego *sakcharon*, que significa “açúcar”). Os monossacarídeos são moléculas pequenas (simples) que podem conter até sete carbonos, os oligossacarídeos são formados pela união de alguns monossacarídeos enquanto os

polissacarídeos são macromoléculas (moléculas muito grandes) que contêm mais de 20 unidades de monossacarídeo, alguns têm centenas ou milhares de unidades. Um exemplo de polissacarídeo é a celulose, que no trato digestório humano atua como uma importante fibra alimentar insolúvel que facilita a formação e eliminação das fezes. A glicose, um importante carboidrato é classificado como:

- Oligossacarídeo
- Monossacarídeo
- Dissacarídeo
- Polissacarídeo
- Tetrassacarídeo

5. O quadro apresenta as características de três importantes biomoléculas: carboidratos, proteínas e lipídios:

| BIOMOLÉCULA | CARACTERÍSTICAS |
|-------------|--|
| Carboidrato | <ul style="list-style-type: none"> • São solúveis em água • Principais funções: energética, estrutural. • Cada 1g fornece 4kcal |
| Proteína | <ul style="list-style-type: none"> • São solúveis em água • Principais funções: estrutural, enzimática, defesa, transporte. • Cada 1g fornece 4kcal |
| Lipídio | <ul style="list-style-type: none"> • São insolúveis em água • Principais funções: reserva energética, estrutural, hormonal, isolante térmico. • Cada 1g fornece 9kcal |

Ao analisar as características das biomoléculas, percebe-se que os lipídios (gorduras) apresentam maior quantidade de energia. Mas porque as células utilizam os carboidratos como principal (fonte primária) fonte de energia e não os lipídios?

- Porque eles formam estruturas esqueléticas importantes.
- Devido a característica hidrofóbica dos lipídios.
- Pelo fato de os carboidratos serem insolúveis.
- Devido a solubilidade dos lipídios em meio aquoso.
- Porque estão diretamente ligados à produção de carboidratos.

6. O Diabetes Mellitus é uma doença crônica não transmissível que se dá devido a:

- Elevação da glicose no sangue.
- Redução da glicose no sangue.
- Redução do sódio no sangue.
- Redução de lipídios no sangue.
- Elevação do sódio no sangue.

7. A insulina é um hormônio proteico extremamente importante que atua, principalmente,

- estimulando a liberação de glicose pelo fígado.
- estimulando a absorção de glicose pela célula.
- reduzindo os níveis de colesterol no corpo.
- aumentando os batimentos cardíacos e os movimentos respiratórios.
- estimulando a contração uterina no momento do parto.

8. Assinale a alternativa que completa a frase a seguir de forma correta: “O Diabete Mellitus é uma doença que acontece quando o organismo produz pouca ou nenhuma _____”

(hormônio responsável pela redução da taxa de glicose no sangue), e com isso o corpo inteiro adocece”.

- a) A palavra que completa de forma correta a frase acima é: Obesidade.
- b) A palavra que completa de forma correta a frase acima é: Progesterona.
- c) A palavra que completa de forma correta a frase acima é: Doença.
- d) A palavra que completa de forma correta a frase acima é: Insulina.
- e) A palavra que completa de forma correta a frase acima é: Açúcar.

9. Uma dieta baseada em carboidratos é desaconselhada para indivíduos portadores de diabetes mellitus. Isso ocorre em virtude de o organismo desses indivíduos apresentar:

- a) dificuldade para filtrar o sangue, deixando grande quantidade de impurezas que contamina a glicose.
- b) facilidade em absorver a glicose do sangue, levando ao ganho excessivo de peso e provável obesidade.
- c) facilidade em produzir insulina, o que pode levar a uma intoxicação por falta de açúcar.
- d) dificuldade para remover a glicose do sangue e enviá-la para dentro das células.
- e) dificuldade para transportar o gás oxigênio pelo sangue, levando à asfixia dos tecidos e à morte das hemácias.

10. Existem dois tipos principais de diabetes melito. Cada um é marcado pelos níveis altos de glicose no sangue, mas com causas muito diferentes. O diabetes tipo 1, ou diabetes dependente de insulina, é:

- a) caracterizado pela incapacidade de as células responderem normalmente à insulina. A insulina é produzida, mas as células-alvo não conseguem absorver a glicose do sangue, e os níveis desse açúcar permanecem elevados. Em geral, essa forma de diabetes aparece após os 40 anos de idade, mas crianças podem desenvolver a doença, se tiverem peso excessivo e forem sedentárias.
- b) resultante principalmente da sensibilidade reduzida das células-alvo à insulina; obesidade e sedentarismo são fatores de risco.
- c) um distúrbio autoimune em que o sistema imune destrói as células do pâncreas que secretam a insulina. Geralmente aparece na infância e elimina a capacidade da pessoa de produzir insulina. O tratamento consiste em injeções de insulina, aplicadas várias vezes ao dia.
- d) caracterizado por baixas taxas de açúcar no sangue (hipoglicemia) de forma permanente. O tratamento recomendado é a ingestão de maior quantidade de glicose (açúcar).
- e) decorrente do excesso de insulina e da incapacidade de a insulina exercer adequadamente seus efeitos.

Anexos para professores:


1. Gabarito

| GABARITO | | | | | |
|---|---|---|---|--|------------------------|
|  | | | |  | |
| RESPOSTA CORRETA | | | | | RESPOSTA ERRADA |
| | A | B | C | D | E |
| Questão 1 | X | X |  | X | X |
| Questão 2 | X | X | X |  | X |
| Questão 3 | X |  | X | X | X |
| Questão 4 | X |  | X | X | X |
| Questão 5 | X |  | X | X | X |
| Questão 6 |  | X | X | X | X |
| Questão 7 | X |  | X | X | X |
| Questão 8 | X | X | X |  | X |
| Questão 9 | X | X | X |  | X |
| Questão 10 | X | X |  | X | X |

Fonte: autores (2023)

COLOCAR FOTO DA RASPADINHA

2. Ficha para apelação




CENTRO NUTRICIONAL BEM VIVER
PROCESSO SELETIVO
Avaliação Nutricional e Exames Laboratoriais

Time: _____ **Data da entrega:** _____

Descreva o número da questão e os argumentos para que a questão seja reconsiderada.

Fonte: autores (2023)

3. Estudo de caso



CENTRO NUTRICIONAL BEM VIVER
PROCESSO SELETIVO
Avaliação Nutricional e Exames Laboratoriais

PROBLEMA

Joana, mãe de Sara, uma menina de 10 anos, levou sua filha ao Centro Nutricional Bem Viver para atendimento. Ao ser atendida Joana relatou que a filha há alguns meses passou por algumas dificuldades na escola. Por ter emagrecido muito e comer bastante os colegas começaram a zombar dela e, além disso, a professora percebeu que Sara pedia para ir ao banheiro fazer xixi muitas vezes durante a aula. Em conversa com a professora, a mãe lembrou também que a filha estava sempre muito cansada e fraca. Joana então levou a filha a Estratégia de Saúde da Família (posto de saúde) do bairro onde mora. O médico que a atendeu solicitou um exame de sangue e o resultado deste exame indicou alto nível de glicose no sangue.

A partir do resultado do exame e dos sintomas relatados pela mãe qual terá sido o diagnóstico de Sara? Justifique
 Qual terá sido o tratamento indicado? Justifique
 Com relação a parte nutricional como deverá ser sua dieta?

Fonte: autores (2023)

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

A seguir é descrita uma lista de alimentos e as informações energéticas desses alimentos, ou seja a quantidade de Quilocalorias da porção de 100 gramas cada um. A partir dessas informações você deve analisar cada caso e elaborar uma dieta que atenda as necessidades calóricas apontadas.

Quadro 7. Energia da porção de 100 gramas dos alimentos.

| ALIMENTO | ENERGIA Kcal | ALIMENTO | ENERGIA Kcal | ALIMENTO | ENERGIA Kcal |
|--|-----------------|--|-----------------|---|-----------------|
| Arroz, tipo 1, cozido | 128 | Batata, frita, tipo chips, industrializada | 543 | Carne, bovina, almôndegas, fritas | 275 |
| Arroz, integral, cozido | 124 | Batata, inglesa, frita | 267 | Carne, bovina, contra-filé, sem gordura, grelhado | 194 |
| Biscoito, doce, maisena | 443 | Brócolis, cozido | 103 | Carne, bovina, fígado, grelhado | 225 |
| Biscoito, doce, recheado com chocolate | 472 | Cenoura, cozida | 30 | Frango, inteiro, sem pele, cozido | 170 |
| Biscoito, salgado, cream cracker | 432 | Tomate | 15 | Frango, peito, sem pele, grelhado | 159 |
| Macarrão, instantâneo | 436 | Abacaxi | 48 | Queijo, mozzarella | 330 |
| Pão, trigo, forma, integral | 253 | Banana, prata | 98 | Iogurte, sabor morango | 70 |
| Pão francês (cacetinho) | 300 | Laranja | 36 | Feijoada | 146 |
| Pastel, de carne, frito | 388 | Maçã, Fuji | 56 | Estrogonofe de carne | 173 |
| Batata, doce, cozida | 77 | Sardinha, conserva em óleo | 285 | Ovo, de galinha, inteiro, cozido/10 minutos | 117 |
| Macarrão, molho bolonhesa | 120 | Salada, de legumes, com maionese | 96 | Lentilha, cozida | 93 |

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) 4ª edição revisada e ampliada.

Caso 1

João, um homem de 36 anos que pesa 82 quilos, gasta em torno de 1813 calorias por dia para manter seu metabolismo basal, ou seja manter as funções do seu organismo em repouso, como os batimentos cardíacos, a pressão arterial, a respiração e a manutenção da temperatura corporal. Sabendo que João é praticante de crossfit cujo gasto calórico de cada treino é de aproximadamente 1500 calorias e que João não deseja perder peso, monte uma dieta que supra sua necessidade calórica diária e que atenda seu desejo de não emagrecer.

| Refeição | Alimento | Quantidade (gramas) | Energia | Total de calorias |
|---------------|----------|---------------------|---------|-------------------|
| Café da manhã | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Almoço | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|--------------------------|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| Lanche da tarde | | | | |
| | | | | |
| Jantar | | | | |
| | | | | |
| TOTAL DIÁRIO DE CALORIAS | | | | |

Caso 2

Maria, uma mulher de 28 anos que pesa 95 quilos, gasta cerca de 1895 calorias por dia para manter seu metabolismo basal, ou seja manter as funções do seu organismo em repouso, como os batimentos cardíacos, a pressão arterial, a respiração e a manutenção da temperatura corporal. Maria, por estética e problemas de saúde deseja emagrecer, para alcançar esse objetivo ela faz uma hora de corrida por dia e gasta em torno de 500 calorias. Elabore uma dieta que, aliada a prática da corrida, ajude Maria a reduzir seu peso.

| Refeição | Alimento | Quantidade (gramas) | Energia | Total de calorias |
|--------------------------|----------|---------------------|---------|-------------------|
| Café da manhã | | | | |
| | | | | |
| Almoço | | | | |
| | | | | |
| Lanche da tarde | | | | |
| | | | | |
| Jantar | | | | |
| | | | | |
| TOTAL DIÁRIO DE CALORIAS | | | | |

LIPÍDIOS

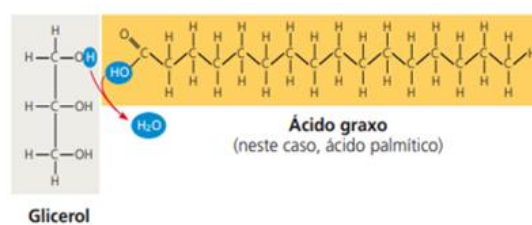
São biomoléculas orgânicas **apolares** formadas por extensas regiões hidrocarbonadas (carbonos ligados a hidrogênios), característica que faz com que os lipídios sejam insolúveis em água (caráter hidrofóbico), dissolvendo-se apenas em solventes orgânicos. São moléculas grandes, mas não formam polímeros, por isso, não são consideradas macromoléculas.

Os lipídios são altamente energéticos, por isso, constituem a fonte secundária de energia. Essa energia é armazenada na forma de gordura que nos seres humanos localiza-se no tecido adiposo- camada de células adiposas que fica abaixo da pele e realiza o isolamento térmico do nosso corpo. Além disso, um grupo de lipídios- os fosfolipídios- são essenciais para a formação das membranas celulares. Outro grupo de lipídios de importância biológica são os esteroides, grupo do qual o colesterol faz parte e é essencial para a síntese de hormônios que atuam como mensageiros químicos. Estudaremos a seguir três grupos de lipídios de maior importância biológica: GLICERÍDIOS (gorduras e óleos); ESTEROIDES e FOSFOLÍPIDIOS.

GLICERÍDIOS

São compostos formados pela associação de duas moléculas menores: glicerol e ácido graxo (ácido carboxílico). O glicerol é um álcool, cada um dos seus três átomos de carbono está ligado a um grupo hidroxila. Já o ácido graxo possui uma longa cadeia hidrocarbonada, na qual o carbono de uma de suas extremidades faz parte do grupo carboxila, característica dos ácidos carboxílicos.

Os glicerídeos são sintetizados quando três moléculas de ácido graxo se ligam a uma molécula de glicerol por meio de reações de desidratação, o glicerídeo formado é chamado de triglicerídeo. Os triglicerídeos podem se apresentar como óleos, quando em estado líquido em temperatura ambiente, ou como gorduras, quando sólidos em temperatura ambiente. Em geral, os óleos tem origem vegetal (azeite de oliva, óleo de soja) e as gorduras tem origem animal (manteiga, banha).



(a) Uma das três reações de desidratação na síntese de gordura.

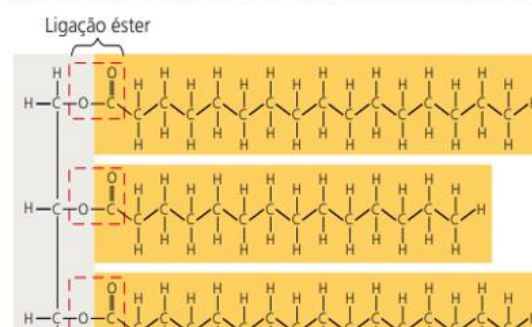


Figura 19. (a) Reação de desidratação para a formação de gordura e (b) Molécula triglicerol. Retirado de: Reece et. al (2015).

Mas porque os triglicerídeos podem apresentar estados físicos (líquido ou sólido) diferentes?

A diferença de estado físico dos triglicerídeos está relacionada a estrutura das cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos. Se não houver ligações duplas entre os átomos de carbono da cadeia, então o maior número possível de hidrogênios liga-se ao esqueleto carbônico, que será “mais retilíneo”. Essa estrutura é descrita como saturada por átomos de hidrogênio e, o ácido graxo resultante é chamado de ácido graxo saturado que origina a gordura saturada. Essa gordura é sólida devido a compactação das cadeias hidrocarbonadas. No caso dos óleos, a cadeia hidrocarbonada pode ter uma ou mais ligações duplas, com um átomo de hidrogênio a menos ligado a cada átomo de carbono da ligação dupla. Essa estrutura é descrita como

insaturada. As ligações duplas do tipo CIS induzem a curvatura da cadeia hidrocarbonada e isso impede a compactação das moléculas tornando-as mais fluidas.

Porque é importante saber diferenciar gorduras saturadas e gorduras insaturadas?

Estudos apontam que uma dieta rica em gordura saturada (sólida) é um dos vários fatores que contribuem para o desenvolvimento da doença cardiovascular conhecida como aterosclerose. Nessa doença depósitos chamados de placas (ou ateromas) desenvolvem-se nas

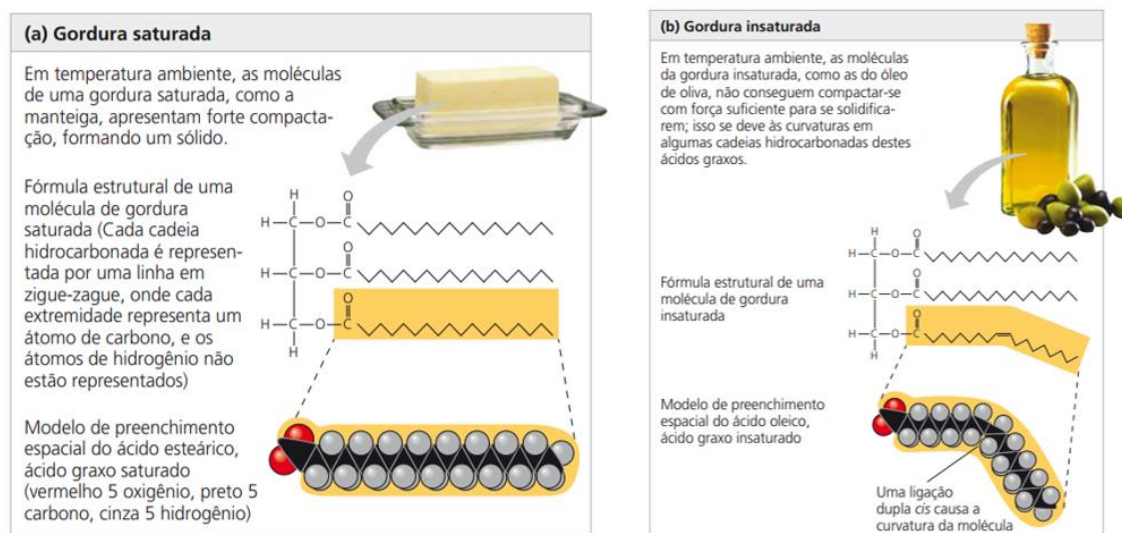


Figura 20. (a) Reação de desidratação para a formação de gordura e (b) Molécula triglicérido. Retirado de: Reece et. al (2015).

paredes dos vasos sanguíneos impedindo o fluxo sanguíneo e reduzindo a resistência dos vasos.

Já sabemos que gorduras saturadas (sólidas) são, em sua maioria, de origem animal, enquanto as gorduras insaturadas (líquidas) tem origem vegetal. Você já visualizou a expressão “ÓLEO VEGETAL HIDROGENADO” nos rótulos dos alimentos? Trata-se da conversão sintética de gorduras insaturadas em gorduras saturadas pela adição de hidrogênios, processo chamado de hidrogenação. Entretanto, esse processo não produz só gorduras saturadas, mas também gorduras insaturadas com ligações duplas do tipo TRANS. Essas gorduras TRANS podem contribuir mais que as gorduras saturadas para o desenvolvimento da aterosclerose.

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

A partir das discussões, responda:

1. Porque os lipídios não são considerados macromoléculas?

2. Quais são os grupos funcionais presentes nos glicerídios? Como ocorre a formação da molécula de triglicérido?

3. Do ponto de vista químico, o que diferencia as gorduras saturadas das gorduras insaturadas?

4. A margarina que consumimos em nossas residências são produzidas a partir do processo de hidrogenação de óleos vegetais. O consumo em excesso desse produto é saudável?

5. Se os lipídios são moléculas hidrofóbicas, e considerando que a parte líquida do sangue é constituída por água, como essas moléculas são transportadas por todo organismo através da corrente sanguínea?

ESTEROIDES

São lipídios que se caracterizam por um esqueleto carbônico composto de quatro anéis fusionados e, diferenciam-se quanto aos grupos químicos ligados a este conjunto de anéis. O colesterol, um tipo de esteroide, é uma molécula essencial para os animais pois é um componente comum das membranas celulares, e também o precursor a partir do qual outros esteroides, como os hormônios sexuais de vertebrados, são sintetizados.

O colesterol pode ser obtido através da dieta e também sintetizado no fígado. Para exercer suas diferentes funções no organismo, o colesterol precisa estar disponível na corrente sanguínea. Entretanto, cerca de 95% do plasma sanguíneo é constituído de água, uma substância polar com a qual os lipídios não interagem. Como então o colesterol é disponibilizado na corrente sanguínea? Para ser transportado de um tecido para outro por meio do sangue, o colesterol é envolto por uma espécie de “bolha” formada por lipoproteínas. Essas lipoproteínas podem ser de dois tipos:

High Density Lipoprotein (HDL) trata-se das Lipoproteínas de alta densidade, chamada popularmente de bom colesterol. Essas lipoproteínas possuem maior quantidade de água em seu interior (isso aumenta a densidade) e menor quantidade de lipídio.

Low Density Lipoprotein (LDL) trata-se das Lipoproteínas de baixa densidade, chamada popularmente de colesterol ruim. Essas lipoproteínas possuem menor quantidade de água em seu interior (isso diminui a densidade) e, conseqüentemente maior quantidade lipídeos.

FOSFOLIPÍDEOS

São essenciais para as células, pois são os principais constituintes das membranas celulares. A estrutura de um fosfolipídio é similar à de um triglicerídeo, mas têm apenas duas moléculas de ácidos graxos e não três. O terceiro grupo hidroxila do glicerol está ligado ao grupo fosfato.

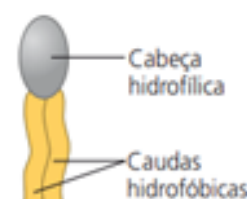


Figura 21. Representação de um fosfolipídio. Retirado de Reece et al., 2015.

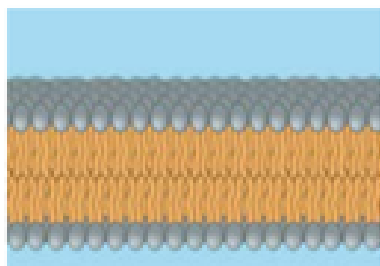


Figura 22. Representação da bicamada lipídica. Retirado de Reece et al., 2015.

As duas extremidades dos fosfolipídios apresentam comportamentos diferentes com relação a água. A “cabeça”, região em que está o grupo fosfato é hidrofílica, ou seja, tem afinidade pela água, enquanto a região da cauda é hidrofóbica. Quando em contato com a água os fosfolipídios se reorganizam em estruturas de camadas duplas, chamadas de bicamadas, protegendo suas porções hidrofóbicas da água.

Chegamos ao final da 4ª etapa do nosso processo seletivo para seguir para o 5ª nível você precisa cumprir duas missões e desafiar-se

6ª MISSÃO → Resolver a lista de exercícios

4º DESAFIO → A partir do estudo sobre os lipídios, você deve encontrar uma solução para o estudo de caso apresentado.



ANOTAÇÕES

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO A 6ª MISSÃO**NOME:** _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

- 1.** Todas as afirmações a seguir apresentam características de lipídeos, exceto:
- a) não são polímeros;
 - b) insolúveis em água;
 - c) são moléculas formadas por carbono, hidrogênio e oxigênio e, portanto, apolares;
 - d) são solúveis em solventes polares;
 - e) por serem amarelos refletem luz para nos ajudar a não ter câncer de pele por exemplo
- 2.** O que é um triglicerídeo?
- a) Uma molécula de glicerol ligada a três moléculas de ácidos graxos
 - b) Uma molécula de glicerol ligada a três moléculas de aminoácidos
 - c) Três moléculas de glicídios ligadas a três moléculas de ácidos graxos
 - d) Uma molécula de glicerol ligada a três moléculas de monossacarídeos.
 - e) Três moléculas de água ligadas a três moléculas de ácidos graxos
- 3.** O que é uma gordura saturada?
- a) gordura de origem vegetal
 - b) óleos de origem vegetal
 - c) gordura sólida
 - d) carbono do ácido graxo faz dupla ligação
 - e) o álcool faz ligação simples com o ácido graxo
- 4.** O que é uma gordura insaturada?
- a) gordura de origem animal
 - b) fosfato ligado ao glicerol
 - c) carbono fazendo dupla ligação
 - d) gordura ruim para o nosso organismo podendo até causar problemas de pressão alta
 - e) gordura boa para o nosso organismo pois funciona fazendo a quebra de nutrientes liberando energia mais rápido
- 5.** O que é a gordura hidrogenada?
- a) gordura com nitrogênio
 - b) a soma de hidrogênio à gordura insaturada
 - c) gordura que tem familiaridade com a água
 - d) gordura animal
 - e) gorduras que apenas alguns protozoários produzem
- 6.** Os lipídios responsáveis por formar a camada lipídica da membrana celular é:
- a) glicerídeo
 - b) cerídio
 - c) esteroides
 - d) fosfolipídios
 - e) triglicerídeos
- 7.** Qual das afirmações acerca das gorduras insaturadas é verdadeira?
- a) São mais comuns em animais que em plantas.
 - b) Seus ácidos graxos possuem ligações duplas na cadeia carbônica.
 - c) Geralmente solidificam em temperatura ambiente.
 - d) Contêm mais átomos de hidrogênio que as gorduras saturadas com o mesmo número de átomos de carbono.

8. Acredita-se que 75% das mortes no mundo são causadas por doenças crônicas, como diabetes, câncer e complicações cardíacas (Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases). A comida, sobretudo a industrializada, tem sido apontada como a principal causa dessas enfermidades. A molécula de colesterol, considerada prejudicial em grandes quantidades, e as moléculas constituintes dos lipídios considerados “bons” para a saúde, são, respectivamente,

- a) colesterol HDL; ácidos graxos insaturados.
- b) colesterol HDL; ácidos graxos saturados.
- c) colesterol HDL; ácidos graxos poli-insaturados.
- d) colesterol LDL; ácidos graxos saturados.
- e) colesterol LDL; ácidos graxos linoleico e oleico.

9. Os lipídeos mais comuns nas células são os triglicerídeos, fosfolipídeos e esteroides.

Em relação aos lipídios, analise as seguintes afirmações:

I. Trata-se de um grupo de moléculas caracterizadas por sua insolubilidade em água e solubilidade em solventes orgânicos;

II. Os triglicerídeos servem como reserva energética para o organismo, e seus ácidos graxos, quando oxidados, liberam pequena quantidade de energia em comparação aos carboidratos;

III. Um dos esteroides mais importantes é o colesterol, presente nas membranas de células animais.

Está(ão) correta(s):

- a) Somente a afirmação II.
- b) Somente as afirmações I e III.
- c) Somente a afirmação I.
- d) Somente as afirmações II e III.
- e) Somente as afirmações I e II.

10. (PESO 3,0) Construa um pequeno texto (um parágrafo) que descreva o que você aprendeu/entendeu sobre lipídios.

de colesterol no sangue. O LDL, conhecido como “ruim” e o HDL, que protege o coração de doenças e, por isso, é considerado “bom”. O consumo excessivo de gorduras presentes em alimentos de origem animal, como carnes, ovos, derivados do leite, além de produtos ultra processados, como biscoitos, margarina, salgadinhos de pacote, comidas congeladas, bolos prontos e sorvetes, é um dos motivos da alteração dos níveis de colesterol ruim.

Uma outra doença, um pouco diferente e com nome parecido, é a arteriosclerose, que se caracteriza pelo acúmulo de gordura e cálcio ao longo de toda a extensão de uma artéria, deixando-a endurecida. Tanto a aterosclerose como a arteriosclerose são doenças provocadas pelo acúmulo de colesterol ruim em placas ou ao longo das artérias.

Os sintomas vão depender de qual artéria está mais entupida:

– Coronárias (artérias do coração) provocam dor cardíaca durante o esforço (angina de peito).

Pode haver enfarte de forma repentina;

– Carótidas (artérias do pescoço) provocam perturbações visuais, paralisias. Pode haver desmaios ou derrame (AVC) de forma repentina;

– Ilíacas ou femorais (artérias das pernas) provocam dor nas pernas ao caminhar, queda de pelos, enfraquecimento da pele, das unhas e dos músculos.

Os estudos mostram que algumas pessoas têm maior possibilidade de desenvolver aterosclerose. São os chamados fatores de risco:

Idade: faixa de 50 a 70 anos;

Sexo: Ocorre mais no sexo masculino, porém as mulheres depois da menopausa têm o mesmo risco;

Excesso de gordura no sangue: obstrui as artérias progressivamente;

Fumo: pessoas que fumam têm um risco nove vezes maior de desenvolver a aterosclerose do que as que não fumam;

Pressão alta: a hipertensão arterial provoca alterações na superfície interna das artérias que facilitam a penetração das gorduras;

Falta de atividade física;

Parentes com o mesmo problema;

Pessoas com diabetes.

Prevenção e tratamento:

Adaptado//Retirado de: <https://bvsmms.saude.gov.br/aterosclerose-e-arteriosclerose/>

5º NÍVEL

PROTEÍNAS

São macromoléculas, importantíssimas para os organismos vivos, pois contribuem com mais de 50% da massa seca da maioria das células e são imprescindíveis em quase tudo que os organismos fazem, ou seja, além de constituir as células, as proteínas exercem diversas funções no organismo. Algumas proteínas aceleram reações químicas (ação enzimática), enquanto outras desempenham papéis de defesa, armazenamento, transporte, comunicação celular, movimento e sustentação estrutural. A figura 16 mostra algumas funções das proteínas no organismo.

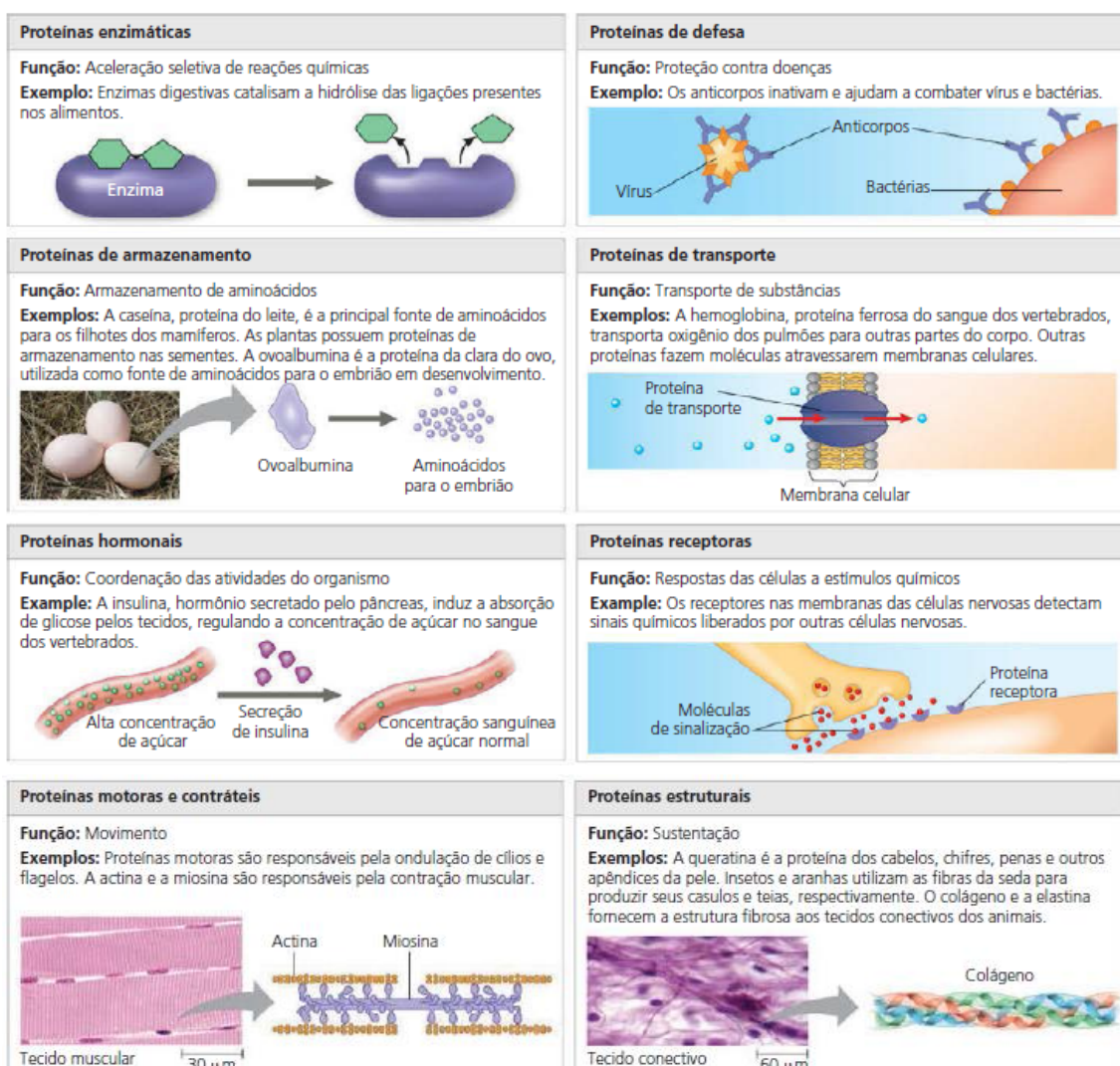


Figura 23. Funções das proteínas. Retirado de Reece, 2015.

Embora haja uma enorme diversidade de proteínas, todas elas são compostas pelo mesmo conjunto de 20 aminoácidos. A ligação entre aminoácidos, os monômeros proteicos, é chamada de ligação peptídica, e um polímero de aminoácidos é chamado polipeptídeo. Uma proteína é uma molécula biologicamente funcional, que possui uma sequência específica de aminoácidos e é formada por um ou mais polipeptídeos, cada um enovelado e organizado em uma estrutura tridimensional específica.

Mas o que são aminoácidos?

Os aminoácidos são unidades estruturais (monômeros) que formam as proteínas. Apresentam um grupo amino ($-\text{NH}_2$), um grupo carboxila ($-\text{COOH}$), um átomo de hidrogênio (H) e uma cadeia lateral (R), ligados a um átomo central de carbono. A cadeia lateral (R) é diferente em cada aminoácido, o que confere eles características próprias e importantes para a função das proteínas.

Existem 20 aminoácidos na natureza e, de acordo com o modo como são adquiridos, são classificados como essenciais e não essenciais.

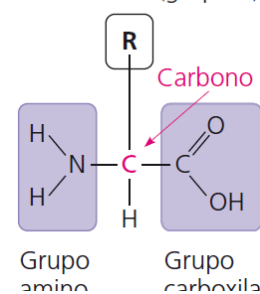
Essenciais: são os aminoácidos que o organismo humano não é capaz de produzir e, por isso devem ser ingeridos por meio da alimentação. As principais fontes são carne, leite, ovos e seus derivados. A falta desses aminoácidos afeta o equilíbrio do organismo, podendo levar à perda de peso, à diminuição do crescimento e à desnutrição.

Não essenciais: são os aminoácidos que o organismo humano é capaz de sintetizar com base nos alimentos ingeridos, sendo também importantes para as funções do organismo.

Os aminoácidos se unem através da ligação peptídica

Como pode-se observar no esquema representado na figura 16, as ligações peptídicas são formadas uma a uma por reações de desidratação, que unem o grupo carboxila de um aminoácido ao grupo amino do próximo aminoácido com a liberação de uma molécula de água. O polipeptídeo formado tem uma cadeia linear principal repetitiva (roxa) à qual estão ligadas as cadeias laterais dos aminoácidos (amarelo e verde). Cada polipeptídeo formado tem uma sequência única de aminoácidos e o seu tamanho pode variar de poucos a milhares de aminoácidos. Essa sequência, determinada em nosso código genético, é chamada de estrutura primária.

Cadeia lateral (grupo R)



a

Figura 24. Estrutura geral dos aminoácidos. Retirado de Reece, 2015.

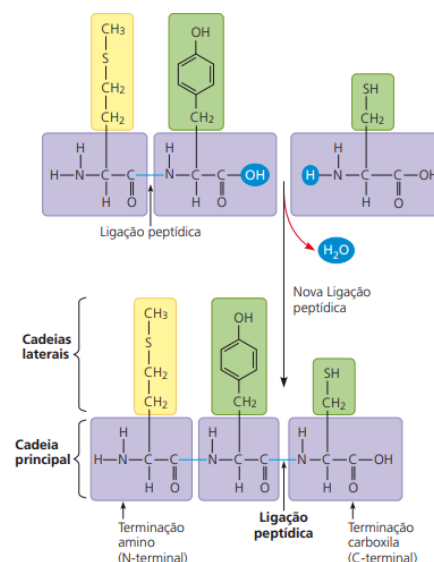


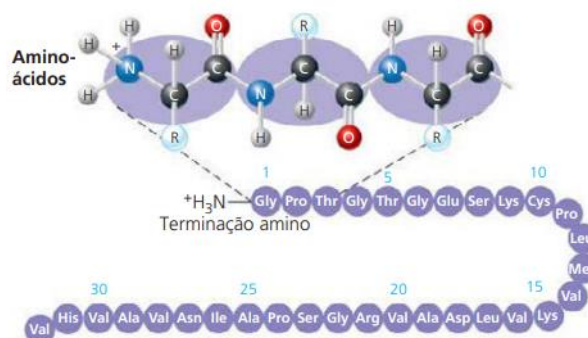
Figura 25. (a) ligação peptídica e a formação do peptídeo. Retirado de Reece et al., 2015.

A estrutura tridimensional específica de uma proteína determina a sua função

Como vimos as proteínas exercem diversas funções no organismo, para isso as proteínas apresentam formas específicas que as ajudam a ligar-se a outras moléculas, ou seja, a funcionalidade das proteínas depende da habilidade de reconhecer e ligar-se a outra molécula. Para facilitar a compreensão sobre o funcionamento de uma proteína, é necessário estudar sua estrutura tridimensional. Todas as proteínas apresentam três níveis de organização: estrutura primária, secundária, terciária. Caso a proteína seja constituída por duas ou mais cadeias de polipeptídeos, como é o caso da hemoglobina, haverá o quarto nível de organização, a estrutura quaternária.

Estrutura Primária

É a sequência linear dos aminoácidos, cuja ordem é determinada no nosso código genético. Devido à natureza química da cadeia principal e cadeias laterais (grupos R) dos aminoácidos ao longo do polipeptídeo, essa estrutura determina as estruturas secundária e terciária.



em
das

Figura 26. Representação da estrutura primária de uma proteína. Retirado de Reece et al., 2015.

Estrutura Secundária

O polipeptídeo começa a se enovelar a partir da formação de ligações de hidrogênio entre os elementos das cadeias principais dos aminoácidos (e não das cadeias laterais). Isso ocorre devido a diferença de polaridade, pois, os átomos de oxigênio têm carga parcial negativa e os átomos de hidrogênio ligados a átomos de nitrogênio apresentam carga parcial positiva. Essas regiões estabilizadas por ligações de hidrogênio entre os átomos da cadeia principal do polipeptídeo podem originar dois padrões estruturais: o polipeptídeo ganha o formato de hélice alfa ou o formato de fita pregueada.

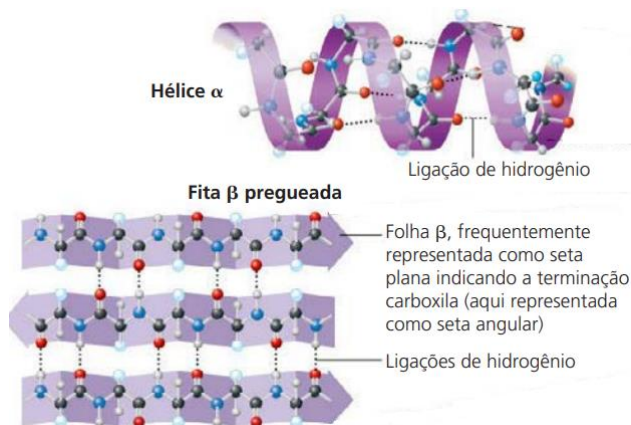


Figura 27. Representação da estrutura secundária de uma proteína. Retirado de Reece et al., 2015.

Estrutura Terciária

O polipeptídeo, já na sua forma secundária, ou seja, com regiões com formato de hélice e ou de fita pregueada, vai enovelando-se de acordo com as interações entre as cadeias laterais dos aminoácidos. O polipeptídeo ganha então sua forma tridimensional.



Figura 28. Representação da estrutura terciária de uma proteína. Retirado de Reece et al., 2015.

Estrutura Quaternária

É a estrutura geral da proteína, formada pela associação de subunidades de polipeptídeos. Na figura XX é mostrada a estrutura quaternária da proteína globular transtiretina, uma proteína do sangue, que transporta vitamina A e um dos hormônios da tireoide pelo corpo, formada por quatro cadeias polipeptídicas.

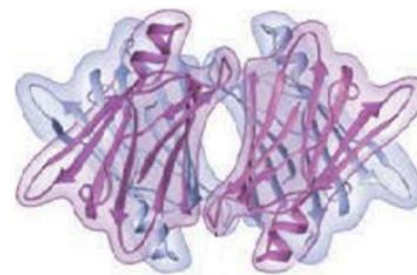


Figura 29. Representação da estrutura primária de uma proteína. Retirado de Reece et al., 2015.

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO A 7ª MISSÃO

NOME: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** _____ **PONTUAÇÃO:** _____

1. O culto aos padrões estéticos da magreza e dos músculos definidos tem estimulado cada vez mais a utilização dos suplementos proteicos, como os “shakes”, que são consumidos no pós-treino. As vantagens desse consumo vão desde a reconstrução e o aumento de massa muscular ao aumento de energia, além de apresentar ação antioxidante. Porém, o consumo dos suplementos deve ser feito sob a supervisão de profissionais médicos e nutricionistas, uma vez que podem ocorrer efeitos não desejados, como sobrecarga hepática e renal, ou mesmo o aumento do tecido adiposo, pelo excesso de proteínas que, sem uso pelo corpo, será transformada em gordura, sendo estocada. Portanto, conhecer a estrutura e o funcionamento das proteínas, na atualidade, tem se tornado uma questão de saúde. Em relação às proteínas, leia as afirmativas a seguir.

I. Aminoácido é a unidade básica das proteínas e sua estrutura molecular é composta por um carbono central, que se liga a um hidrogênio, a um grupo carboxila, a um grupo amina e a um radical “R”.

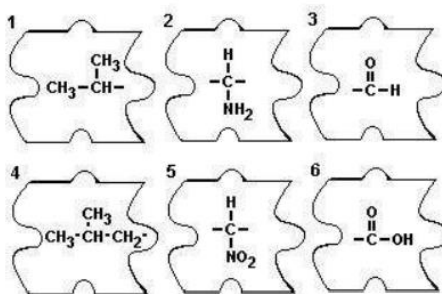
II. Proteínas realizam muitas tarefas nas células e podem atuar como enzimas, ou hormônios, ou moléculas estruturais, ou anticorpos.

III. A funcionalidade das proteínas está associada ao seu formato tridimensional, entretanto no processo de construção de uma proteína não há problemas se houverem erros na sequência de aminoácidos do polipeptídeo.

Está CORRETO o que se afirma em:

- a) II e III, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I, II e III, apenas.
- e) I, apenas.

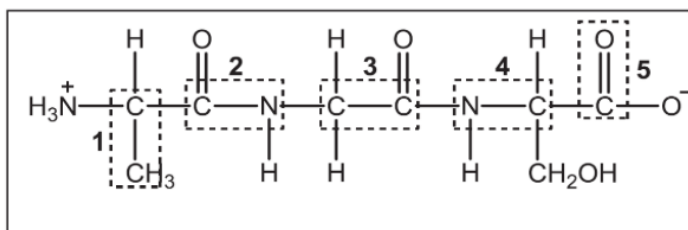
2. Um estudante recebeu um quebra-cabeça que contém peças numeradas de 1 a 6, representando partes de moléculas.



Para montar a estrutura de uma unidade fundamental de uma proteína, ele deverá juntar três peças do jogo na seguinte sequência:

- a) 4, 2 e 3
- b) 1, 5 e 3
- c) 1, 5 e 6
- d) 3, 5 e 4
- e) 4, 2 e 6

3. As proteínas são macromoléculas ou polímeros naturais responsáveis por inúmeras funções nos organismos vivos. As unidades fundamentais de todas as proteínas são os aminoácidos. Os aminoácidos são unidos entre si por ligações peptídicas para formar as proteínas. A estrutura seguinte representa uma porção de uma proteína constituída por três aminoácidos: alanina, glicina e serina.



Marque a alternativa que indica o número do retângulo tracejado que corresponda a uma ligação peptídica.

- a) 2
b) 4
c) 1
- d) 3
e) 5

4. Proteínas são macromoléculas formadas pela união de aminoácidos. Elas apresentam quatro níveis estruturais: estrutura primária; estrutura secundária; estrutura terciária; e estrutura quaternária. A respeito da estrutura terciária das proteínas, assinale a alternativa correta.

- a) A conformação linear é um exemplo dessa estrutura.
b) Corresponde ao dobramento da cadeia polipeptídica sobre si mesma devido as ligações de hidrogênio formadas.
c) Corresponde à sequência linear dos aminoácidos, unidos por ligações peptídicas.
d) Corresponde a duas ou mais cadeias polipeptídicas, idênticas ou não, que se agrupam e se ajustam para formar a estrutura total da proteína.
e) A conformação alfa-hélice é um exemplo dessa estrutura.

5. As proteínas são macromoléculas presentes em todas as células dos organismos vivos. Seu consumo é indispensável para a formação e o desenvolvimento do organismo, para regeneração dos tecidos e para a infinidade de processos metabólicos. Sobre a função da proteína com suas respectivas definições, relacione as colunas a seguir.

1. Enzimática.
 2. Hormonal.
 3. De defesa.
 4. Plástica.
- () Promovem a produção de proteínas denominadas anticorpos, que se combinam quimicamente aos antígenos para neutralizá-las.
() São proteínas especiais com função catalítica, ou seja, aceleram ou retardam reações bioquímicas que ocorrem nas células.
() Proteínas especializadas na função de estimular ou inibir a atividade de determinados órgãos são reguladores do metabolismo como: a insulina contribui para manutenção da taxa de glicemia.
() Fazem parte da estrutura das membranas das células e constituem o “esqueleto” que sustenta os tecidos e os órgãos do corpo.

A sequência está correta em

- a) 3, 4, 1, 2.
b) 3, 1, 2, 4.
- c) 3, 2, 1, 4.
d) 4, 1, 2, 3.
- e) 4, 2, 1, 3.

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO AO 5ª DESAFIO

A hemoglobina, a proteína transportadora de oxigênio nas células vermelhas do sangue, como já foi mencionado, é uma proteína globular com estrutura quaternária, ou seja, formada por quatro subunidades peptídicas. A essas subunidades estão associados componentes que não são polipeptídeos, os chamados grupos heme que contêm um átomo de ferro responsável por ligar-se ao oxigênio.

Entretanto um pequeno erro na formação da cadeia polipeptídica inicial pode alterar o formato dessa proteína provocando o desenvolvimento da doença chamada *Anemia falciforme*. A figura XX mostra as diferenças entre uma hemoglobina normal e uma hemoglobina falciforme.

A partir dos estudos sobre a estrutura e função das proteínas e, considerando as características químicas dos aminoácidos associados ao erro na estrutura primária da hemoglobina (valina e ácido glutâmico), em grupo, você deverá propor uma possível explicação para o efeito drástico na função proteica decorrente da substituição de uma valina por um ácido glutâmico, bem como o mecanismo da doença *Anemia falciforme*, os sintomas, tratamentos e a população mais atingida. Os resultados deverão ser apresentados na forma de seminários.

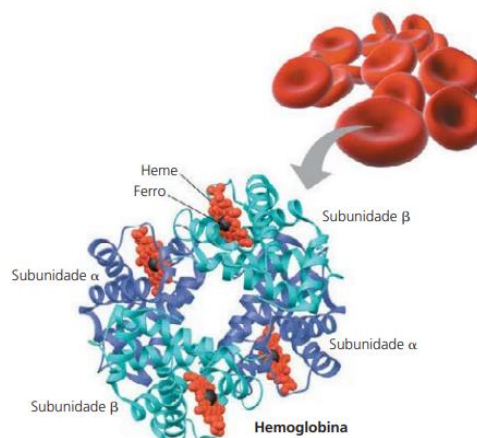


Figura 30. Estrutura tridimensional da hemoglobina. Retirado de Reece et al., 2015.

| | Estrutura primária | Estruturas secundária e terciária | Estrutura quaternária | Função | Formato das hemácias |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|------------------------|--|---|
| Hemoglobina normal | 1 Val 2 His 3 Leu 4 Thr 5 Pro 6 Glu 7 Glu | Subunidade β normal | Hemoglobina normal | As moléculas não se associam umas com as outras, cada uma transporta oxigênio. | As células normais são repletas de moléculas individuais de hemoglobina. |
| Hemoglobina falciforme | 1 Val 2 His 3 Leu 4 Thr 5 Pro 6 Val 7 Glu | Subunidade β falciforme | Hemoglobina falciforme | Interações hidrofóbicas entre proteínas hemoglobina falciformes induzem a sua agregação e, fibras; a capacidade de transporte de oxigênio é bastante reduzida. | Fibras de hemoglobinas anormais deformam as células em um formato falciforme. |

Figura 31. Estrutura da hemoglobina normal e falciforme. Retirado de Reece et al., 2015.

6º NÍVEL

CANDIDATO(A) SEJA BEM VINDO AO DESAFIO FINAL!!!

Como forma de sistematizar os conhecimentos e as habilidades desenvolvidas no decorrer do nosso processo seletivo e mostrar que você está preparado para fazer parte da nossa equipe, te convidamos para participar da nossa campanha publicitária *online* sobre as doenças discutidas no decorrer do processo seletivo. Você é um dos responsáveis por criar *folders*, vídeos ou cartazes explicativos sobre essas doenças. As criações podem ser feitas no aplicativo CANVA ou em algum outro de sua preferência. A campanha será realizada através das redes sociais com o objetivo de alertar a população para a relação dessas doenças com a alimentação no caso da *Aterosclerose* e da *Diabetes melito* e das relações étnicas e sociais associadas a *Anemia falciforme*, bem como os principais sintomas e tratamentos dessas doenças. Nesse sentido quanto mais visualizações, curtidas e engajamento maior será a divulgação e conscientização, além de te render muitos pontos extras em nosso ranking final. BORA LÁ?

GAME OVER

Referências

REECE, Jane B. et al. **Biologia de Campbell**. [tradução : Anne D. Villela et al.] ; revisão técnica: Denise Cantarelli Machado, Gaby Renard, Paulo Luiz de Oliveira. Porto Alegre: Artmed, ed.10, 2015.

NELSON, David L; COX, Michael M. **Princípios de bioquímica de Lehninger** [tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga et al.]. Porto Alegre: Artmed, ed.6, 2014.