

DOI: 10.47456/xz0vdf61

Ensino de metabolismo energético por meio de alimentos do cotidiano: uma unidade de ensino potencialmente significativa na educação de jovens e adultos

Teaching energy metabolism using everyday foods: a potentially meaningful teaching unit for youth and adult education

Roseane Ferreira Medina
Maísa Silva

Resumo: O ensino de metabolismo energético no Ensino Médio é frequentemente considerado complexo devido à abstração dos conceitos envolvidos e à dificuldade dos estudantes em relacioná-los ao cotidiano. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática fundamentada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), integrando metodologias ativas para o ensino de metabolismo energético na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Trata-se de um relato de experiência de caráter descritivo, com abordagem quali-quantitativa, realizado com estudantes do terceiro ano da EJA de uma escola pública de Governador Valadares, Minas Gerais. A sequência didática foi estruturada em oito etapas, contemplando levantamento dos conhecimentos prévios por meio de mapas conceituais, resolução de situações-problema fundamentadas na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), atividades experimentais, análise de rótulos de alimentos e atividades de integração conceitual. A avaliação qualitativa considerou a participação, o engajamento e a interação dos estudantes ao longo da intervenção, enquanto a avaliação quantitativa foi realizada por meio da comparação das pontuações obtidas nos mapas conceituais elaborados antes e após a aplicação da sequência didática. Os resultados evidenciaram elevada participação dos alunos nas atividades propostas, bem como maior envolvimento na construção do conhecimento. As médias das notas dos mapas conceituais iniciais e finais foram de $38,78 \pm 19,74$ e $73,46 \pm 23,94$, respectivamente, demonstrando aumento significativo do desempenho dos estudantes ($p < 0,001$). Conclui-se que a sequência didática baseada na UEPS favoreceu a aprendizagem significativa dos conteúdos relacionados ao metabolismo energético, contribuindo para a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e a contextualização do conhecimento científico, mostrando-se uma estratégia promissora para o ensino de conteúdos considerados complexos na EJA.

Palavras chave: Ensino de Biologia; Unidade de ensino potencialmente significativa; metodologias ativas; Metabolismo energético

Abstract: The teaching of energy metabolism in high school is often considered challenging due to the abstract nature of the concepts involved and students' difficulty in relating them to everyday situations. In this context, the present study aimed to develop, implement, and evaluate a didactic sequence based on the Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), integrating active learning methodologies for teaching energy metabolism in Youth and Adult Education (YAE). This study is a descriptive experience report with a qualitative-quantitative approach, conducted with third-year YAE students from a public school in Governador Valadares, Minas Gerais, Brazil. The didactic sequence was structured into eight stages, including the assessment of prior knowledge through concept maps, problem-solving activities based on Problem-Based Learning (PBL), experimental activities, food label analysis, and concept integration tasks. Qualitative evaluation considered students' participation, engagement, and interaction throughout the intervention, whereas quantitative evaluation was performed by comparing the scores obtained in concept maps produced before and after the implementation of the didactic sequence. The results revealed a high level of student participation in the proposed activities, as well as greater involvement in the knowledge construction process. Mean scores for the initial and final concept

maps were 38.78 ± 19.74 and 73.46 ± 23.94 , respectively, demonstrating a significant improvement in student performance ($p < 0.001$). It can be concluded that the PMTU-based didactic sequence promoted meaningful learning of concepts related to energy metabolism, contributing to conceptual understanding, the development of student autonomy, and the contextualization of scientific knowledge. Therefore, it represents a promising strategy for teaching complex biological concepts in Youth and Adult Education.

Keywords: Biology Teaching; Potentially Meaningful Teaching Unit; Active Learning Methodologies; Energy Metabolism.

Introdução

O avanço das tecnologias digitais ampliou significativamente o acesso à informação, tornando necessário que a escola promova não apenas a aquisição de conhecimentos, mas também o desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente as informações disponíveis. Nesse contexto, o professor assume um papel fundamental como mediador do processo de aprendizagem, orientando os estudantes na busca, seleção e interpretação do conhecimento científico. Dessa forma, cresce a necessidade de utilização de estratégias pedagógicas que promovam a participação ativa dos alunos, favorecendo seu protagonismo na construção do conhecimento (Da Silva *et al.*, 2019). No ensino de Biologia, a aprendizagem dos conteúdos frequentemente é dificultada pela presença de uma linguagem científica específica e por conceitos abstratos que exigem elevado nível de abstração. Muitos estudantes apresentam dificuldades na compreensão de termos técnicos amplamente utilizados na literatura científica e nos livros didáticos, o que pode comprometer a aprendizagem dos conteúdos e reduzir o interesse pelas aulas (Nunes, 2013).

Entre os conteúdos considerados mais complexos pelos estudantes destaca-se o metabolismo energético, que compreende o conjunto de reações químicas responsáveis pela obtenção, transformação e utilização da energia necessária para a manutenção da vida. Esse processo envolve a participação de biomoléculas como carboidratos, lipídios e proteínas, além de mecanismos metabólicos de síntese (anabolismo) e degradação (*catabolismo*), fundamentais para o crescimento, manutenção, reprodução e movimento dos organismos (Sarmiento *et al.*, 2013). A compreensão dos processos relacionados ao metabolismo energético ultrapassa os limites do

conhecimento biológico, uma vez que permite aos estudantes interpretar fenômenos presentes em seu cotidiano, especialmente aqueles relacionados à alimentação, saúde e qualidade de vida. Além disso, contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à tomada de decisões conscientes sobre hábitos alimentares e promoção da saúde (Hansen *et al.*, 2020). Entretanto, a complexidade dos conceitos envolvidos e a dificuldade de relacioná-los a situações concretas frequentemente resultam em baixo desempenho e dificuldades de aprendizagem. Nesse cenário, o uso de metodologias ativas e estratégias diversificadas de ensino tem se mostrado uma alternativa promissora para favorecer a compreensão dos conteúdos de Bioquímica, tradicionalmente considerados abstratos pelos estudantes (Prado, 2017).

Dentre essas estratégias, destaca-se a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira (2013) com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Essa metodologia busca promover a aprendizagem por meio da interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios dos estudantes, valorizando as experiências e saberes já existentes em sua estrutura cognitiva. Segundo essa perspectiva, os conhecimentos prévios funcionam como subsunçores, servindo de base para a incorporação e atribuição de significado às novas informações (Moraes, Santana e Viana-Barbosa, 2011). Para isso, a UEPS organiza o processo de ensino em etapas estruturadas que favorecem a progressiva construção e integração dos conceitos trabalhados, conforme demonstrado no quadro 1.

Quadro 1: Etapas para a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

1 ^a	Definir o tópico que será trabalhado.
2 ^a	Proporcionar situações em que o estudante possa externalizar o conhecimento prévio, dando sentido aos novos conhecimentos.
3 ^a	Introdução ao tópico de estudo, com caráter multidisciplinar. Tendo atividades experimentais como base.

4 ^a	Apresentar o novo conteúdo, partindo dos aspectos mais gerais para os mais específicos (diferenciação progressiva).
5 ^a	Avançar na complexidade do conteúdo trabalhado. Promover situações de interação com o grupo de alunos.
6 ^a	Reconciliação integrativa, usando novos exemplos e conceitos.
7 ^a	Avaliação processual e formativa da aprendizagem.
8 ^a	Avaliação da UEPS, segundo evidências da aprendizagem significativa.

Fonte: Adaptado de Souza e Pinheiro (2019).

Além da UEPS, outra estratégia que tem se destacado no contexto das metodologias ativas é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Nessa abordagem, a aprendizagem é iniciada a partir da análise de situações-problema contextualizadas, que desafiam os estudantes a investigar informações, formular hipóteses, discutir possíveis soluções e tomar decisões fundamentadas em evidências (Barrows, 1986). Estudos recentes apontam que a ABP favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia, da argumentação científica, da aprendizagem colaborativa e da capacidade de aplicar conhecimentos em situações reais, constituindo uma estratégia promissora para o ensino de Ciências (Loyens *et al.*, 2023; Magaji *et al.*, 2024; Akcay; Benek, 2024).

A utilização de metodologias que valorizem os conhecimentos prévios torna-se especialmente relevante no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Os estudantes dessa modalidade trazem consigo experiências de vida diversificadas, construídas em diferentes contextos sociais, familiares e profissionais, que podem contribuir significativamente para o processo de aprendizagem. Nesse sentido, a contextualização dos conteúdos e a aproximação entre o conhecimento científico e a realidade dos alunos constituem elementos fundamentais para favorecer o interesse, a participação e a aprendizagem significativa. Além disso, muitos estudantes da EJA buscam na escolarização oportunidades de qualificação profissional e melhoria das condições de vida, o que reforça a importância de

estratégias pedagógicas que demonstrem a aplicabilidade dos conteúdos estudados em situações do cotidiano (Torres, 2018).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma sequência didática fundamentada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), integrando estratégias de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e atividades experimentais para o ensino de metabolismo energético a estudantes da Educação de Jovens e Adultos. Buscou-se investigar o potencial dessa abordagem para promover a aprendizagem significativa, o desenvolvimento do pensamento crítico, o engajamento dos estudantes e a contextualização dos conhecimentos relacionados à alimentação, saúde e metabolismo energético.

Materiais e Métodos

Este estudo caracteriza-se como um relato de experiência de natureza descritiva, com abordagem quali-quantitativa, desenvolvido com estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora, sob parecer nº 6.791.431 atendendo aos princípios éticos estabelecidos para pesquisas envolvendo seres humanos. A pesquisa foi realizada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio da modalidade EJA, matriculados na Escola Estadual Pedro Ribeiro Cavalcante Filho, localizada no município de Governador Valadares, Minas Gerais. Participaram do estudo sete estudantes regularmente matriculados na turma. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), manifestando concordância voluntária em participar da pesquisa e autorizando a utilização dos dados produzidos para fins científicos.

A coleta de dados foi realizada por meio de procedimentos qualitativos e quantitativos. A análise qualitativa baseou-se na observação participante do professor-pesquisador durante o desenvolvimento da sequência didática, considerando aspectos como participação, interação, engajamento, autonomia e envolvimento dos estudantes nas atividades propostas. A análise quantitativa foi

realizada a partir da comparação entre os mapas conceituais elaborados antes e após a aplicação da UEPS, permitindo avaliar possíveis avanços na aprendizagem dos conteúdos relacionados ao metabolismo energético.

A sequência didática foi elaborada com base nos princípios da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira (2013), e estruturada em oito etapas. A UEPS fundamenta-se nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, buscando favorecer a interação entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os novos conceitos apresentados ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

Além da UEPS, foram incorporados elementos da ABP em etapas específicas da sequência didática. A ABP é uma metodologia ativa centrada no estudante, que utiliza situações-problema contextualizadas como ponto de partida para a construção do conhecimento. Nessa abordagem, os alunos assumem papel ativo na investigação, na busca por informações, na formulação de hipóteses e na proposição de soluções fundamentadas em evidências. No presente estudo, a ABP foi empregada nas etapas 2 e 5, com o objetivo de estimular a aprendizagem autônoma, o pensamento crítico, a argumentação científica, a resolução de problemas e a aplicação dos conhecimentos relacionados ao metabolismo energético em situações próximas à realidade dos estudantes.

Na primeira etapa, os estudantes foram apresentados aos objetivos da sequência didática e ao tema “alimentos do cotidiano utilizados no metabolismo energético”. Nessa ocasião, selecionaram os alimentos que seriam utilizados nas atividades experimentais desenvolvidas ao longo da sequência. Na segunda etapa, os alunos elaboraram um mapa conceitual inicial com o objetivo de externalizar seus conhecimentos prévios sobre metabolismo energético. Ainda nessa etapa, foi aplicada uma situação-problema (Quadro 2), desenvolvida pelas autoras e fundamentada nos princípios da ABP. A atividade teve como objetivo estimular os estudantes a identificar problemas, levantar hipóteses, buscar informações em fontes científicas e discutir possíveis soluções para a situação apresentada.

Para isso, os alunos realizaram pesquisas no Google Acadêmico sobre os riscos associados à adoção de dietas sem orientação profissional, analisando criticamente as informações encontradas e relacionando-as aos conhecimentos prévios e às experiências do cotidiano.

Quadro 2: Situação problema 01 aplicada aos alunos na segunda etapa da UEPS

Ana, 42 anos, apresentou ganho de peso acentuado nos últimos anos. Ela, baseada em dietas obtidas na internet, resolveu retirar as fontes de lipídios da dieta, pois imaginou que assim estes não acumulariam no seu organismo. Ana continuou comendo carboidratos e proteínas à vontade. Com esta dieta, ela não emagreceu, pelo contrário engordou. Posteriormente, resolveu fazer uma dieta que retirava totalmente carboidratos da alimentação. Ela passou a sentir tonturas, dor de cabeça e desmaios. Então ela fez mais uma tentativa fazendo um jejum intermitente de 16h sem alimentar. Mais uma vez Ana ficou fraca, com dores de cabeça e tonturas e apresentou hálito cetogênico. Enfim, ela procurou uma nutricionista que a indicou uma dieta balanceada, com todos os tipos de nutrientes necessários para o funcionamento saudável do organismo, em pequenas porções e em intervalos curtos de tempo.

A terceira etapa consistiu na realização de atividades experimentais destinadas à identificação de biomoléculas presentes nos alimentos selecionados pelos estudantes. Foram desenvolvidos experimentos para identificação de carboidratos utilizando solução de iodo, desnaturação de proteínas presentes no ovo e no leite por meio da ação do álcool e do vinagre, e saponificação de lipídios.

Na quarta etapa, os estudantes analisaram rótulos de alimentos industrializados, identificando os principais nutrientes e suas proporções. Também foi realizada uma atividade experimental utilizando um calorímetro caseiro, conforme metodologia descrita por Laburú e Rodrigues (1998), com o objetivo de discutir o valor energético dos alimentos.

Na quinta etapa, considerada uma fase de maior complexidade dentro da UEPS, os estudantes foram organizados em grupos e convidados a analisar uma segunda situação-problema (Quadro 3),

também elaborada com base nos pressupostos da ABP. Nessa atividade, os alunos foram incentivados a mobilizar os conhecimentos construídos nas etapas anteriores para investigar as possíveis causas do quadro clínico apresentado, interpretar informações relacionadas à saúde e elaborar propostas de intervenção fundamentadas em evidências científicas. A atividade buscou favorecer o desenvolvimento de competências como resolução de problemas, pensamento crítico, argumentação científica, trabalho colaborativo e tomada de decisões, aproximando os conteúdos de metabolismo energético e alimentação de situações reais vivenciadas pelos estudantes.

Quadro 3: Situação problema 02 aplicada aos alunos na quinta etapa da UEPS

João, 57 anos, foi ao médico após observar significativo ganho de peso nos últimos anos. Inicialmente o médico solicitou exames de glicemia, triacilgliceróis e colesterol. Além disso, aferiu sua pressão arterial e seu peso e altura para obter seu IMC. Ao obter os resultados, o médico explicou para João que ele estava com a glicose e os lipídios no sangue acima do normal. Sua pressão arterial também estava alta e seu IMC indicava obesidade. O médico encaminhou João para um nutricionista a fim de prescrever uma dieta. O nutricionista passou para João uma dieta com alimentos que possuem baixo teor glicêmico, para auxiliar no tratamento do diabetes e obesidade. A dieta prescrita também era hipossódica, a fim de evitar a hipertensão.

Na sexta etapa ocorreu a reconciliação integrativa dos conceitos. Os estudantes trouxeram alimentos ricos em diferentes macronutrientes e identificaram sua composição nutricional. Posteriormente, relacionaram esses alimentos aos diferentes níveis da pirâmide alimentar, integrando os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática.

Na sétima etapa, os alunos retomaram os mapas conceituais elaborados anteriormente e os complementaram individualmente com os conhecimentos adquiridos durante a aplicação da UEPS. Os mapas conceituais iniciais e finais foram comparados e avaliados segundo os critérios propostos por Araújo et al. (2002), considerando

aspectos como quantidade e adequação dos conceitos, relações estabelecidas entre os conceitos, organização hierárquica e evolução da estrutura conceitual dos estudantes.

Para a análise quantitativa, inicialmente foi verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Confirmada a distribuição normal, as médias das pontuações obtidas nos mapas conceituais iniciais e finais foram comparadas utilizando-se o teste t de Student para amostras pareadas. Adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Na oitava etapa, foi realizada a avaliação final da UEPS, contemplando a análise global da proposta pedagógica. Nessa etapa foram considerados o desempenho dos estudantes, a participação nas atividades, o desenvolvimento das competências previstas, a efetividade das estratégias de ensino empregadas e as evidências de aprendizagem observadas ao longo de toda a sequência didática.

Resultados e discussão

Este estudo foi desenvolvido com sete estudantes matriculados no terceiro ano do Ensino Médio na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA). Embora o número de participantes seja reduzido, essa característica reflete a realidade atual de muitas turmas de EJA no Brasil, marcada pela diminuição das matrículas e pela formação de classes com poucos estudantes (Braga, 2023). Na primeira etapa da UEPS, os alunos foram apresentados aos objetivos da sequência didática e aos conteúdos relacionados às biomoléculas e ao metabolismo energético. Buscando favorecer a contextualização do conhecimento e a participação ativa dos estudantes, os próprios alunos selecionaram os alimentos que seriam utilizados nas atividades práticas subsequentes, incluindo ovo, leite, arroz, feijão, carne, peixe, óleo de soja e azeite. Essa estratégia permitiu aproximar o conteúdo científico de elementos presentes em seu cotidiano, favorecendo o estabelecimento de relações entre os conhecimentos escolares e suas experiências prévias.

Na segunda etapa da UEPS, os estudantes foram orientados a construir um mapa conceitual contendo os conhecimentos que

possuíam sobre metabolismo energético. Essa atividade teve como objetivo identificar e externalizar os conhecimentos prévios dos participantes, etapa fundamental para a promoção da aprendizagem significativa. A elaboração dos mapas permitiu observar que os alunos possuíam conhecimentos fragmentados sobre o tema, construídos principalmente a partir de experiências pessoais, informações veiculadas na mídia e conhecimentos adquiridos ao longo de sua trajetória escolar. Ainda nessa etapa, foi apresentada a primeira situação-problema (Quadro 1), estruturada segundo os princípios da ABP. Para responder aos questionamentos propostos, os estudantes realizaram buscas no *Google Acadêmico* e analisaram informações relacionadas aos riscos associados à adoção de dietas sem orientação profissional. Durante as discussões, os alunos compartilharam experiências próprias e de familiares, relatando dificuldades na adesão a dietas obtidas na internet ou prescritas para outras pessoas. A utilização dessas vivências favoreceu a contextualização do conteúdo e estimulou a reflexão crítica sobre informações amplamente disseminadas em meios digitais. Ao final da atividade, os estudantes reconheceram que a elaboração de planos alimentares deve considerar características individuais, como condições de saúde, necessidades energéticas, composição corporal e rotina diária. Além da construção de conhecimentos relacionados ao metabolismo energético, a situação-problema possibilitou o desenvolvimento de competências valorizadas pela ABP, como a busca autônoma por informações, a análise crítica de evidências, a argumentação fundamentada e a aplicação do conhecimento científico na resolução de problemas próximos à realidade dos estudantes.

Os resultados obtidos por meio da ABP corroboram as observações de Malheiro e Diniz (2008), evidenciando que essa metodologia favorece a superação da postura passiva frequentemente observada em aulas conduzidas por métodos tradicionais. Inicialmente, os estudantes demonstraram entusiasmo diante da proposta, seguido por um período de reflexão e questionamento, no qual buscaram compreender e solucionar o problema apresentado. Nesse contexto, observou-se que a eficácia da ABP está diretamente

relacionada à elaboração de problemas desafiadores e adequados aos objetivos de aprendizagem, exigindo do professor planejamento cuidadoso e consciência de seu papel como mediador do processo educativo. De forma semelhante, Stroher *et al.* (2018), ao investigarem estratégias pedagógicas inovadoras para o ensino de Biologia em uma escola pública de Ensino Médio, verificaram que a utilização da ABP promoveu maior motivação entre alunos e professores. Em consonância com os achados do presente estudo, esses autores observaram que a metodologia estimula os estudantes a analisar, compreender e propor soluções para situações-problema, favorecendo o desenvolvimento de competências e habilidades previstas no currículo escolar.

Na etapa 3 da UEPS, caracterizada por uma abordagem interdisciplinar, os estudantes participaram de atividades experimentais voltadas à identificação e análise das propriedades de biomoléculas, como carboidratos, proteínas e lipídios (Figura 1). Durante as práticas, observou-se elevado nível de envolvimento dos alunos, evidenciado pela atenção dedicada aos procedimentos experimentais, ao manuseio dos materiais e à adição dos reagentes, aspectos que contribuíram para tornar o processo de aprendizagem mais significativo. Resultados semelhantes foram relatados por Costa *et al.* (2020), que utilizaram o experimento de saponificação de lipídios e verificaram grande interesse e entusiasmo dos estudantes. Os autores destacaram que os participantes fizeram questionamentos, esclareceram dúvidas, solicitaram auxílio quando necessário e demonstraram boa capacidade de trabalho em equipe, características também observadas no presente estudo. Além disso, ressaltaram a importância da adoção de medidas de segurança durante a atividade, em razão da utilização de reagentes potencialmente tóxicos. De maneira complementar, Nunes *et al.* (2023) empregaram o experimento de saponificação como estratégia para integrar conteúdos de Biologia e Química ao cotidiano dos estudantes. A atividade foi desenvolvida a partir da reutilização do óleo proveniente de frituras domésticas, favorecendo a contextualização do

conhecimento científico, a superação de práticas pedagógicas excessivamente tradicionais e o incentivo à ciência cidadã.

Figura 1: Imagem da atividade experimental sobre os experimentos realizados na etapa 3 da UEPS. A e B- experimento de identificação de carboidratos, C e D- experimento de desnaturação proteica e E e F – experimento sobre saponificação lipídica



Na quarta etapa da UEPS, foi introduzido um novo conteúdo com o objetivo de promover a diferenciação progressiva, princípio segundo o qual conceitos gerais previamente trabalhados são gradualmente refinados e relacionados a conhecimentos mais específicos. Para isso, os estudantes receberam embalagens de diferentes alimentos, incluindo arroz, açúcar, azeite, óleo de soja, gelatina, tapioca, maionese, biscoitos e macarrão, abrangendo produtos minimamente processados, processados e ultraprocessados. A partir da análise das informações nutricionais presentes nos rótulos, os alunos identificaram os principais macronutrientes de cada alimento e compararam suas composições. Durante a atividade, observaram que alimentos processados e ultraprocessados frequentemente apresentam, em um mesmo produto, quantidades significativas de carboidratos, lipídios, proteínas e sódio. Essa análise permitiu relacionar os conceitos teóricos estudados anteriormente

com situações do cotidiano, favorecendo a compreensão da composição nutricional dos alimentos. Além de contribuir para a consolidação dos conhecimentos sobre biomoléculas, a atividade estimulou o desenvolvimento de uma postura mais crítica e reflexiva em relação às escolhas alimentares, possibilitando aos estudantes avaliar de forma mais consciente os produtos consumidos no dia a dia.

Ainda na quarta etapa da UEPS, os estudantes participaram de uma atividade prática envolvendo a utilização de um calorímetro caseiro, cuja construção e funcionamento foram previamente apresentados e discutidos em sala de aula. A partir dessa ferramenta, os alunos estimaram o conteúdo energético de diferentes alimentos, conforme metodologia descrita por Laburú e Rodrigues (1998) (Figura 2). Durante a atividade, os estudantes observaram que alimentos com maior teor de lipídios promoveram maior elevação da temperatura da água em comparação aos alimentos predominantemente constituídos por carboidratos ou proteínas. Essa constatação permitiu compreender, de forma prática, as diferenças no valor energético dos macronutrientes e relacionar os conceitos teóricos à análise de alimentos presentes em seu cotidiano. Além disso, observou-se elevado envolvimento dos alunos ao longo do experimento, evidenciado pela busca por resultados consistentes, pela comparação dos dados obtidos entre os grupos e pelas discussões realizadas durante a atividade. Esses aspectos favoreceram a participação ativa dos estudantes e a construção coletiva do conhecimento. De maneira semelhante, Santos (2010) destacou que atividades experimentais voltadas à determinação do valor energético dos alimentos contribuem para uma compreensão mais aprofundada dos processos de liberação de energia pelo organismo. Em consonância com esses achados, a prática desenvolvida neste estudo possibilitou aos alunos relacionar os conceitos de biomoléculas e metabolismo energético com a influência da alimentação sobre o funcionamento do corpo humano.

Figura 2: Imagem da atividade experimental sobre o calorímetro caseiro utilizado na etapa 4 da UEPS



Na quinta etapa da UEPS, os estudantes foram desafiados a analisar uma situação-problema de maior complexidade (Quadro 2). Utilizando novamente a metodologia da ABP, elaboraram relatórios contendo hipóteses para explicar o quadro clínico apresentado e propostas de intervenções que poderiam contribuir para sua melhoria. Para fundamentar suas respostas, realizaram buscas na literatura científica por meio do Google Acadêmico, ampliando o contato com fontes de informação utilizadas na produção do conhecimento científico. Ao final da atividade, os alunos concluíram que o quadro clínico de João estava relacionado principalmente a hábitos alimentares inadequados e à insuficiência de atividade física. Com base nas informações analisadas, identificaram que o consumo energético excessivo, associado ao baixo gasto calórico diário, poderia favorecer o ganho de peso e o desenvolvimento de agravos à saúde relacionados ao acúmulo de gordura corporal e ao consumo excessivo de açúcares. Além disso, os estudantes reconheceram a importância da adoção de hábitos de vida mais saudáveis, incluindo a prática regular de atividade física e o acompanhamento por um nutricionista, como estratégias para promover uma alimentação mais equilibrada e adequada às necessidades individuais. Dessa forma, a atividade possibilitou a aplicação integrada dos conhecimentos construídos ao longo da UEPS em uma situação próxima à realidade, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de análise, argumentação e tomada de decisão fundamentada em evidências.

A abordagem de temas relacionados à saúde e à doença mostrou-se particularmente relevante para os estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA), uma vez que esses assuntos fazem parte de suas experiências cotidianas. Muitos dos alunos convivem diretamente com enfermidades crônicas ou possuem familiares que necessitam de acompanhamento em saúde, o que torna o conteúdo trabalhado próximo de sua realidade e favorece o envolvimento nas atividades propostas. Nesse contexto, a situação-problema desenvolvida permitiu que os estudantes relacionassem os conhecimentos científicos discutidos em sala de aula com situações vivenciadas em seu dia a dia, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Além de ampliar a compreensão sobre os fatores associados à saúde e à doença, a atividade estimulou a reflexão crítica sobre hábitos de vida e a adoção de comportamentos que contribuem para a promoção da saúde e a prevenção de agravos. Esses resultados reforçam a importância da escola como espaço de educação em saúde, especialmente no contexto da EJA, em que os conhecimentos adquiridos podem ter impacto direto não apenas sobre os próprios estudantes, mas também sobre suas famílias e comunidades. Nesse sentido, Cunha e Machado (2010) destacam a relevância da implementação de programas educativos no ambiente escolar, capazes de fornecer subsídios para a construção de hábitos saudáveis e para a melhoria da qualidade de vida ao longo do tempo.

Na sexta etapa da UEPS, correspondente ao processo de reconciliação integrativa, os estudantes participaram de atividades destinadas a relacionar, reorganizar e integrar os conhecimentos construídos ao longo das etapas anteriores. Inicialmente, divididos em grupos, os alunos trouxeram de casa alimentos ricos em diferentes macronutrientes. Esses alimentos foram expostos em sala de aula e, ao lado de cada item, foi disponibilizada uma ficha para que os estudantes registrassem os macronutrientes identificados em sua composição. Essa atividade favoreceu a revisão e a consolidação dos conceitos trabalhados anteriormente, permitindo que os alunos comparassem informações e discutissem coletivamente suas observações.

Em um segundo momento, foi realizada uma discussão sobre a pirâmide alimentar, possibilitando aos estudantes relacionar a composição nutricional dos alimentos com sua frequência recomendada de consumo e sua contribuição para o metabolismo energético. Por meio da investigação, da troca de experiências e do diálogo entre os pares, os alunos ampliaram sua compreensão sobre a função dos diferentes grupos alimentares e sua importância para a manutenção da saúde. Durante a atividade, observou-se que muitos estudantes demonstraram surpresa ao analisar a posição ocupada por determinados alimentos na pirâmide alimentar, evidenciando lacunas prévias em seus conhecimentos sobre alimentação e nutrição. Essa constatação reforça a importância da abordagem desses temas no contexto escolar, especialmente na Educação de Jovens e Adultos, em que os conteúdos podem ser diretamente relacionados às experiências e escolhas cotidianas dos estudantes. Além disso, a atividade permitiu que os alunos integrassem conceitos previamente estudados sobre biomoléculas, valor energético dos alimentos e metabolismo, compreendendo de forma mais ampla como os diferentes macronutrientes participam do fornecimento de energia ao organismo. Dessa forma, a etapa de reconciliação integrativa contribuiu para a consolidação dos conhecimentos construídos ao longo da UEPS e para o desenvolvimento de uma compreensão mais crítica sobre alimentação e saúde.

No sétimo passo da UEPS, foi realizada a avaliação da aprendizagem por meio de uma abordagem quantitativa. Para isso, os estudantes receberam os mapas conceituais elaborados no segundo passo da sequência didática e foram orientados a revisá-los e complementá-los individualmente com os conhecimentos adquiridos ao longo das atividades desenvolvidas (Figura 3). Essa estratégia permitiu avaliar a evolução da estrutura cognitiva dos alunos e identificar possíveis mudanças na organização e integração dos conceitos relacionados ao tema estudado. Durante a atividade, um dos estudantes relatou que a construção do mapa conceitual foi significativamente mais fácil ao final da sequência didática do que na primeira tentativa. Segundo seu relato, as experiências vivenciadas

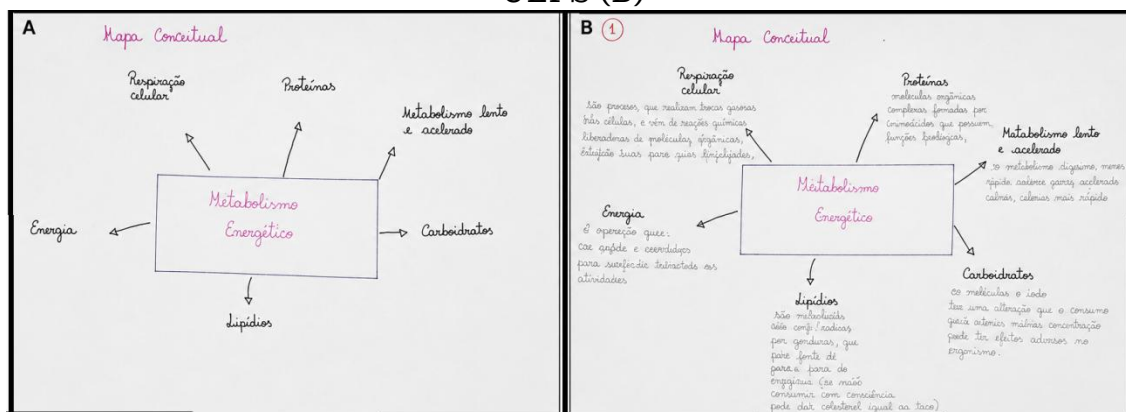
por meio das atividades experimentais, das discussões em grupo e da resolução de situações-problema contribuíram para ampliar sua compreensão do conteúdo e facilitar a expressão dos conhecimentos adquiridos. Esse depoimento sugere que as estratégias utilizadas ao longo da UEPS favoreceram a atribuição de significado aos conceitos trabalhados, promovendo uma aprendizagem mais consistente e integrada. Além de possibilitar a verificação da aprendizagem, a reconstrução dos mapas conceituais permitiu aos estudantes refletir sobre seu próprio processo de construção do conhecimento, identificando relações entre conceitos que anteriormente não haviam sido estabelecidas. Dessa forma, o instrumento mostrou-se relevante não apenas para a avaliação dos resultados da sequência didática, mas também para estimular processos cognitivos e a consolidação da aprendizagem significativa.

A comparação entre os mapas conceituais elaborados no início e ao final da UEPS evidenciou mudanças na organização hierárquica e na complexidade das relações estabelecidas pelos estudantes, indicando avanços na compreensão dos conceitos relacionados ao metabolismo energético. Nos mapas iniciais, observou-se predominância de estruturas lineares, com reduzido número de conceitos e relações pouco articuladas, geralmente restritas a associações diretas entre alimentos e nutrientes. Em diversos casos, conceitos centrais do tema, como metabolismo energético, carboidratos, lipídios e proteínas, apareciam de forma isolada ou conectada por proposições genéricas, sugerindo uma compreensão ainda fragmentada do conteúdo.

Após a implementação da UEPS, os mapas apresentaram maior número de conceitos, ampliação das conexões hierárquicas e estabelecimento de relações mais específicas entre os diferentes componentes do metabolismo energético. Esse resultado pode ser interpretado à luz do princípio da diferenciação progressiva, uma vez que conceitos inicialmente gerais passaram a ser desdobrados em conceitos mais específicos e subordinados. Por exemplo, o conceito de alimento passou a ser relacionado não apenas aos nutrientes

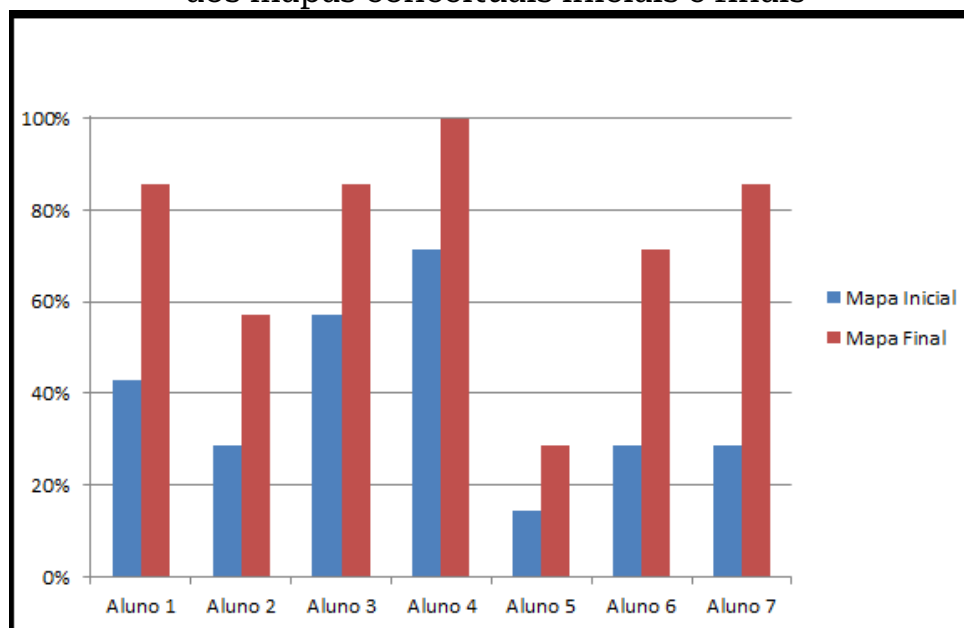
presentes, mas também às suas funções energéticas e aos processos metabólicos envolvidos em sua utilização pelo organismo.

Figura 3: Imagem de um mapa conceitual inicial realizado na etapa 2 da UEPS (A) e de um mapa conceitual final realizado na etapa 7 da UEPS (B)



O Gráfico 1 apresenta as pontuações obtidas pelos alunos nos mapas conceituais elaborados antes e após a implementação da UEPS, permitindo comparar o desempenho dos estudantes e analisar a evolução conceitual ocorrida ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Para avaliar quantitativamente a evolução da aprendizagem dos estudantes, as pontuações obtidas nos mapas conceituais elaborados antes e após a implementação da UEPS foram submetidas a um teste de comparação entre médias. Observou-se um aumento significativo no desempenho dos alunos, com a média das notas passando de $38,78 \pm 19,74$ nos mapas conceituais iniciais para $73,46 \pm 23,94$ nos mapas finais. Essa diferença foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$), indicando que os estudantes apresentaram maior domínio dos conceitos trabalhados ao final da sequência didática. Esse resultado sugere que as atividades desenvolvidas ao longo da UEPS contribuíram para a ampliação e reorganização dos conhecimentos dos alunos, favorecendo o estabelecimento de relações mais consistentes entre os conceitos abordados. Além disso, o aumento das pontuações nos mapas conceituais finais evidencia uma evolução na estruturação do conhecimento, compatível com os princípios da aprendizagem significativa, segundo os quais novos conceitos são progressivamente integrados e articulados aos conhecimentos prévios dos estudantes.

Gráfico 1: Notas obtidas pelos alunos, em porcentagem, em relação aos mapas conceituais iniciais e finais



Na oitava e última etapa da UEPS, foi realizada a avaliação qualitativa da aprendizagem, considerando o percurso formativo desenvolvido ao longo de toda a sequência didática. Essa avaliação contemplou aspectos relacionados à participação dos estudantes nas atividades propostas, ao envolvimento nas discussões, à colaboração durante os trabalhos em grupo e ao comprometimento com as tarefas individuais. Além disso, foram observados indicadores relacionados ao interesse, à motivação e à autonomia dos alunos diante das diferentes estratégias de ensino empregadas. Como a UEPS envolveu atividades diversificadas, incluindo experimentação, análise de situações-problema, pesquisa e construção de mapas conceituais, buscou-se avaliar também o nível de engajamento dos estudantes em cada uma dessas etapas e sua disposição para participar ativamente do processo de aprendizagem. De modo geral, observou-se que os alunos demonstraram envolvimento crescente ao longo da sequência didática, participando das atividades com interesse e contribuindo para as discussões propostas. O trabalho colaborativo favoreceu a troca de experiências e conhecimentos entre os participantes, enquanto as atividades práticas e contextualizadas estimularam a curiosidade e a construção ativa do conhecimento. Esses aspectos sugerem que a UEPS contribuiu não apenas para a aprendizagem dos

conteúdos relacionados às biomoléculas e ao metabolismo energético, mas também para o desenvolvimento de competências como comunicação, cooperação, pensamento crítico e autonomia na aprendizagem.

Apesar dos resultados positivos observados, a implementação de uma UEPS com múltiplas estratégias de ensino apresenta desafios que devem ser considerados. Um dos principais limitações refere-se ao reduzido número de aulas destinadas à disciplina de Biologia e ao tempo necessário para o planejamento e a preparação das atividades por parte dos professores. Esses fatores podem dificultar a aplicação frequente de sequências didáticas que envolvam experimentação, resolução de problemas, pesquisas e outras metodologias ativas. Nesse contexto, a adoção de abordagens interdisciplinares pode representar uma alternativa viável para ampliar as oportunidades de implementação da UEPS. Considerando que algumas etapas da sequência envolveram conhecimentos compartilhados entre Biologia, Química e Física, a articulação entre essas disciplinas possibilitaria o desenvolvimento de atividades integradas, otimizando o tempo pedagógico e favorecendo uma compreensão mais abrangente dos fenômenos estudados.

Outro aspecto relevante diz respeito à necessidade de planejamento prévio das atividades experimentais. A organização antecipada dos materiais e do espaço laboratorial pode contribuir para uma utilização mais eficiente do tempo disponível, tornando a execução das práticas mais dinâmica e favorecendo o alcance dos objetivos de aprendizagem. Por fim, os resultados deste estudo sugerem que a aplicação de uma UEPS é particularmente promissora para conteúdos considerados complexos ou abstratos pelos estudantes, nos quais a utilização exclusiva de estratégias expositivas pode não ser suficiente para promover uma aprendizagem significativa. Nesses casos, a diversificação metodológica, por meio da integração de atividades experimentais, resolução de situações-problema, pesquisa e discussão colaborativa, pode favorecer a compreensão conceitual, o engajamento dos estudantes e a construção mais consistente do conhecimento.

Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que a UEPS constituiu uma estratégia eficaz para o ensino de conteúdos relacionados ao metabolismo energético na EJA. A combinação de diferentes metodologias ativas, incluindo atividades experimentais, resolução de situações-problema, análise de rótulos de alimentos, pesquisas e construção de mapas conceituais, favoreceu o envolvimento dos estudantes e contribuiu para a construção de conhecimentos de forma contextualizada e significativa. A valorização dos conhecimentos prévios dos alunos mostrou-se um elemento fundamental para o desenvolvimento da sequência didática, permitindo que os novos conceitos fossem relacionados às experiências e vivências dos estudantes. Além disso, a contextualização do conteúdo com situações presentes no cotidiano favoreceu a compreensão de temas relacionados à alimentação, saúde e metabolismo energético, estimulando uma postura mais crítica diante das escolhas alimentares e de seus impactos na qualidade de vida.

Os resultados quantitativos e qualitativos obtidos evidenciaram avanços na aprendizagem dos estudantes, bem como elevados níveis de participação, interação e engajamento ao longo das atividades propostas. Tais achados reforçam o potencial das metodologias ativas para promover a aprendizagem significativa, especialmente no contexto da EJA, em que a aproximação entre o conhecimento científico e a realidade dos alunos assume papel central no processo educativo. Por fim, este estudo contribui para ampliar as discussões sobre o uso de estratégias pedagógicas inovadoras no ensino de Biologia e destaca a importância da realização de novas pesquisas que investiguem a aplicação de UEPS e outras metodologias ativas em diferentes conteúdos e contextos educacionais. Tais investigações poderão fornecer evidências adicionais sobre o potencial dessas abordagens para favorecer a aprendizagem, a autonomia dos estudantes e a formação de cidadãos mais críticos e conscientes.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Referências

AKCAY, B.; BENEK, İ. **Problem-based learning in Türkiye: a systematic literature review of research in science education.** *Education Sciences*, v. 14, n. 3, art. 330, 2024.

ARAÚJO, A. M. T.; MENEZES, C. S.; CURY, D. Um ambiente integrado para apoiar a avaliação da aprendizagem baseado em mapas conceituais. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 13., 2002, Florianópolis. SBIE, 2002. p. 49-59.

BARROWS, H. S. **A taxonomy of problem-based learning methods.** *Medical Education*, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x.

BRAGA, M. D. U. **É preciso conversar sobre a EJA: falta de investimentos, esvaziamento e o fracasso das políticas públicas: os desafios que jovens e adultos enfrentam para ter direito à educação no Brasil.** *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 694-720, 2023.

COSTA, A. J. F. **A oficina de saponificação como ferramenta da práxis pedagógica no ensino de química orgânica com ênfase em CTSA.** *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, Vitória, v. 9, n. 2, p. 54-68, 2020.

CUNHA, E. D.; SOUSA, A. A. D.; MACHADO, N. M. V. **A alimentação orgânica e as ações educativas na escola: diagnóstico para a educação em saúde e nutrição.** *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 15, supl. 1, p. 39-49, 2010.

HANSEN, T. R.; MARSANGO, D.; BRUM, D. L.; CLERICI, K. S.; SANTOS, R. A. **O conceito de energia em periódicos da área de Educação em Ciências: a discussão da conservação/degradação de energia em práticas educativas de perspectivas Freire-CTS.** *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 120-139, 2020.

LABURÚ, C. E.; RODRIGUES, R. **Laboratório caseiro: calorímetro de baixo custo.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 15, n. 3, p. 319-322, 1998.

LOYENS, S. M. M.; VAN MEERTEN, J. E.; SCHAAP, L.; WIJNIA, L. **Situating higher-order, critical, and critical-analytic thinking in problem- and project-based learning environments: a systematic review.** *Educational Psychology Review*, v. 35, art. 39, 2023.

MAGAJI, A.; ADJANI, M.; COOMBES, S. **A systematic review of preservice science teachers' experience of problem-based learning and implementing it in the classroom.** *Education Sciences*, v. 14, n. 3, art. 301, 2024.

MALHEIRO, J. M. S.; DINIZ, C. W. P. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: mudando atitudes de alunos e**

professores. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2008.

MORAES, J. U.; SANTANA, R. G.; VIANA-BARBOSA, C. J. **Avaliação baseada na aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8. Campinas. ABRAPEC, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas.** Material de apoio para o curso *Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: teorias e estratégias facilitadoras*. Curitiba: PUC-PR, 2013.

NUNES, L. M. D. S. **Aplicação de uma sequência didática sobre a reação de saponificação reutilizando o óleo residual doméstico com estudantes do 3º ano do ensino médio em uma escola pública no município de Santana.** 2023. 56 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

NUNES, M. D. R. **A problemática do vocabulário científico e o estudo etimológico como facilitador do conhecimento escolar de Biologia.** 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

PRADO, S. R. T. **Bioquímica e literatura: contos e crônicas – uma abordagem por meio da aprendizagem colaborativa.** *Revista de Ensino de Bioquímica*, São Paulo, v. 15, p. 189-201, 2017.

SANTOS, R. C. **O valor energético dos alimentos: exemplo de uma determinação experimental usando calorimetria de combustão.** *Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 220-224, 2010.

SARMENTO, A. C. D. H.; MUNIZ, C. R. R.; SILVA, N. R. D.; PEREIRA, V. A.; SANTANA, M. A. D. S.; SÁ, T. S. D.; EL-HANI, C. N. **Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 19, n. 3, p. 573-598, 2013.

SILVA, P.; FELIPE, E. H.; OLIVEIRA, R. C.; VICENTE, K. B. **O perfil do professor no ensino superior no século XXI.** *Multidebates*, Palmas, v. 3, n. 2, p. 124-134, 2019.

SOUZA, G. F.; PINHEIRO, N. A. M. **Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS): identificando tendências e possibilidades de pesquisa.** *Revista Dynamis*, Blumenau, v. 25, n. 1, p. 113-128, 2019.

STROHER, J. N.; HENCKES, S. B. R.; GEWEHR, D.; STROHSCHOEN, A. A. G. **Estratégias pedagógicas inovadoras compreendidas como metodologias ativas.** *Revista Thema*, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 734-747, 2018.

TORRES, I. R. B. **A EJA e o ensino superior: desafios do ingresso de estudantes jovens e adultos na graduação.** 2018. 50 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Sociais) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018.

Sobre os autores

Roseane Ferreira Medina

roseane.medina@estudante.ufjf.br

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Uberaba (2015) e Mestrado Profissional em Ensino de Biologia pelo PROFBIO Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares - MG. É professora da Educação Básica na Escola Estadual Professor Darcy Ribeiro, atuando nas disciplinas de Ciências e Biologia. Tem experiência na área de Biologia Geral, com ênfase no ensino de Ciências e Biologia. Possui especialização em Análises Clínicas e Microbiologia, e em Competências para Gestão da Sala de Aula.

Maísa Silva

maisa.silva@ufjf.br

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Ouro Preto (2004), mestrado (2005-2007), doutorado (2007-2011) e pós doutorado (2011-2013) na área de Bioquímica Estrutural e Fisiológica pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas também pela UFOP. Atualmente é Professora Associada de Bioquímica na Universidade Federal de Juiz de Fora/Campus Governador Valadares, ministrando as disciplinas Bioquímica Básica e Bioquímica Médica. É professora permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) na IES UFJF campus Governador Valadares. Possui experiência nas áreas de Bioquímica (Metabolismo) atuando, principalmente, na ação de alimentos/nutrientes sobre diabetes, esteatose hepática, síndrome metabólica, estresse oxidativo e inflamação. Além disso, vem desenvolvendo estudos na área de Educação para o ensino de Biologia.