

Sala de aula invertida: análise de experiência sobre o ensino/aprendizagem de bioquímica na graduação

Flipped classroom: analysis of an experience on undergraduate biochemistry teaching/learning

Aula invertida: análisis de una experiencia de enseñanza/aprendizaje de la bioquímica en la licenciatura

William Pereira Santos
Fernando Teixeira Gomes

Resumo: Métodos ativos de ensino têm sido adotados na formação de profissionais de diferentes áreas, estimulando o pensamento crítico e melhorando o processo de ensino-aprendizagem. O formato de “sala de aula invertida” é uma ferramenta de aprendizagem que combina a preparação do aluno, que assume postura mais ativa, tornando-se o agente principal e (co)responsável pela sua aprendizagem, diferente do modelo tradicional de ensino que centra-se na transmissão unilateral do conhecimento, mostrando algumas deficiências no processo de ensino / aprendizagem. O presente relato de experiência tem como objetivo observar e avaliar a inserção da “sala de aula invertida” como metodologia ativa aplicada ao ensino de Bioquímica, com o intuito de sensibilizar os alunos a se aproximarem e desenvolverem habilidades que auxiliem na compreensão de conteúdos propostos e despertar o interesse dos mesmos para áreas ditas complexas e, por vezes, abstratas, além de investir na formação dos futuros docentes. O diálogo entre os resultados obtidos na atividade prática e o contexto, mediado por uma parceria colaborativa entre grupo instrutor e professor, sob a proposta crítico-reflexiva desencadeada pela metodologia ativa de “sala de aula invertida”, transformou o panorama do ensino superior, melhorando o processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Metodologias ativas. *Flipped classroom*. Bioquímica. Caseína.

Abstract: Active teaching methods have been adopted in the training of professionals from different areas, stimulating critical thinking and improving the teaching-learning process. The "flipped classroom" format is a learning tool that combines the preparation of the student, who assumes a more active posture, becoming the main agent and (co)responsible for his learning, different from the traditional teaching model that focuses on the unilateral transmission of knowledge, showing some deficiencies in the teaching/learning process. The present experience report aims to observe and evaluate the insertion of the "flipped classroom" as an active methodology applied to the teaching of Biochemistry, in order to sensitize students to approach and develop skills that help in the understanding of the proposed content and arouse their interest in areas said to be complex and sometimes abstract, in addition to investing in the training of future teachers. The dialogue between the results obtained in the practical activity and the context, mediated by a collaborative partnership between instructor and professor, under the critical-reflexive proposal triggered by the active methodology of "flipped classroom", transformed the panorama of higher education, improving the learning process.

Keywords: Active methodologies. Flipped classroom. Biochemistry. Casein.

Resumen: Se han adoptado métodos de enseñanza activa en la formación de profesionales de diferentes áreas, estimulando el pensamiento crítico y mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje. El formato "aula invertida" es una herramienta de aprendizaje que combina la preparación del alumno, que asume una postura más activa, convirtiéndose en el principal agente y (co)responsable de su aprendizaje, diferente del modelo tradicional de enseñanza que se centra en la transmisión unilateral de conocimientos, mostrando algunas deficiencias en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Este informe de experiencia tiene como objetivo observar y evaluar la inserción de la "aula invertida" como metodología activa aplicada a la enseñanza de la Bioquímica, con el fin de sensibilizar a los estudiantes a acercarse y desarrollar habilidades que ayuden a la comprensión de los contenidos propuestos y despertar su interés por las áreas



que se dicen complejas y a veces abstractas, además de invertir en la formación de los futuros profesores. El diálogo entre los resultados obtenidos en la actividad práctica y el contexto, mediado por una asociación colaborativa entre el grupo de instructores y el profesor, bajo la propuesta crítico-reflexiva desencadenada por la metodología activa del "aula invertida", transformó el panorama de la educación superior, mejorando el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Metodologías activas. Aula invertida. Bioquímica. Caseína.

Introdução

Os modelos predominantes do ensino no sistema educacional contemporâneo é ainda tradicional e, por vezes, hermeticamente fechado: ao professor cabe ensinar os conteúdos e, aos alunos cabe ouvir o professor, acumular as informações apresentadas em aula e lembrar-se delas durante os testes e outras atividades propostas (BERGMANN; SAMS, 2018; WINTER; CARDOSO, 2019).

No modelo tradicional, o professor é visto como o único difusor de informações e o único detentor de conhecimentos, o qual utiliza a maior parte do tempo para cumprir o conteúdo programático pautado no ensino de assuntos pré-estabelecidos e, no restante, tirar dúvidas e propor atividades. Esse modelo torna o ensino escolar sistemático, monótono, uniforme e propício à adaptação (SILVA; PESCE; NETTO, 2018).

Diante dessas inconsistências, o modelo pedagógico de metodologias ativas de aprendizagem tem sido objeto de interesse de muitas instituições e intervenção nos programas de ensino (SANTOS; GOMES; FERLA, 2020).

O método de sala de aula invertida, também conhecido como *flipped classroom*, tem sido considerado efetivo para o processo de ensino e aprendizagem. Como o próprio nome sugere, trata-se de um método de ensino por meio do qual há deslocamentos na condição fixa dos papéis de professor e aluno (MAZUR; BROWN; JACOBSEN, 2015; RIOS, 2017). O deslocamento indicado pela expressão "invertido" não é professor ocupar o lugar do aluno e vice-versa, mas de reforçar o caráter ativo que a metodologia requer do estudante, como a participação direta no processo de construção do conhecimento no cotidiano escolar e a conexão ao conhecimento científico e, ao mesmo tempo, oportunidade de apresentar e relacionar os seus saberes



considerando questões e problemas identificados no cotidiano (SANTOS; GOMES; FERLA, 2020).

Criado na década de 2000, nos Estados Unidos, por dois professores, Jonathan Bergmann e Aaron Sams - ambos norte-americanos -, e propagada a partir de 2012 por meio da publicação do artigo “*Classroom Lectures Go Digital*” no jornal *The New York Times* por Michael Fitzpatrick, o método está sendo implantando em instituições internacionais de ensino renomadas, como as universidades *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, *Harvard*, *Duke* e *Stanford* (MAZUR; BROWN; JACOBSEN, 2015; RIOS, 2017).

Na prática, esse modelo se opõe ao padrão de aprendizagem passiva, “bancária”¹, baseada na transmissão do conhecimento de forma unilateral, sempre do professor para o aluno, pois oportuniza ao estudante a condição de explorar melhor as suas capacidades e traduzir mais efetivamente o conteúdo das aulas em conhecimentos úteis, aplicáveis (BERGMANN; SAMS, 2018; SILVA; PESCE; NETTO, 2018). Também mobiliza a aprendizagem a partir da interação com o cotidiano, identificando e sistematizando problemas e buscando alternativas para a produção de conhecimentos úteis e oportunos.

Nessa perspectiva, o aluno, ao assumir postura mais ativa, pode desenvolver projetos, participar da elaboração de aulas para apresentação no formato teórico e/ou prático, sendo agente principal e (co)responsável pela sua aprendizagem. Sendo assim, a aplicação da metodologia aos alunos fomenta o desenvolvimento de habilidades, capacitando-os para a elaboração de hipóteses, observação e interpretação de resultados e argumentação para conclusões, favorecendo a melhor compreensão dos conhecimentos técnico-científicos (SILVA; PESCE; NETTO, 2018). E, o professor, conforme Rodrigues; Spinasse; Vosgerau (2015), deve incitar, inspirar e envolver os alunos em discussões, permitindo tempo e espaço da aula para realização de atividades mais ativas, mais práticas, tornando os conteúdos teóricos mais envolventes e acessíveis.

¹Percebe-se o aluno, no sistema tradicional, como “um depósito de conteúdos disciplinares e passivo perante o professor e o conteúdo, não propiciando assim, um aprendizado significativo” (RIOS, 2017).



Para tanto, acredita-se que essa experiência contribui efetivamente para o desenvolvimento da capacidade de investigar, pesquisar e refletir para agir, tanto dos alunos do ensino médio, quanto para os de nível superior, sendo que, para estes contribui para o processo de formação do profissional docente (AUSTINO; SILVA; RODRIGUES, 2013; RIOS, 2017).

Moran (2015) considera a sala de aula invertida um dos modelos mais oportunos para mesclar tecnologia com metodologia de ensino. Mas, de acordo com Bergmann e Sams (2018), não existe um modelo único de inversão em sala de aula. O professor pode possibilitar e implantar diversas atividades práticas como estratégias de aprendizagem ativa que estimulem e coloquem os alunos como construtores ativos do conhecimento (SCHMITZ, 2016). Nesse direcionamento, diferentemente da maneira como tradicionalmente desenvolvia o plano de aula, pode-se repensar os materiais didáticos, elaboração e formas de avaliação, melhorando a qualidade de ensino (AUSTINO; SILVA; RODRIGUES, 2013; RIOS, 2017).

As propostas das atividades práticas visam valer-se da estratégia de promover a discussão sobre os conteúdos ministrados em aulas teóricas e práticas; traçar associações com possíveis situações que os alunos poderão encontrar no cotidiano como profissionais; tornar os alunos críticos do ponto de vista a aplicar o conteúdo em situações e experiências diárias (FIGUEIRA; ROCHA, 2012; RIOS, 2017).

Sob essa ótica, acredita-se que o espaço e os métodos destinados ao ensino são ressignificados, atendendo as propostas do ensino, como centralidade no processo de aprendizagem, e também das mudanças da concepção das formas de ensinar e aprender (RIOS, 2017).

O presente relato de experiência tem como objetivo observar e avaliar a implantação da “sala de aula invertida” como metodologia ativa aplicada ao ensino da disciplina de Bioquímica, com o intuito de sensibilizar os graduandos do curso de Ciências Biológicas a se aproximarem e desenvolverem habilidades que auxiliem na compreensão de conteúdos propostos, e despertar o interesse dos mesmos para áreas ditas complexas e, por vezes, abstratas, além de investir na formação dos futuros docentes.



Portanto, pretendeu-se sistematizar a experiência real oportunizada pela condição metodológica aplicada na disciplina Bioquímica, que serviu para ampliar a participação dos graduandos nas aulas práticas de laboratório. Os laboratórios de graduação são lugares de aprendizagem ativa. Sendo assim, esses espaços se tornam aliados para o ensino de conteúdos da graduação, consolidando a dimensão teórica e prática das disciplinas e, sobretudo, as transversalidades necessárias entre ambas.

Metodologia

A formatação pedagógica no modelo de sala de aula invertida foi aplicada na disciplina de Bioquímica, ministrada no 3º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, em uma instituição de ensino superior no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, no primeiro semestre de 2019.

Para este relato de experiência foi proposto aos alunos o desenvolvimento de uma aula prática sobre a “determinação do ponto isoelétrico da caseína”, para que pudessem observar o aprendizado autêntico, o trabalho em equipe, as habilidades de resolução de problemas e a interdisciplinaridade.

A atividade consistiu em executar procedimentos metodológicos, previamente discutidos e orientados por um grupo instrutor de alunos aos demais discentes da disciplina, sob a supervisão do professor responsável pela disciplina. Para tal, a tarefa foi dividida em duas etapas: a primeira consistiu na abordagem e discussão dos conceitos pertinentes ao tema, e a segunda, compreendeu da aplicação dos procedimentos técnicos pré-estabelecidos e disponíveis no roteiro da aula prática acessível aos alunos.

O desenvolvimento deste relato ocorreu primeiramente com a escolha da metodologia e, posteriormente, com a exploração de fontes relacionadas ao tema a ser abordado. Isto permitiu correlacionar as atividades desenvolvidas na prática às discussões, trocas de experiências e articulações entre aluno e professor. Portanto, identificou-se a necessidade de busca constante de informações, planejamentos da aula, reflexão-ação, análise crítica (contextualizada) e registros documentais dos procedimentos.



Os questionamentos da pesquisa, a partir dos quais foram selecionadas fontes, pesquisadas as referências e tratados os conceitos e ideias para o desenvolvimento deste relato, foram: “Como o protagonismo ativo do discente de Ciências Biológicas na disciplina de Bioquímica pode melhorar o processo de ensino e aprendizagem?” e “Como as atividades práticas podem despertar e manter o interesse dos alunos; compreender conceitos básicos; envolver os estudantes em investigações científicas e desenvolver habilidades?”.

A consulta foi realizada em diferentes bases de dados eletrônicas de domínio público: SciELO - *Scientific Electronic Library Online* (Biblioteca Científica Eletrônica On-line), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e de periódicos eletrônicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Portal de Periódicos Capes), com recorte de tempo que permitiu observar a relação entre a implantação de sala de aula invertida e melhores resultados a partir da metodologia. Por meio de mecanismos de buscas, foram pesquisados termos na língua portuguesa, como “metodologias ativas”, “sala de aula invertida”, “Bioquímica” e “caseína”, estabelecendo a relação entre eles, para firmar o escopo. Foram selecionados artigos escritos em português e inglês. Este relato de experiência também foi construído a partir dos apontamentos pessoais do primeiro e segundo autores sobre o aprendizado experienciado na atividade de ensino.

Trata-se de um relato de experiência sistematizando a prática docente e sem identificação dos sujeitos envolvidos, portanto isenta de aprovação de Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), segundo as Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O trabalho não apresenta conflito de interesses.

O “CASO” DA SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE BIOQUÍMICA

Bioquímica é uma disciplina que possui alto grau de especialização e forte tradição de transmissão vertical. No entanto, para o período no qual foi realizada esta análise, a proposta do planejamento foi conceder protagonismo



aos estudantes matriculados. Assim, o conteúdo teórico permaneceu ministrado pelo professor titular, como tradicionalmente acontece, e a segunda, a prática, passou a ser conduzida pelos estudantes.

Inicialmente a turma foi dividida em equipes, que variava entre quatro a seis integrantes, à escolha dos próprios estudantes. Semanalmente, cada grupo deveria preparar uma aula de tema pré-estabelecido para apresentação no modelo de atividade prática com reflexões e embasamentos teóricos, usando o aparato disponível no laboratório da instituição para facilitar a compreensão dos estudantes por meio dos experimentos realizados. Assim, como pré-requisito o grupo instrutor deveria, previamente à apresentação, estudar o conteúdo teórico, testar os experimentos propostos e planejar a apresentação, guiando-se pelo Roteiro de Atividades Práticas - material didático que traça os procedimentos para condução da prática, desenvolvido e disponibilizado pelo professor titular da disciplina.

Os temas estão previstos no plano pedagógico do curso e foram bastante variados, mostrando-se relevantes por estabelecerem associação com os diferentes campos de atuação do trabalho profissional do biólogo, além de redefinir os métodos e técnicas de ensino destinados a possibilitar a aprendizagem do estudante por parte do professor e do próprio estudante.

Os temas foram propostos pelo professor titular da disciplina e correspondem às práticas laboratoriais desenvolvidas por professores de Biologia e profissionais biólogos com atuação nos mais diversos setores, como ambiental, analítico, científico, clínico, industrial, além de estas articularem e cumprirem o Projeto Pedagógico da disciplina de Bioquímica de diversas instituições de ensino (SGRILLO, 2006; STROHSCHOEN; SALVI, 2013). Os resultados práticos permitem contextualizar os conteúdos e estreitar a relação da educação/ensino com outras áreas, saúde, indústria e a própria educação, mas apresentam suas especificações (Quadro 1).

QUADRO 1. Temas selecionados para as aulas práticas da disciplina de Bioquímica no curso de graduação em Ciências Biológicas, em uma instituição de ensino superior do município de Juiz de Fora, MG, durante o primeiro semestre letivo de 2019.

TEMAS SELECIONADOS	OBJETIVOS
Preparo de solução glicofisiológica e solução antisséptica	Preparar soluções utilizando a técnica de pesagem em balança analítica e determinação de volumes.



Preparo e aplicação do Reativo de Biureto	Preparar o reativo de Biureto e aplicá-lo na identificação de ligações peptídicas.
Reações de coloração de aminoácidos e proteínas reação de ninhidrina	Caracterizar a presença de proteínas por meio de testes que reconheçam a presença de aminas primárias presentes em solução (reação da ninhidrina).
Determinação de albumina na urina	Evidenciar a presença de proteína em amostra de urina pela desnaturação com ácido nítrico.
Precipitação de proteínas	Realizar as reações das proteínas com formação de precipitados utilizando as propriedades das mesmas.
Determinação do ponto isoelétrico da caseína	Reconhecer as proteínas como moléculas eletricamente carregadas e analisar a influência do pH sobre a distribuição dessas cargas.
Determinação da atividade enzimática da amilase salivar	Demonstrar a ação das enzimas sobre substratos específicos e sua incapacidade de ação sobre os não específicos, assim como a interferência da temperatura, concentração da enzima e pH, reduzindo ou aumentando sua atividade.
Extração e caracterização de glicídios da batata	Extrair e caracterizar os glicídios presentes na batata, comumente encontrados na alimentação.
Reações de identificação de glicídios	Identificar os diferentes glicídios por meio da reação de Molisch, identificar a presença de cetoses presentes nas amostras pela reação de Seliwanoff e verificar o poder redutor de monossacarídeos pela reação de Tollens.
Preparo e aplicação do reativo de Benedict	Preparar e usar o reativo de Benedict para a identificação da presença de glicose em amostras de urina.
Identificação e propriedades dos lipídios	Demonstrar a solubilidade dos lipídios, sua capacidade emulsificante e as propriedades dos sabões sobre as gorduras em geral.

Fonte: os autores, 2020.

As práticas podem ser aplicadas para turmas escolares de ensinos fundamental e médio e da graduação, quando compatíveis com os conteúdos curriculares, sendo conduzidas por professores de Química, Biologia e/ou Bioquímica. O intuito de aplicá-las é introduzir ou revisar o ensino e conceitos de Química, quando em níveis básicos, ou ainda, favorecer o entendimento de Bioquímica, quando aplicada em nível superior em cursos de graduação que abrangem a disciplina, mobilizando os alunos à produção de conceitos oportunos.

Todos os temas apresentados no Quadro 1 foram desenvolvidos durante o semestre letivo (2019.1). Este relato, porém, tem foco na prática “Determinação do ponto isoelétrico da caseína”, que serviu como disparador de



condições para analisar a aplicação da metodologia ativa de “sala de aula invertida” e o envolvimento e aprendizagem dos graduandos nas aulas de Bioquímica. A escolha do tema para este relato tem cunho pessoal, considerando que o primeiro autor foi integrante do grupo instrutor.

O interesse pelo “caso” é pragmático: trata-se do processo de atividade prática vivenciado por um dos autores. A base empírica vivenciada para o ensaio teórico surgiu da vontade de refletir sobre a formação acadêmica e os campos de atuação do biólogo, numa conexão que aproxima as duas dimensões.

A execução da aula prática ocorreu em 100 (cem) minutos. Houve apresentação do tema, abrangendo brevemente os conceitos de acordo com o referencial teórico relacionado à proposta e a apresentação do experimento, evidenciando os materiais e equipamentos necessários, a metodologia, bem como a aplicação do experimento no cotidiano. Em seguida foram realizados os procedimentos técnicos pré-estabelecidos e disponíveis no material didático.

Na sequência, os alunos, distribuídos em grupos, repetiram os procedimentos apresentados, fazendo uso do material didático e recebendo periodicamente a visita do grupo instrutor, que auxiliava e estimulava os alunos a exporem seus conhecimentos, experiências, mas também as dúvidas e dificuldades em relação ao conteúdo abordado, supervisionado pelo professor titular da disciplina. Aos mesmos foi solicitado que registrassem e anotassem as informações pertinentes ao experimento para construção dos resultados.

O laboratório destinado às atividades práticas dispunha de uma bancada fixa de trabalho para o grupo instrutor e outras três mesas grandes retangulares para os demais alunos, sendo que em todas havia os materiais e reagentes necessários para os experimentos.

O procedimento incluiu o uso de materiais que normalmente estão obrigatoriamente disponíveis em laboratório de Bioquímica das Instituições de Ensino Superior (IES), incluindo vidrarias, equipamentos, reagentes e soluções, além de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Coletiva (EPC).

As etapas desenvolvidas no grupo



CONHECENDO O OBJETO DA PRÁTICA: A CASEÍNA

A caseína é uma glicofosfoproteína encontrada no leite, constituída por quatro cadeias denominadas: α_{s1} , α_{s2} , β e κ , com peso molecular total de aproximadamente 86.240 daltons e ponto isoelétrico na faixa de 4,5 a 4,7 (CAMILO, 2007). É uma proteína abundante no leite de vaca, constituindo aproximadamente 80% do total, sendo que os outros 20% de proteínas do soro. O leite humano também contém esta proteína, porém, em quantidade menor. Em ambos, atua como emulsificante para manter unidas as moléculas de água e gordura (BRASIL et al., 2015).

170

As caseínas compreendem uma grande família de fosfoproteínas e a sua qualidade nutricional se relaciona à disponibilidade de lisina - um aminoácido essencial que confere um ótimo complemento para as proteínas de origem vegetal (ALIBRA, 2016).

A grande quantidade de aminoácidos que a compõe, confere considerável valor nutritivo, sendo, por isso, aplicada na indústria de alimentos, como para a fabricação de produtos cárneos, de panificação, chocolates e confeitos (ALIBRA, 2016; CAMILO, 2007). Essa aplicação tem se tornado cada vez mais frequente, devido à contribuição para o aumento da biodisponibilidade de cálcio no leite, solubilidade e aos aspectos sensoriais (ALIBRA, 2016; QUIROGA, 2014).

Por ter elevada estabilidade térmica, a caseína permite que o leite seja submetido a elevadas temperaturas. Na indústria de iogurte e queijo, isso é importante, pois permitem a fervura do leite sem que ele tenha a sua estabilidade alterada (BRASIL et al., 2015).

Mas a caseína não é aplicada apenas na indústria de alimentos. É também utilizada para a confecção de grande variedade de outros produtos, como galalite (tipo de plástico), colas, materiais adesivos e, também, na indústria farmacêutica, devido as suas propriedades físico-químicas (SILVA et al., 2019).

Assim, a prática teve como objetivo principal reconhecer as proteínas como moléculas eletricamente carregadas e analisar a influência do pH sobre a distribuição dessas cargas, compreendendo os fenômenos químicos envolvidos nas reações. Como objetivos secundários, evidenciar os resultados,



enaltecendo a sua aplicação no setor comercial, sobretudo no processamento de derivados do leite; manusear vidrarias, soluções e reagentes; e despertar o interesse dos alunos para áreas de estudos consideradas complexas e, às vezes, abstratas; aprender e/ou revisar conceitos, como, por exemplo, estrutura dos aminoácidos e de proteínas, soluções e reações.

APLICAÇÃO

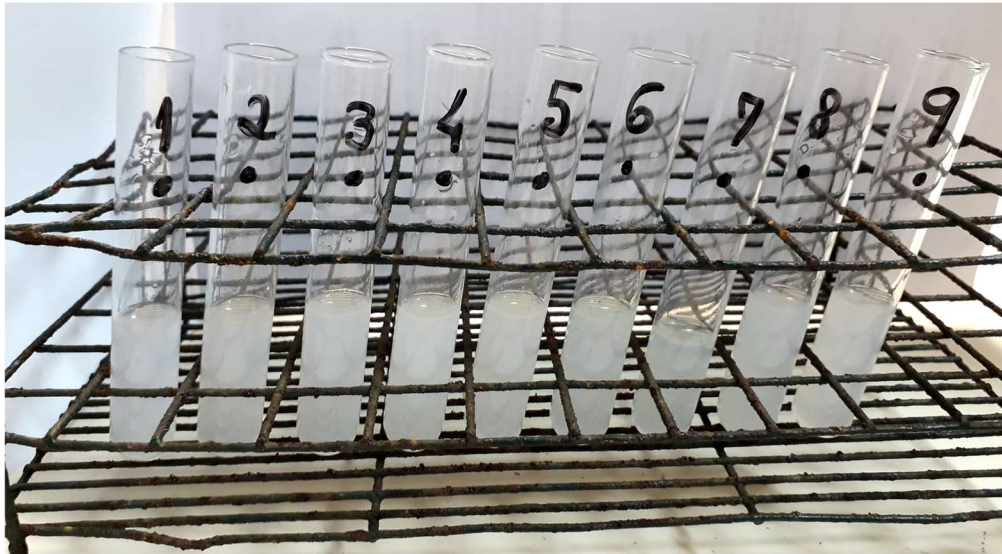
No leite a caseína se encontra na forma de longas cadeias peptídicas e pode sofrer precipitação pela exposição ao ácido e pela renina - uma enzima presente no suco gástrico (QUIROGA, 2014).

Para extração da caseína do leite, utilizou-se solução de ácido acético em quantidade suficiente até o aparecimento de um precipitado abundante. Posteriormente, para o preparo da solução da caseína, utilizou-se ácido acético (CH_3COOH) 1M, ácido clorídrico (HCl) 1N e hidróxido de sódio (NaOH) 1M, e o pH foi ajustado, com auxílio de um pHmetro, para um valor próximo da neutralidade utilizando, para isso, ácido (HCl) ou base (NaOH).

Assim, após a adição do ácido acético 1M e 2M, em quantidades específicas pré-estabelecidas, em solução de caseína obtida conforme procedimentos estabelecidos (SGRILLO, 2006), observou-se que, se a proteína é colocada em um determinado valor de pH em que ela terá a mesma quantidade de cargas positivas em relação as cargas negativas, a tendência é que essas proteínas diminuam sua afinidade pelo solvente. Nesse caso, considerando a quantidade igual de cargas negativas e positivas, elas tendem a se interagir, promovendo ligações intermoleculares, precipitando-se (Tubo 4) (Figura 1).

FIGURA 1. Aspecto físico das soluções, apresentando os tubos: 4) aspecto turvo, indicando maior precipitação; 7) aspecto mais translúcido, indicando maior solubilidade.





Fonte: Arquivo pessoal (domínio do autor).

O tubo 4 apresentou turbidez mais evidente em relação à solução contida nos demais, demonstrando que o valor de pH obtido para este tratamento (Quadro 2) está próximo ao ponto isoelétrico da caseína (MARZZOCO; TORRES, 2007).

QUADRO 2. Resultados das medidas de pH dos tubos de ensaio.

Resultados	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6	Tubo 7	Tubo 8	Tubo 9
pH	5,0	5,2	4,9	4,67	3,42	3,18	2,92	3,25	3,23
Turbidez				A			B		

Legenda:

A) Maior turbidez, indicando precipitação da caseína.

B) Menor turbidez, indicando dissolução no meio.

Fonte: os autores, 2020.

O pH do meio é importante para conhecer o ponto isoelétrico da caseína. A estabilidade dessa proteína é dada por uma conformação esférica de aminoácidos ácidos. Há um excesso de cargas negativas, e o meio fortemente ácido, abaixo do ponto isoelétrico da caseína, provoca a desestabilização da conformação molecular interagindo de forma iônica com as cargas negativas (MARZZOCO; TORRES, 2007). Essa desestabilização pode ser traduzida pela precipitação ou coagulação ácida da proteína, o que explica o aspecto visual mais turvo do Tubo 4 que apresentou valor de pH na faixa de 4,67.

A turbidez acentuada indica que há mais proteína precipitada, sendo, neste caso, o pH correspondente ao ponto isoelétrico. Nesse ponto há o equilíbrio entre as cargas, fazendo com que a carga molecular seja nula, o que faz com que as forças de repulsão entre as moléculas de proteína e as forças de interação com solvente sejam mínimas, favorecendo sua separação. Assim, as proteínas formam aglomerados que tendem a se precipitar.

Essa característica é essencial para a produção de produtos derivados do leite, como iogurte e queijo. Assim, o ácido láctico, liberado pelos microrganismos fermentadores, acidifica o leite e, conseqüentemente, desnatura a caseína, que se rearranja e solidifica (BRASIL et al., 2015). Esse processo confere vida-de-prateleira longa aos produtos lácteos derivados, devido à esterilização das proteínas (BRASIL et al., 2015).

De maneira contrária, observou-se que no tubo 7, valor de pH entre 2,9 e 3,0 (Quadro 1) ocorreu menor turvação da solução, sendo perceptível, inclusive, o aspecto mais translúcido da mesma.

Quando se tem uma proteína, seja ela com predominância maior de cargas negativas ou de cargas positivas, as cargas tendem a atrair a molécula de água, fazendo com que essa proteína fique mais solúvel em um meio aquoso (MARZZOCO; TORRES, 2007).

Protagonismo discente: do planejamento à execução

Conforme a estrutura apresentada por Schmitz (2016) a sala de aula invertida consta de uma metodologia dividida em três momentos: “antes da aula” (planejamento), “durante a aula” (execução) e “depois da aula” (reflexão).

Na preparação da aula prática, os alunos que compuseram o grupo instrutor realizaram um estudo prévio extraclasse do conteúdo que seria abordado em aula, por meio de revisão de literatura. Além do estudo, os alunos testaram os procedimentos da técnica utilizando o material didático e os recursos materiais do laboratório. Esta etapa de análise, criação e avaliação ocorreu em grupo, permitindo o diálogo entre os componentes da equipe, que se concentraram no laboratório de Bioquímica, como sugere Schmitz (2016).



Com relação a proposta da atividade em grupo, o planejamento da aula requer trabalho de forma colaborativa para entender o conceito e sua aplicação que, posteriormente, foram apresentados. Com a sala de aula invertida aumenta-se a responsabilidade no que cerne ao processo de aprendizagem que, em razão do esforço individual e/ou coletivo, será alcançado o sucesso no ensino.

O trabalho prévio, executado no momento inicial, aproxima o sujeito do objeto num processo que consiste em construir o conhecimento em grupo. Nessa perspectiva, um rol de habilidades socioemocionais é construído, ressaltando habilidades de comunicação, organização, trabalho em equipe, solução de problemas e colaboração de ideias, como endossa Schmitz (2016) e Rodrigues (2015), sendo que esses aspectos são importantes para obterem sucesso em um mercado de trabalho.

As reflexões vão de encontro ao que Paulo Freire (1996) apresenta sobre o princípio teórico das metodologias ativas: a autonomia. Esta razão é o que garante o aluno ser protagonista do seu próprio processo de formação, destacando também outros princípios que fundamentam as metodologias ativas: “a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, a problematização e o diálogo presente na relação professor-estudante” (RIOS, 2017, p. 34).

Durante a elaboração, o aluno entra em contato com uma fonte inesgotável de informações, principalmente, com os materiais disponíveis e facilmente acessíveis na internet (LIMA; HOLANDA, 2016).

No método tradicional, o conteúdo padronizado seria limitado e transmitido apenas pelo professor - que assume papel de centro do saber e único transmissor de conhecimento (SCHMITZ, 2016).

O momento subsequente, o de execução, deu continuidade à fase de preparação. Antes da apresentação pelo grupo instrutor, a turma foi dividida em equipes e cada uma assumiu a responsabilidade de uma bancada de trabalho. O Roteiro de Atividades Práticas foi disponibilizado à turma preliminarmente, que permitiu ser um apoio para guiar os alunos durante a execução dos procedimentos. Assim, fez-se uma breve consideração sobre o conteúdo e os



alunos puderam acompanhar a descrição dos procedimentos, materiais e instruções de trabalho; permitiu também praticar, observar e correlacionar o conteúdo teórico aos resultados dos testes.

Esse momento, por meio da condução da aula, permite que o aluno coloque o seu aprendizado em prática, estabelecendo interação entre teoria e prática. Esse encontro entre a teoria e a prática, “busca provocar a visão do todo, superando a fragmentação” (LIMA; HOLANDA, 2016, p. 101).

Assim, essa etapa permite que o aluno se torne ativo e não mais apenas observador, e o conteúdo se torne mais dinâmico, contrapondo à condição estática como no modelo tradicional de ensino (SCHMITZ, 2016).

Essa etapa é importante, pois condiciona que os alunos se tornem mais interessados e engajados. Estas características são, por sinal, importantes para a sociedade contemporânea que requer um novo tipo de indivíduo, “dotado de postura autônoma, criativa, crítica e reflexiva que o tornem qualificado e capaz de se adaptar às situações novas, sempre pronto a aprender” (LIMA; HOLANDA, 2016, p. 100).

Por se tratar de um curso de licenciatura, esta etapa foi importante para o aluno instrutor experimentar e se aproximar da profissão de docente, encarando o desafio de transmitir o conteúdo apreendido, esclarecer dúvidas, estabelecer comunicação com a equipe e com os demais alunos, supervisionar e auxiliar nas atividades práticas e administrar o tempo da aula.

Vista dessa perspectiva, a concepção e o desenvolvimento prático das atividades reestruturam o processo de aprendizagem (RODRIGUES; SPINASSE; VOSGERAU, 2015) e são uma forma de preparar o aluno para uma atividade produtiva, reflexiva e transformadora (LIMA; HOLANDA, 2016, p. 100), pois a proposta da metodologia permite que o aluno desenvolva a habilidade de pensar criticamente (RODRIGUES; SPINASSE; VOSGERAU, 2015).

O último momento da atividade consistiu na discussão dos conteúdos mediada pelo professor. Como ressalta Schmitz (2016, p.101), “o educador profissional observa o aluno continuamente, proporciona *feedback* imediato e avalia o aluno constantemente” e completa “o professor dispõe de mais tempo



em aula para promover aprendizagem significativa” (SCHMITZ, 2016, p.102). Nesse sentido, no método de sala de aula invertida, o professor interage mais com os alunos ao invés de gastar todo o tempo da aula expondo os conteúdos teóricos.

Ao final dos testes, cada grupo teve oportunidade e foi instigado a apresentar os resultados, contemplando êxitos e dificuldades, e o professor elucidou o tema, permitindo melhorar a compreensão, bem como avaliou qualitativamente o desempenho dos alunos, chegando aos conceitos que decorrem.

O professor também avaliou o grupo instrutor, verificando a administração do tempo, a compreensão dos conceitos e conteúdos apresentados durante a condução da aula, identificando dúvidas e objetivos não alcançados devido às dificuldades que encontraram no material didático e no referencial teórico, sendo possível, diante disso, ajudá-los a melhor compreender o conteúdo exposto.

Essa conduta vai de encontro às discussões da literatura sobre sala de aula invertida, que mostram que o papel dos alunos e dos professores e as abordagens são cruciais para o sucesso da aplicação do modelo (SCHMITZ, 2016).

Com base na percepção de dificuldades quanto ao entendimento manifestadas por meio das respostas fornecidas pelos alunos durante a aula, o professor fez os devidos esclarecimentos. Foi valorizado o esforço de apresentação e de argumentação para justificar os resultados acerca do experimento e, à medida que os alunos avançavam nas observações, o professor explorava o tema e aprofundava os conceitos, sem negligenciar a proposta da disciplina, envolvendo os alunos em discussão e questionamentos, ouvindo os relatos, dúvidas, impressões e êxitos, assumindo, dessa forma, o papel de mentor. Durante a observação, o professor também percebeu as dificuldades e objetivos não alcançados por meio das respostas fornecidas pelos alunos ou mesmo pela lembrança da observação do desempenho durante a execução da atividade prática.



Desse modo, assim como aponta Paulo Freire (1996) sobre a proposta de interação, o professor não seria mais o catalisador do saber e da atenção, mas integrador e mediador.

Quanto à atividade de construção de relatório, o professor estimulou a turma a traçar uma associação da aula prática à vida real ao resgatar os conceitos adquiridos, assumindo, nesse sentido, o papel de orientador, como apresenta Wilson (2013). Assim, pode delinear conceitos-chaves da disciplina para que fossem contemplados no trabalho extraclasse. Nesse sentido, o professor avaliou a capacidade de transformar o conhecimento em relatório em modelo pré-estabelecido. Outra finalidade importante da aplicação da atividade seria a fixação dos conteúdos estudados (WINTER; CARDOSO, 2019).

A experiência de ensino e aprendizagem vivida pelos alunos durante a atividade prática realizada possibilitou que os mesmos adotassem postura crítico-reflexiva durante o cumprimento das etapas do procedimento, bem como na formulação de hipóteses, interpretação dos resultados e correlação destes aos conceitos teóricos (SILVA; PESCE; NETTO, 2018).

Essa estratégia estabelece o desafio de tornar o aluno gestor do tempo e responsável por transmitir o conteúdo, sendo, nesse caso, induzido e estimulado a estudar sobre o tema da aula. Nesse sentido, o aluno ganha protagonismo e o professor, nessa situação, supervisiona, tira dúvidas e acrescenta conhecimento que os alunos não detêm, além de propor discussões (SILVA; PESCE; NETTO, 2018).

O diálogo e a participação efetiva dos diferentes atores, nas diversas etapas do procedimento prático, foram condições importantes para a construção do conhecimento, pautada na observação e no compartilhamento. Esta construção coletiva foi alinhavada na metodologia ativa cuja centralidade está em conceder protagonismo ao aluno, ampliando as condições de resolutividade, inexistente no modelo tradicional de ensino.

Poucos trabalhos relataram especificamente o benefício da sala de aula invertida para ensino de Bioquímica. Porém, alguns trabalhos demonstraram que as metodologias ativas podem possibilitar resultados bem-sucedidos (WINTER; CARDOSO, 2019).



A aprendizagem baseada em equipe (ABE) - outro tipo de metodologia ativa, que também combina preparação independente do estudante/grupo previamente à aula - mostrou resultado positivo quando aplicada na disciplina de Bioquímica no *Chicago College of Osteopathic Medicine e Midwestern University*, nos Estados Unidos. Pesquisas posteriores revelaram que os alunos do curso aprenderam mais por esta metodologia (WINTER; CARDOSO, 2019). Esses resultados parecem apontar a necessidade de continuar investigando a efetividade da metodologia de sala de aula invertida.

Considerações finais

Face às necessidades de transformações que vem ocorrendo no ensino, caracterizadas por mudanças metodológicas, acredita-se que a construção do conhecimento seja otimizada com a aplicação da “sala de aula invertida”, uma vez que esse formato pode estimular o hábito de estudo e a busca ativa de informações.

Utilizando essa metodologia, por meio da observação do envolvimento do aluno com proposta da aula, foi verificado que os mesmos apresentaram ganhos significativos na compreensão de conceitos teóricos, técnicos e práticos.

A aplicação da metodologia resgatou habilidades relacionadas à observação, descrição e interpretação de resultados obtidos durante os experimentos; ofereceu práticas de didáticas aos futuros professores de Ciências e Biologia; tornou mais concreto o ensino de moléculas proteicas e reações químicas; permitiu visualizar a importância da aplicação da técnica selecionada na prática profissional. Além de verificar algumas competências, como a capacidade de trabalhar em grupo, considerando que uma das etapas da prática é prévia e desenvolvida em grupo, e, durante a apresentação, desenvolver a habilidade de falar em público e transmitir a mensagem com relação ao conteúdo compreendido. Isso reforça a importância de manter funcionando e em condições adequadas os laboratórios de ensino na graduação e da formação docente.

O diálogo entre os resultados obtidos na atividade prática e o contexto, mediado por uma parceria colaborativa entre grupo instrutor e professor, sob a



proposta crítico-reflexivo desencadeada pela metodologia ativa de “sala de aula invertida”, transformou o panorama do ensino superior, melhorando o processo de aprendizagem.

Alguns estudos revelam que, em algumas instituições onde foi implantada a sala de aula invertida, foi observado progresso dos alunos nos testes avaliativos, empenho e atitudes (RODRIGUES; SPINASSE; VOSGERAU, 2015).

Entretanto, mais trabalhos sobre o tema fazem-se necessários para analisar o benefício no processo de ensino de Bioquímica, para demonstrar que a apreensão do conhecimento pautado nessa metodologia ativa pode ser promissora.

Referências

ALIBRA INGREDIENTES LTDA. Proteínas do leite - caseinato de cálcio e sódio e sua utilização na indústria de alimentos. **Food Ingredients Brasil**, n. 39, p. 22-3, 2016. Disponível em: <<https://revista-fi.com/revista/39-2016/mobile/index.html#p=23>>. Acesso em: 4 dez. 2021.

AUSTINO, E. M. B.; SILVA, A. C. O.; RODRIGUES, E. C. Problemas enfrentados pelos docentes em sala de aula. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/9447_6834.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2021.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2018. Disponível em: <<https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Sala-de-Aula-Invertida-Uma-metodologia-Ativa-de-Aprendizagem.pdf3>>. Acesso em: 4 dez. 2021.

BRASIL, R. B. *et al.* Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino. **Ciência Animal**, Fortaleza, v. 25, n. 2, p. 71-80, 2015. Disponível em: <uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo06_2015_2_.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.

CAMILO, K. F. B. **Complexo pectina/caseína: aspectos básicos e aplicados**. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <teses.usp.br/teses/disponiveis/600137/tde-21052009-155617/publicoTese_de_doutorado.pdf/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

FIGUEIRA, A. C. M.; ROCHA, J. B. T. Açúcares redutores no ensino superior: atividades baseadas na resolução de problemas. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 7, n. 3, p. 79-85, 2012. Disponível em:



<https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID191/v7_n3_a2012.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia - saberes necessários à prática educativa**. Coleção Saberes. 36. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

LIMA, R. V. G.; HOLANDA, M. J. Uma breve discussão sobre a metodologia da aula invertida: possibilidades e desafios. **Revista Filosofia Capital**, v. 11, p. 99-111, 2016. Disponível em: <<http://www.filosofiacapital.org/ojs-2.1.1/index.php/filosofiacapital/article/viewFile/352/289>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007.

MAZUR, A.; BROWN, B.; JACOBSEN, M. Learning Designs using flipped classroom instruction. **Canadian Journal of Learning and Tecnology**, v. 41, n. 2, p. 1-26, 2015. Disponível em: <[file:///C:/Users/Microsoft-PC/Downloads/FlippedLearning_CJLT%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Microsoft-PC/Downloads/FlippedLearning_CJLT%20(1).pdf)>. Acesso em: 4 dez. 2021.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. *In.*: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: UEPG, 2015. v. 2, p. 15-33. Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/1121724-Colecao-Midias-Contemporaneas-Convergencias-Midiaticas-Educacao-e-Cidadania-aproximacoes-jovens-Volume-II/>>. Acesso em: 02 out. 2021.

QUIROGA, A. L. B. Dossiê proteínas. **Food Ingredients Brasil**, n. 22, p. 58-68, 2012. Disponível em: <https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060879641001464957906.pdf>. Acesso em: 02 out. 2021.

RIOS, M. D. R. **Sala de aula invertida: uma abordagem pedagógica no ensino superior no Brasil**. 2017. 169 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Comunicação e Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19035/1/SalaAulaInvertida.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2021.

RODRIGUES, C. E. S. L. Habilidades socioemocionais: a OCDE e seu projeto de governança educacional global. *In.*: REUNIÃO NACIONAL DA ANPED, 37., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015. Disponível em: <<http://37reuniao.anped.org.br/wp-content/uploads/2015/02/Trabalho-GT13-4316.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2021.

RODRIGUES, C. S.; SPINASSE, J. F.; VOSGERAU, D. S. R. Sala de aula invertida - uma revisão sistemática. *In.*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2015. Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/extcal/event.php?event=119>>. Acesso em: 14 out. 2021.

SANTOS, W. P.; GOMES, F. T.; FERLA, A. A. Aprendizagem ativa e protagonismo discente: experiência de sala de aula invertida no ensino de



Bioquímica na graduação. *In*: Congresso Internacional da rede Unida. Rede Unida, 14., 2020. Niterói. **Anais...** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2020. Disponível em: <redeunida.org.br/pt-br/evento/8/standalone/anais/?title=WILLIAM+PEREIRA+SANTOS>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SCHMITZ, E. X. S. **Sala de aula invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem.** Dissertação (Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12043/DIS_PPGTER_2016_SC_HMITZ_ELIESER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SGRILLO, K. R. P. de A. **Roteiros para aulas práticas de bioquímica.** Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, 2006. 46p. Disponível em: <https://www.sgrillo.net/katia/roteiro_aulas_praticas.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2021.

SILVA, M. I. Z; PESCE, L; NETTO, A. V; Aplicação de sala de aula invertida para o aprendizado de língua portuguesa no ensino médio de escola pública. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v. 5, n. 1, 2018. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14728/9712>. Acesso em: 4 dez. 2021.

SILVA, N. N. *et al.* Micelas de caseína: dos monômeros à estrutura supramolecular. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e2018185, 2019. Disponível em: <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1122032995>. Acesso em: 4 dez. 2021.

STROHSCHOEN, A. A. G.; SALVI, L. C. **Construindo práticas educativas no ensino superior: roteiros de atividades experimentais e investigativas.** Lajeado: Univates, 2013. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/12/pdf_12.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

WILSON, S. The flipped class: a method to address the challenges of an undergraduate statistics course. **Teaching of Psychology**, v. 40, n. 3, p.193-99, 2013. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0098628313487461>. Acesso em: 4 dez. 2021.

WINTER, E.; CARDOSO, F. P. Aprendizagem baseada em equipes no ensino de bioquímica na graduação. **Journal of Biochemistry Education**, São Paulo, v. 7, n. Esp., p. 26-36, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Microsoft-PC/Downloads/Aprendizagem_baseada_em_equipes_no_ensino_de_bioqu%20(1).pdf>. Acesso em: 4 dez. 2021.



Sobre os autores

William Pereira Santos

pereirasantoswilliam@gmail.com

Biólogo. Especialista em Citologia Clínica. Citotécnico pelo Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) e Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Especialista em Citopatologia pela Sociedade Brasileira de Citopatologia (SBC). Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF). Minas Gerais, Brasil.

Fernando Teixeira Gomes

ftgomes2002@gmail.com

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1990), mestrado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1995) e doutorado em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (1999). Atualmente é professor adjunto da Universidade Presidente Antônio Carlos, professor adjunto do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Tem experiência na área de Biologia, com ênfase em Biologia Celular, Bioquímica e Fisiologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição mineral e alelopatia de compostos do metabolismo secundário.

