

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

Perceptions of motivation to learn and changes in misconceptions of immunology in high school: a didactic sequence about the coronavirus

Alice Maria de Oliveira Reis
Maria Clara Prates de Abreu
Camila Dias-Lopes
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte-Brasil

Resumo

A motivação para aprender tem como princípio dar significado aos conteúdos de atividades e conectá-las às concepções prévias dos educandos. O conteúdo de imunologia no ensino médio é majoritariamente trabalhado de forma abstrata, bélica e fragmentada. Este artigo descreve e avalia uma sequência didática investigativa que usa como evento de ancoragem a infecção pelo coronavírus. Os dados foram analisados quantitativamente por teste t de student, por meio da comparação de questionários propostos aos estudantes, e qualitativamente, por meio da análise de conteúdo de seus produtos. Os resultados mostram que algumas concepções alternativas, como a ideia de que anticorpos são células, não foram alteradas. Entretanto, uma grande parcela dos estudantes deixou de associar a função do anticorpo à de uma arma de destruição. Além disso, altos escores foram obtidos nas subescalas de motivação que indicam percepção de prazer e interesse, com uma correlação positiva entre esse escore e o acertos nas questões do tema.

Palavras-chave: Concepções alternativas; Ensino para equidade; Motivação para aprender.

Abstract

The principle of motivation to learn is to give meaning to the content of activities and connect them to the students' previous conceptions. The content of Immunology in high school is predominantly addressed in an abstract, combative, and fragmented manner. This article describes and evaluates an investigative didactic sequence, which uses coronavirus infection as an anchoring event and employs strategies for motivation to learn and teaching for equity. The data was analyzed quantitatively through questionnaires given to the students, and qualitatively by analyzing their outputs. The results show that some alternative conceptions, such as the idea that antibodies are cells, were not altered. However, a significant portion of the students stopped associating the function of antibodies with that of a weapon. Additionally, high scores were obtained in the motivation subscales, indicating a perception of pleasure and interest, with a positive correlation between these scores and correct answers on the subject matter.

Keywords: Misconceptions; Teaching for equity; Motivation to learn.

Introdução

Um ensino com abordagem mais concreta e homeostásica sobre o sistema imune no Ensino Médio tem se tornado fundamental, uma vez que há, cada vez mais, descobertas sobre o papel desse sistema em contextos fisiológicos (Marques *et al.*, 2016). Além disso, concepções prévias alternativas têm sido observadas em sala de aula e livros didáticos, como, por exemplo, a de que o sistema imune atua exclusivamente na defesa contra o ataque de patógenos (Andrade, 2016).

Algumas das concepções alternativas de calouros dos cursos da área de biológicas relacionadas à imunologia (Barreto; Teixeira, 2013) foram organizadas no quadro 1. Uma das concepções alternativas que se destaca está relacionada à função dos anticorpos, uma vez que essa molécula é protagonista na imunidade humoral, cuja importância já foi demonstrada há mais de um centenário. Behring e Kitasato (1890) usaram soros de animais com difteria para proteger, de forma passiva, animais não imunes à doença. Após a inoculação da bactéria diftérica, eles demonstraram que não eram as células, mas algo no soro que conferia tal proteção. A partir disso, os estudos imunológicos seguiram um viés médico, com a busca de tratamentos de infecções com soro e vacina, e bioquímico, com a descoberta da molécula do soro envolvida na proteção e a teoria da formação dos anticorpos (Vaz, 2011). Esses aspectos históricos podem ter influência na hipervalorização da resposta imune humoral em detrimento das demais ações do sistema imune observada nos livros didáticos do Ensino Médio e nas concepções discentes (Andrade, 2014; Siqueira-Batista *et al.*, 2009), como, por exemplo, a falta de conhecimento do papel das células em mecanismos efetores dos anticorpos.

Quadro 1 - Concepções alternativas que os estudantes normalmente têm sobre cada assunto dentro do conteúdo de imunologia

Conteúdo de Imunologia	Concepção alternativa
Função do anticorpo	Atuam como “balas de revólver” que destroem os antígenos.
Função do Sistema Imunológico	É o responsável por combater os corpos estranhos que podem aparecer no organismo.

Componentes do Sistema Imunológico	Formado apenas por células.
Memória Imunológica	Anticorpos produzidos em uma primeira infecção são os mesmos que reconhecem os antígenos em outras infecções; a memória guarda uma “fórmula de receita” para produção de anticorpos.

Fonte: Elaboração própria a partir de Barreto e Teixeira (2013)

A partir disso, surge a necessidade da utilização de estratégias que possam ancorar as concepções prévias dos estudantes em temas de imunologia do dia-a-dia, de forma a aumentar a percepção de valor no conhecimento abordado e a motivá-los. A motivação dos estudantes não é algo imutável, ela está sujeita a mudanças e pode ser adquirida (Weinstein, 2011). Nesse contexto, existem dois tipos de motivação: a motivação para aprender, na qual o estudante busca tirar proveito das atividades acadêmicas para obter os benefícios do aprendizado, e a motivação intrínseca, na qual o estudante apenas se sente motivado por encontrar prazer naquele assunto ou atividade específicos (Brophy, 2004; Ryan; Deci, 2000). Dessa forma, algumas estratégias podem ser utilizadas para aumentar a motivação dos alunos. Uma delas é trabalhar o valor percebido, ou seja, atribuir significado à tarefa que o aluno realizará, um significado que faça sentido no seu contexto (Brophy, 2004).

Brophy (2010) defende que a motivação para aprender difere tanto da motivação extrínseca, aguçada pelo reforço, como da motivação intrínseca, despertada pelo prazer, ainda que possa coexistir com qualquer uma delas. A motivação para aprender diverge dessas classificações dicotômicas, visto que é uma experiência cognitiva que abrange tentativas que buscam dar sentido ao conteúdo de uma atividade, conectar as informações aos conhecimentos prévios e possuir as competências que a atividade desenvolve.

Nesse cenário, o trabalho em grupo pode ser um grande aliado para motivar os alunos a participarem ativamente em uma sala de aula heterogênea. Nesse tipo de atividade, o professor é responsável pela delegação de autoridade, ou seja, ele faz com que os alunos se responsabilizem por certas partes do trabalho (Cohen; Lotan, 2017). Assim, eles se tornam protagonistas para cumprir a tarefa atribuída, mas ainda necessitam de um direcionamento estruturado, com cartões contendo recursos e orientações para condução da tarefa e entrega de um produto final. Além disso, as atividades podem ser criadas de forma a demandar

múltiplas habilidades, fazendo com que o estudante precise interagir com o grupo para realização plena das tarefas. Colocar os estudantes em grupos, com distribuição de papéis para cada um dos membros, também pode ser uma forma de fazer com que todos participem de forma mais equitativa nas atividades propostas, contando principalmente com o apoio dos pares (Cohen; Lotan, 2017).

A autonomia e compreensão do saber científico no ensino de ciências também são importantes aliados. O ensino por investigação (EnCI) é uma abordagem que trabalha nesse enfoque e, em conjunto com o trabalho em grupo, pode ser uma poderosa ferramenta. O EnCI já esteve vinculado, de forma equivocada, à ideia de mão na massa, mas ele é pautado no desenvolvimento de um conhecimento conceitual e processual, permitindo uma reflexão argumentativa (Sasseron, 2018). Osborne (2014, 2019) considera a argumentação crítica o ponto central da atividade científica e reflete que essa leva a um melhor conhecimento conceitual. Sendo assim, considera o termo mentes em ação (em inglês “*minds on*”) mais adequado que o termo mão na massa, já que é necessária a reflexão crítica para compreensão de fenômenos, além dela ser um ponto chave em todas as etapas da investigação científica. No EnCI, assim como nos princípios de motivação para aprender, é desejável que as atividades contenham situações que façam parte da cultura e realidade dos alunos, para que eles possam ver a aplicabilidade do conhecimento que acabaram de construir e refletir criticamente sobre seus próprios contextos (Carvalho, 2012).

Entre os eixos estruturantes da alfabetização científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2011), estão a relação existente entre o desenvolvimento científico e tecnológico e seu papel ético e político na sociedade e meio ambiente. Nesse contexto, o problema inicial de uma sequência de ensino pode ser um evento de ancoragem, ou seja, um evento que não seja possível explicar com apenas um conceito ou ideia, mas que reúna várias teorias científicas para sua explicação, muitas vezes até conhecimentos interdisciplinares (Ambitious Science Teaching, 2014). Penuel e Bell (2016) definem como bons eventos de ancoragem aqueles que se baseiam em experiências familiares ou do cotidiano, considerando o contexto do estudante, e que despertam sua curiosidade, além de possuir dados, texto ou imagens que permitem que os alunos possam ver e investigar.

Diante do exposto, a sequência didática construída e desenvolvida neste trabalho possui viés investigativo e se vale de evento de ancoragem, buscando motivar os alunos para

o conteúdo de imunologia, utilizando o contexto da pandemia do SARS-COV-2, presente no momento do seu desenvolvimento, e o funcionamento das vacinas para tratá-la. O principal objetivo da sequência é desmistificar concepções prévias alternativas e abordar o sistema imune de forma mais concreta por intermédio do protagonismo do estudante, fazendo uso do trabalho em grupo para sala de aulas heterogêneas.

Na seção sobre metodologia, apresentaremos o desenho da sequência, contexto do seu desenvolvimento e informações relacionadas à coleta dos dados, além dos métodos de análise das concepções alternativas e percepções de motivação para aprender. Na seção de resultados e discussão, faremos a descrição e discussão dos dados relacionados ao desenvolvimento em uma escola pública, seguida das conclusões dessa análise e suas limitações.

Metodologia

A sequência didática foi desenvolvida em uma escola técnica federal de nível médio, em duas turmas do curso técnico subsequente de biotecnologia, no ano de 2023. As turmas tinham 16 e 17 alunos cada, abrangendo uma faixa etária dos 18 aos 30 anos. A sequência didática construída foi desenvolvida nas aulas da professora titular da disciplina, também autora deste trabalho. A coleta de dados foi realizada por meio da execução das atividades propostas e das respostas aos questionários diagnóstico e final. A pesquisa se propõe a realizar análise descritiva quantitativa e qualitativa dos materiais produzidos e das respostas dos estudantes.

Durante a construção da sequência, visando tornar o aluno protagonista de sua própria aprendizagem, foram construídos dois cartões de atividade distintos, de forma que os grupos de quatro estudantes pudessem trabalhar de forma autônoma (Figura 1), ambos trazendo um evento de ancoragem e questões norteadoras sobre a atividade. Os cartões também orientaram o estudante na elaboração de um produto final, possuindo instruções do que seria avaliado na apresentação do produto do grupo. Também foram elaborados cartões de recursos contendo esquemas, imagens e gráficos, usando como modelo a resposta imune ao coronavírus (Morales-Núñez, 2021) ou esquemas de livros como o gráfico contendo a cinética da resposta imune frente a um patógeno (Abbas, 2008) para subsidiar as respostas às questões norteadoras de forma independente e, conseqüentemente, auxiliar na produção do produto final. Na figura 2, estão apresentados alguns exemplos de cartões de recursos

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

utilizados, sendo um relativo à pergunta 1 de ambos os cartões (Figura 2A) e o outro (Figura 2B) relativo à pergunta 3 do cartão de recursos B (Figura 1).

Figura 1 - Cartões de Atividade utilizados na sequência didática

CARTÃO DE ATIVIDADE 1 - Afinal, os anticorpos são balas de revólver?

vírus: "tenta entrar pela segunda vez nós mesmo corpo"

anticorpos:



Neste meme, o personagem Gru, protagonista do filme Meu Malvado Favorito, é representado com um antígeno, que está pronto para eliminar um vírus quando ele entra uma segunda vez no corpo. **Em seu grupo, discutam:**

- Como os anticorpos atuam sobre os vírus ou outros microorganismos? Eles funcionam como balas de revólver?
- Após o contato com o vírus (ou outra molécula estranha) como os anticorpos são produzidos?
- Em um segundo contato com o vírus, como os anticorpos são gerados? Eles estão sempre presentes na circulação?

Produto do grupo: Em uma folha, usem recursos como texto, imagens e desenhos para explicar para uma pessoa que não quer ser vacinada como os anticorpos atuam sobre o coronavírus.

Critérios de avaliação:

- O produto representa as moléculas, células e órgãos envolvidos.
- O produto mostra como é o mecanismo de ação dos anticorpos, sua produção em uma primeira infecção e em uma nova infecção com o mesmo vírus.

CARTÃO DE ATIVIDADE 2 – Como é a imunoterapia para tratar COVID-19?

O diálogo ao lado ocorreu entre duas pessoas que leram a reportagem sobre a imunoterapia realizada por Donald Trump*, ex-presidente dos Estados Unidos. A fim de explicar o que realmente ocorre para José e Paulo, **discutam:**

- Como foi colocado por José, os anticorpos realmente são capazes de destruir o vírus? como eles agem sobre agentes externos como o sars-cov-2?
- Os anticorpos são diferentes dos glóbulos brancos? Qual a composição do anticorpo?
- A imunoterapia poderia substituir a vacina? Por que?

***reportagem presente no cartão de recursos 1.**

Produto do grupo: Em uma folha, usem recursos como texto, imagens e desenhos para explicar para os dois homens como ocorre a atuação dos anticorpos contra o sars-cov-2 no nosso corpo.

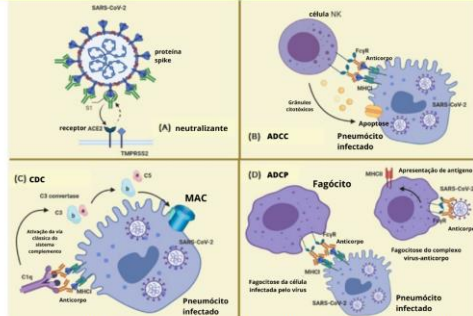
Critérios de avaliação:

- O produto representa as moléculas, células e órgãos envolvidos.
- O produto mostra como é o mecanismo de ação dos anticorpos, sua produção em uma primeira infecção e em uma nova infecção com o mesmo vírus.

Fonte: Elaboração própria, 2022

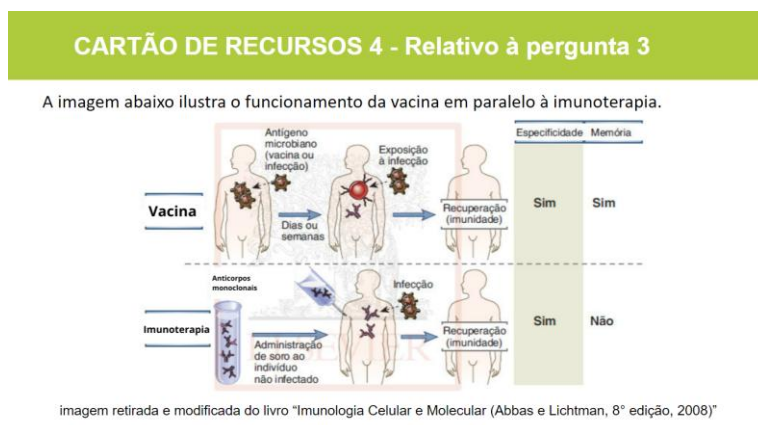
Figura 2 - Exemplos de cartões de recursos utilizados.

CARTÃO DE RECURSOS 1 - Relativo a pergunta 1



A imagem mostra diferentes mecanismos de ação dos anticorpos sobre o vírus SARS-CoV-2. (A) a ação neutralizante, na qual o anticorpo se liga a proteína spike do vírus e impede sua ligação ao receptor ACE-2 na célula pulmonar. (B) Receptores presentes em algumas células de defesa (células NK) interagem com células infectadas, ligadas previamente a anticorpos. Após este reconhecimento, a célula infectada é eliminada através da liberação de grânulos citotóxicos pela célula de defesa. (C) A ligação de uma molécula de complemento em células infectadas reconhecidas por anticorpos leva à ativação do sistema complemento que cria um poro na célula (MAC), levando ao seu rompimento. (D) fagócitos podem dar fim à células infectadas por vírus, através do reconhecimento de anticorpos em sua superfície e posterior fagocitose da célula.

Imagem retirada e modificada do artigo "Overview of Neutralizing Antibodies and Their Potential in COVID-19 (Morales-Núñez, 2021)"



Fonte: Elaboração própria, 2022

Os eventos de ancoragem escolhidos para os cartões de atividade foram um meme e um diálogo, ambos relacionados ao conteúdo de imunologia e trabalhando algumas concepções prévias alternativas sobre esse conteúdo, descritas na literatura e ilustradas no quadro 1. As questões norteadoras e cartões de recursos buscaram contextualizar as imagens dos cartões e também abordar a pandemia do SARS-CoV-2 como algo próximo da realidade dos estudantes no momento de aplicação da atividade.

Também foram preparados dois questionários que seriam respondidos pelos participantes, sendo um deles previamente à aplicação da atividade (questionário diagnóstico) e o outro posteriormente a ela (questionário final). É importante salientar que todos os respondentes do questionário apresentaram TALE e/ou TCLE devidamente preenchidos e o projeto foi submetido ao comitê de ética e aprovado (CAAE número 63565722.1.0000.5149). O questionário diagnóstico continha afirmativas relacionadas a conceitos alternativos encontrados na literatura e, para cada afirmativa, os participantes deveriam assinalar verdadeiro ou falso. No questionário final, as mesmas perguntas foram aplicadas, para avaliar possíveis mudanças de concepção pós-atividade. O objetivo foi investigar se eles traziam de fato algumas dessas concepções prévias alternativas e se elas foram alteradas.

Também foram adicionadas 40 questões no questionário final, obtidas do Inventário de Motivação Intrínseca - IMI (Ryan, 1994) e do Questionário de Estratégias de Motivação para Aprendizagem - MSLQ (Pintrich, 1991), com nossa tradução. O objetivo foi avaliar a motivação para aprender dos estudantes, por meio das subescalas interesse/aproveitamento, competência percebida, esforço/importância, valor/utilidade, escolha percebida,

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

pressão/tensão, orientação a metas intrínseca, controle de crenças de aprendizagem, teste de Ansiedade e valor da tarefa (Quadro 2).

Quadro 2 - Exemplos de perguntas do IMI e MLSQ contidas no questionário final e as respectivas subescalas a qual pertencem, bem como número de perguntas de cada subescala colocadas no questionário (n)

Subescala	IMI		Subescala	MSLQ	
	Exemplo de pergunta	n		Exemplo de pergunta	n
Interesse/ Aproveitamento	Eu descreveria esta atividade como muito interessante.	4	Orientação a metas intrínseca	A coisa mais gratificante para mim nesta atividade foi compreender o conteúdo da forma mais profunda possível.	4
Competência percebida	Eu fui muito habilidoso nessa atividade.	4	Controle de Crenças de Aprendizagem	Se eu estudar de maneira adequada, serei capaz de aprender o conteúdo desta aula.	4
Pressão/ Tensão	Eu me senti pressionado enquanto fazia a atividade.	4	Teste de Ansiedade	Quando faço essa atividade, penso em como estou me saindo mal em comparação com outros alunos.	4
Valor/Utilidade	Eu acredito que fazer esta atividade pode trazer um benefício para mim.	4	Valor da tarefa	Acho que o material deste conteúdo foi útil para minha aprendizagem.	4
Esforço/ Importância	Eu não coloquei muita energia nessa atividade.	4			
Escolha Percebida	Eu acredito que tive alguma escolha sobre fazer esta atividade.	4			

Fonte: Elaboração própria baseada no IMI e MSLQ (2022)

A aplicação da atividade em sala foi dividida em etapas (quadro 3), totalizando duas aulas de cinquenta minutos. No primeiro momento, foi realizada uma apresentação do

projeto de pesquisa e de como seria a dinâmica de toda a atividade e, logo depois, foi dado um tempo para que os estudantes pudessem responder ao questionário diagnóstico. Em um segundo momento, os estudantes foram divididos em grupos de quatro alunos, nos quais foi feita a atribuição de competências e orientação de múltiplas habilidades entre os integrantes (Cohen; Lotan, 2017), de modo que cada um pudesse se responsabilizar por tarefas de integração do grupo. Cada um dos grupos recebeu um cartão de atividades, juntamente com os cartões de recurso referentes a ele. Os cartões de atividade foram distribuídos de forma aleatória para grupos diferentes. Após se dividirem em funções e discutirem as atividades propostas nos cartões, cada grupo montou seu próprio modelo explicativo relativo aos questionamentos presentes no seu cartão, o produto final.

Em seguida, foi realizada a sistematização, em sala de aula, de forma que os estudantes pudessem compartilhar o produto e as questões discutidas pelo grupo. No fim, foi dado novamente um tempo para que cada aluno respondesse ao questionário final.

Quadro 3 - Programação das atividades propostas na sequência

Aula	Etapas	Atividade	Objetivo	Duração
Aula 1	Aplicação de questionário diagnóstico	Estudantes respondem a um questionário individualmente	Compreender alguns dos conhecimentos prévios dos estudantes	15 min
Aula 1	Distribuição dos cartões de atividade e recursos e execução da atividade	Estudantes em grupo discutem perguntas dos cartões de atividade enquanto montam produto final	Incentivá-los a pensar sobre as concepções alternativas por meio de uma situação problema	35 min
Aula 2	Sistematização de conhecimentos por intermédio da apresentação do produto final	Estudantes apresentam produto final para outros grupos e discutem ambas apresentações	Fazer uma discussão dialogada dos conhecimentos recém adquiridos e desmistificar de fato as concepções alternativas	35 min

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

Aula 2	Aplicação de questionário final	Estudantes respondem ao questionário individualmente	Avaliar se houve mudança das concepções iniciais e a motivação dos estudantes ao realizar a atividade	15 min
--------	---------------------------------	--	---	--------

Fonte: Elaboração própria (2022)

Após a aplicação, as respostas dos questionários foram analisadas, calculando o coeficiente Alpha de Cronbach, no programa Microsoft Excel 2018, para cada categoria do IMI e MSLQ utilizada, para verificar a consistência interna do questionário. Nesse cálculo, foram considerados os valores de referência determinados por Landis e Koch (1977), sendo a consistência interna considerada quase perfeita para Alpha maior que 0,80; substancial para Alpha maior ou igual a 0,61 e menor ou igual a 0,80; moderada para Alpha maior ou igual a 0,41 e menor ou igual a 0,60; razoável para Alpha maior ou igual a 0,21 e menor ou igual a 0,40 e pequena para Alpha menor que 0,21. Foram consideradas com boa consistência interna aquelas subescalas com valor igual ou maior a 0,61, ou seja, com consistência substancial ou quase perfeita.

De acordo com esse referencial, a consistência interna de todas as subescalas foi boa, com exceção da subescala percepção de escolha (Quadro 4). Isso indica que as perguntas dessa subescala específica não foram eficazes para avaliar a escolha percebida dos estudantes. Sendo assim, nenhuma interpretação foi realizada para essa subescala. Apesar disso, considerando o valor de alfa de Cronbach das outras subescalas, o questionário apresentou uma boa consistência dentro do contexto em que foi aplicado.

Quadro 4 - Consistência interna de cada subescala

Subescala de motivação para aprender	Alfa de Cronbach	Consistência Interna
Orientação de Motivação Intrínseca	0,63	Substancial
Valor da atividade	0,65	Substancial
Controle de Crenças de Aprendizagem	0,62	Substancial
Ansiedade no teste	0,76	Substancial
Interesse/Prazer	0,62	Substancial
Competência Percebida	0,89	Quase perfeito
Esforço/Importância	0,71	Substancial
Pressão/Tensão	0,79	Substancial
Percepção de Escolha	0,11	Pequeno
Valor/utilidade	0,83	Quase perfeito

Fonte: Elaboração própria (2022)

A categorização dos escores das médias das respostas dos estudantes para cada subescala foi feita com base nos pontos de corte utilizados no trabalho de Azevedo e colaboradores (2019), que foram: $\leq 3,0$ (não verdadeiro/não motivado), $> 3,0$ e $< 6,0$ (algo verdadeiro/motivado) e $\geq 6,0$ (muito verdadeiro/muito motivado).

Para avaliar se a diferença era estatisticamente significativa, usamos o teste t de Student entre os acertos nas respostas do questionário diagnóstico e do questionário final no programa Microsoft Excel 2018. Para essa análise, as respostas foram transformadas em um sistema binário, em que os acertos correspondiam a 1 e os erros a 0. É importante salientar que essa pontuação foi atribuída apenas para análise dos dados e não como nota escolar, uma vez que a atividade não foi pontuada na disciplina.

A análise dos produtos elaborados pelos estudantes foi realizada utilizando o método de análise de conteúdo com fundamento em Bardin (2011). Brevemente, o método consiste nos seguintes critérios de análise: (1) pré-análise, na qual os produtos foram analisados e foram formuladas hipóteses e objetivos que serviram como base para interpretação final; (2) exploração do material, etapa que consiste em extensiva análise dos produtos e formulação

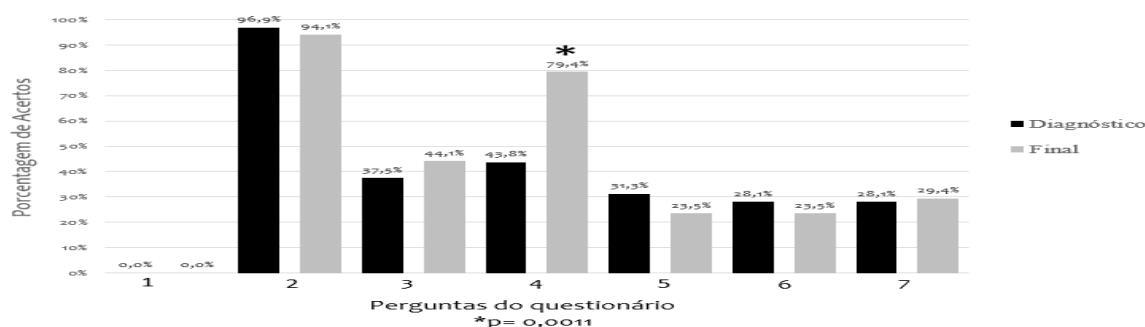
de categorias por meio de agrupamentos com características semelhantes e (3) tratamento e interpretação dos resultados, etapa que quantifica o número de produtos por categoria.

Para verificar a existência de uma correlação entre o número de acertos no questionário final e as pontuações no questionário de motivação — ou seja, se os alunos mais motivados obtiveram um maior número de acertos — foi realizada uma análise de correlação de Pearson, utilizando o Microsoft Excel 2018. A correlação foi avaliada tanto entre o número de acertos totais e cada subescala de motivação, quanto somente entre o número de acertos na questão 4 com cada subescala de motivação. Os valores entre 0,10 e 0,29 foram considerados indicativos de uma correlação fraca/pequena, enquanto aqueles entre 0,30 e 0,49 foram classificados como médios/moderados. Já os valores entre 0,50 e 1 foram interpretados como representando uma correlação forte/grande (Cohen, 1988).

Resultados e Discussão

A fim de compreender a evolução das concepções alternativas principais do diagnóstico inicial após a aplicação da sequência, a análise foi iniciada avaliando a porcentagem de acertos entre os questionários diagnóstico e final (Figura 3 e quadro 5). Observamos uma mudança significativa apenas na afirmativa 4. No diagnóstico inicial, 43,83% acertaram essa questão. Após a aplicação da sequência, esse índice aumentou para 79,45%. A diversidade de funções dos anticorpos e os mecanismos moleculares e concretos de sua ação foram os principais focos da sequência, sendo conteúdo de vários cartões de recursos, o que pode ser observado na figura 2. Isso sugere que os alunos foram capazes de ler as informações nos cartões de recurso ou mesmo compreender alguns conceitos na etapa de sistematização da sequência. Nas outras afirmativas, com exceção da 1, houve diferença na porcentagem de acertos, mas nenhuma de fato estatisticamente significativa.

Figura 3- Comparação da porcentagem de acertos das afirmativas sobre o conteúdo de imunologia, presentes no questionário diagnóstico e final



Fonte: Elaboração própria, 2024

Quadro 5 - Perguntas colocadas no questionário e a resposta correta de cada uma

Pergunta	Resposta correta
1- O sistema imunológico é um sistema responsável por combater corpos estranhos no organismo.	Falso
2- O sistema imunológico tem como componentes apenas os glóbulos brancos, macrófagos e anticorpos.	Falso
3- Os anticorpos são células que se unem ao antígeno para impedi-lo de causar danos ao organismo.	Falso
4- O anticorpo tem a função de destruir o antígeno.	Falso
5- Vacina é a injeção de antígenos enfraquecidos para que o organismo produza exclusivamente anticorpos.	Falso
6- Em resposta à vacinação, o corpo desenha e constroi anticorpos para determinada doença.	Falso
7- Anticorpos produzidos no primeiro contato com o antígeno ficam armazenados no organismo até que se encontrem novamente com o mesmo antígeno, possibilitando, então, uma ação rápida contra ele.	Falso

Fonte: Elaboração própria, 2024

Na afirmativa 1, não houve mudança de um questionário para outro. Todos os alunos marcaram a opção errada, tanto no questionário diagnóstico quanto no final. Essa situação provavelmente ocorreu devido a uma má formulação da afirmativa, já que o sistema imune combate patógenos, mas essa não é sua única função. Talvez fosse necessário colocar o termo “exclusivamente” para tornar a frase incorreta.

Mesmo após a aplicação da sequência, os estudantes ainda não assinalaram como errada a afirmativa que diz que os anticorpos são células, confundindo os níveis hierárquicos da composição da vida. A mesma concepção alternativa foi observada por Barreto e Teixeira (2013). Também a compreensão do processo de seleção clonal (76,5% dos estudantes erraram a alternativa 6) e a importância das células na re-infecção e vacinação (76,5% dos estudantes marcaram a resposta errada na alternativa 5 e 70,6% na alternativa 7) parecem não ter sido concepções que mudaram ao longo da sequência, com base na análise dos questionários.

Os produtos dos grupos de estudantes, que foram representações para explicar como os anticorpos atuam frente ao coronavírus, também foram analisados (Quadro 6). Grande parte dos grupos (5 de um total de 6) representou ou mencionou a função neutralizadora dos anticorpos, coerente com as respostas dos questionários de que a sua função não é destruir

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

o antígeno. A neutralização específica é uma das muitas funções efetoras de anticorpos, que bloqueiam a ligação de moléculas dos microrganismos às células-alvo, ação demonstrada frente ao coronavírus nos recursos dessa atividade. Outra função mencionada na metade dos produtos foi a opsonização e fagocitose mediada por anticorpos, mostrando o envolvimento de células. Essa e mais duas outras funções efetoras de anticorpos (ação das células *natural killers* dependente de anticorpo e ativação do complemento), disponíveis no cartão de recursos, foram mencionadas pelos estudantes, embora em menor frequência.

Quadro 6- Análise de conteúdo e categorização feita a partir dos produtos produzidos por cada grupo de estudantes

Categoria	Descrição	Número de produtos	Exemplo de produto dentro da categoria descrita
Função do anticorpo: neutralização	Alunos representam e/ou mencionam função neutralizadora do anticorpo.	5	Grupo 2
Função do anticorpo: reconhecimento para célula NK	Alunos representam e/ou mencionam função que os anticorpos têm de marcar células infectadas possibilitando reconhecimento e ação de células NK.	2	Grupo 4
Função do anticorpo: sistema complemento	Alunos representam e/ou mencionam a função do anticorpo de ativar o sistema complemento.	1	Grupo 1
Função do anticorpo: marcação seguida de fagocitose	Alunos representam e/ou mencionam a função do anticorpo de marcar vírus e células infectadas para que sejam reconhecidos pelos macrófagos e sejam fagocitados.	3	Grupo 5
Representação (sem nome) de células envolvidas	Alunos representam células do sistema imune sem mencionar nome.	2	Grupo 6
Representação (com nome) de células envolvidas	Alunos representam células do sistema imune mencionando seu nome.	4	Grupo 5
Memória imunológica	Alunos representaram o mecanismo de produção memória.	2	Grupo 6
Nível hierárquico apropriado da composição do anticorpo	Alunos apontaram que anticorpo é uma proteína.	2	Grupo 4

Uso de palavras bélicas	Alunos usaram palavras que são normalmente utilizadas em contexto bélico, sendo elas “destroem”, “destruindo”, “ataco”.	2	Grupo 2
-------------------------	---	---	---------

Fonte: Elaboração própria, 2024

Também analisamos a representação de células envolvidas nos mecanismos efetores e observamos que dos 6 grupos, 4 representaram células mencionando o nome e 2 deles não o mencionam. Apesar dos produtos apresentarem células distintas de anticorpos, em torno de 66% dos estudantes ainda não foram capazes de marcar errada no diagnóstico final a afirmativa que dizia que os anticorpos são células. Ainda assim, dois produtos apontam que o anticorpo é uma proteína e dois produtos foram capazes de representar o mecanismo de produção de células de memória.

A presente análise também mostra que um terço dos grupos ainda faz uso de palavras bélicas para explicar os mecanismos de ação dos anticorpos, como os verbos “atacar” e “destruir”, condizentes com trabalhos anteriores que demonstraram a abordagem bélica em livros didáticos (Andrade, 2014) e falas de estudantes do ensino médio (Andrade, 2016).

Quanto à motivação dos estudantes, dez subescalas foram analisadas (quadro 7) de acordo com dois inventários de questões que tem a intenção de avaliar a experiência subjetiva dos participantes em uma tarefa-alvo ou uma disciplina (Ryan, 1994; Pintrich, 1991). As subescalas orientação a metas intrínsecas e interesse/aproveitamento são as escalas que avaliam em que grau os estudantes percebem que estão participando da tarefa por prazer, curiosidade e interesse, ou seja, subescalas que avaliam motivação intrínseca por si só. Nessas duas subescalas, os escores médios mostraram valores altos, sendo considerados algo verdadeiro ou muito verdadeiro. O resultado dessa percepção é surpreendente, uma vez que os professores têm a percepção de que os estudantes muitas vezes não têm interesse por atividades em que trabalham de forma mais ativa.

Duas subescalas particularmente interessantes no contexto deste trabalho são o valor da tarefa (MSLQ) e valor/utilidade (IMI), uma vez que avaliam o quão importante e útil é a percepção dos estudantes naquela tarefa e que pode levar a maior engajamento. Como tratamos de uma situação vivida no dia-a-dia dos estudantes, no período da pandemia, esperávamos escores altos. Os escores médios mostram que os valores ficaram acima de 6,5 em 7,0 nessas duas subescalas, sendo classificadas como muito verdadeiro ou muito

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

motivado. Esses resultados reforçam que a sequência construída conseguiu gerar, nos estudantes, uma percepção de sentido na atividade, conforme princípios da motivação para aprender descritos por Brophy (2010).

Também utilizamos duas subescalas que são preditores negativos de motivação: ansiedade no teste (MSLQ) e pressão/tensão (IMI). Os escores médios mostram que os estudantes tiveram baixa percepção de ansiedade no teste que avalia preocupação cognitiva e preocupação com o desempenho, segundo o inventário MSLQ. Entretanto, o mesmo não foi observado na subescala equivalente no IMI, pressão e tensão, sendo classificada como algo verdadeiro. Isso pode mostrar que é necessário um treinamento gradual e contínuo de tarefas que demandem múltiplas habilidades e participação ativa, com o intuito de reduzir o grau de ansiedade.

Os estudantes mostraram, por intermédio dos escores médios das respostas do questionário, que tiveram a percepção de esforço na atividade ou consideraram importante ir bem na atividade (classificação muito verdadeiro). Além disso, o controle de crenças de aprendizagem, que teve classificação como algo verdadeiro, mostra as crenças dos estudantes de que resultados positivos serão obtidos pelos seus esforços em aprender nesta atividade. O mesmo resultado foi obtido para a subescala competência percebida, que é um preditor positivo de medidas comportamentais de motivação.

Quadro 7 - Média dos escores para cada subescala do IMI e MSLQ utilizadas

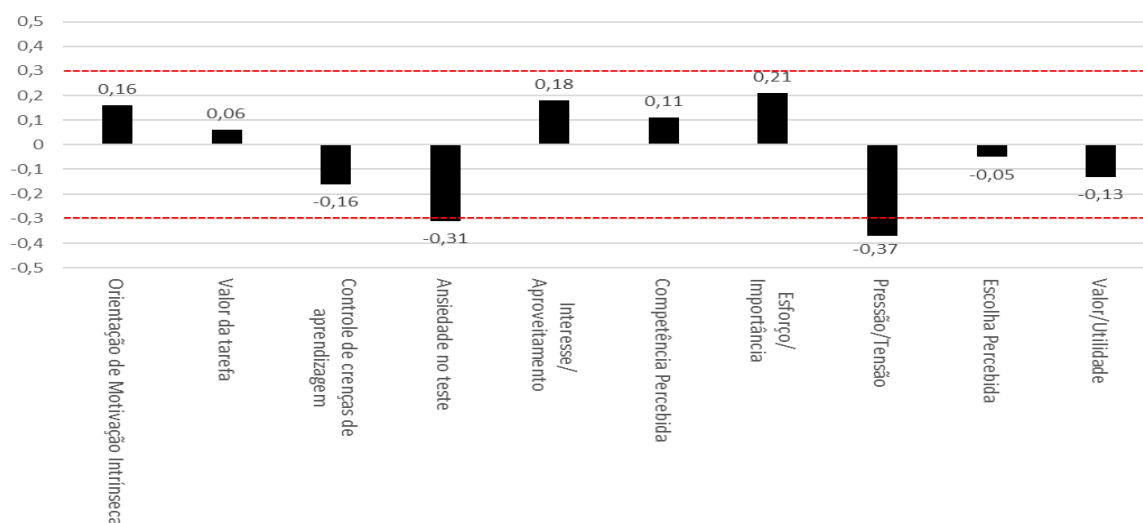
Subescala	Escore médios (com desvio padrão)	Classificação
Orientação a Metas Intrínsecas (MSLQ)	5,82 $\pm$ 1,64	Algo verdadeiro/Motivado
Interesse/Aproveitamento (IMI)	6,4 $\pm$ 0,98	Muito verdadeiro/Muito motivado
Valor da tarefa (MSLQ)	6,64 $\pm$ 0,78	Muito verdadeiro/Muito motivado
Valor/Utilidade (IMI)	6,69 $\pm$ 0,66	Muito verdadeiro/muito motivado
Ansiedade no teste (MSLQ)	2,93 $\pm$ 2,05	Não verdadeiro
Pressão/Tensão (IMI)	3,49 $\pm$ 2,20	Algo verdadeiro
Esforço/Importância	6,01 $\pm$ 1,34	Muito verdadeiro/Muito motivado

Controle de crenças de aprendizagem (MSLQ)	5,63 $\pm$ 1,79	Algo verdadeiro/motivado
Competência Percebida (IMI)	5,06 $\pm$ 1,70	Algo verdadeiro/motivado

Fonte: Elaboração própria (2024)

Após análise da evolução nos questionários, dos produtos dos estudantes e escores médios nas subescalas de motivação para aprender, avaliamos se havia algum tipo de correlação entre a motivação dos estudantes, em cada subescala, e o número de acertos da questão 4 no questionário final (Figura 4) ou também com a média de acertos total do questionário final (Figura 5). Na subescala de orientação a metas intrínsecas (MSLQ), foi possível observar uma correlação positiva moderada entre a média de acertos das questões do questionário e a percepção de motivação dos estudantes. Isso mostra que o número de acertos nas questões desta tarefa tem uma correlação direta com os estudantes que perceberam a atividade como desafiadora, curiosa ou interessante. Além disso, houve correlação negativa moderada entre acertos na questão 4 e a percepção de motivação dos estudantes em ambas as subescalas que avaliam Ansiedade no teste (MSLQ) e Pressão/Tensão (IMI), significando que os estudantes que tiveram menor percepção de ansiedade no teste foram os que tiveram melhores resultados nessa questão específica.

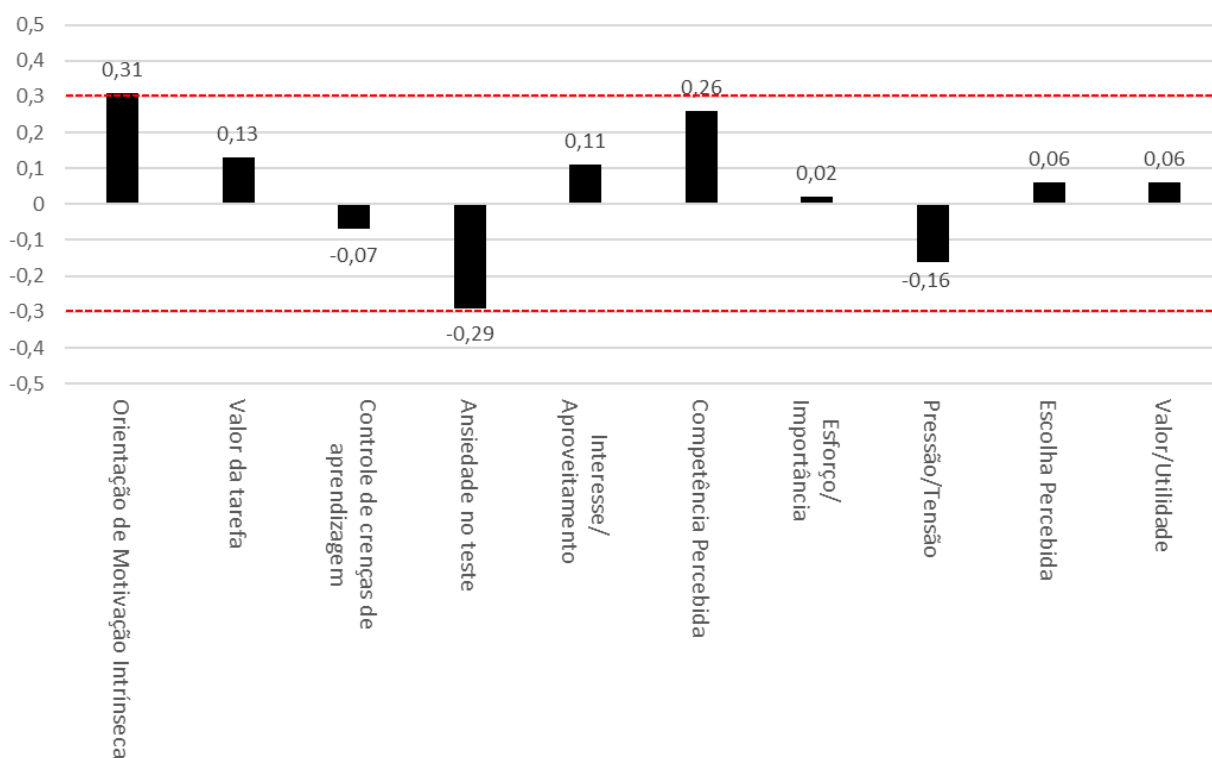
Figura 4 - Valores de r da correlação de Pearson entre os escores das subescalas de motivação e acertos na questão 4



Fonte: Elaboração própria (2024)

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

Figura 5 - Valores de r da correlação de Pearson entre os escores das subescalas de motivação e acertos totais



Fonte: Elaboração própria (2024)

Considerações finais

A SD desenvolvida neste trabalho teve como um de seus alicerces as concepções alternativas sobre o sistema imunológico mencionadas por estudantes que acabaram de deixar o Ensino Médio. Uma delas refere-se à sua composição exclusiva por células, que pode estar relacionada com a falta de visão do SIH como um sistema fisiológico. Outra concepção foi a noção abstrata e bélica da molécula anticorpo. Com a finalidade de trabalhar esses conceitos de forma mais contextualizada, usamos um evento de ancoragem que fazia sentido no contexto dos estudantes, a resposta imune ao coronavírus, e utilizamos estratégias de motivação para aprender na construção da sequência, entre elas o valor percebido.

O desenvolvimento da sequência em uma escola pública e a coleta de dados nos permitiu mostrar que as concepções dos estudantes sobre a função dos anticorpos foram modificadas significativamente, possivelmente devido aos recursos da sequência que trabalharam os mecanismos moleculares e concretos de sua ação. Entretanto, a confusão

com os níveis hierárquicos da composição dos seres vivos ainda foi mantida nas respostas dos questionários de questões objetivas.

Já a análise dos produtos dos estudantes trouxe um contexto mais amplo do cenário, mostrando que eles sabiam descrever um repertório diverso de funções das imunoglobulinas e, em algumas destas funções, descreveram o envolvimento de células. Alguns produtos apontaram de que tipo de biomolécula o anticorpo é composto e apresentaram o mecanismo de produção de memória imunológica. Apesar disso, ainda foi notável o uso de palavras bélicas nos produtos de alguns grupos. Esse cenário nos alude ao fato de que a sequência trabalha muito bem certos pontos, mas ainda é limitada quanto a outras concepções alternativas. Outros eventos relacionados à função de manutenção da homeostase do sistema imune, em um contexto com ausência de infecção, podem ser usados para construção de SDs, como, por exemplo, a interação com a microbiota bacteriana ou mudanças do SIH durante a gravidez.

A média da percepção dos estudantes em questões relacionadas à motivação para aprender mostrou que os estudantes consideram verdadeiro que a SD foi prazerosa e útil, porém, avaliam, em uma das escalas analisadas, que a SD gera pressão/tensão. Ademais, a análise de correlação mostrou que os estudantes que perceberam que a SD foi prazerosa foram os que tiveram o maior número de acertos nas questões objetivas e que a ansiedade e tensão tem uma correlação negativa com o acerto na questão 4. Levando em consideração que a motivação está associada à cultura institucional, às estratégias pedagógicas e aos aspectos psicosociais, utilizar uma escala internacional apresenta algumas limitações. No contexto brasileiro, a subscala competência percebida pelos estudantes pode não impactar tanto na sua percepção de valor como ocorre no contexto educacional norte-americano. Ademais, a estratégia de ensino para equidade (Cohen; Lotan, 2017), usada nesta SD, visa estimular uma percepção de competência coletiva e não necessariamente individual, como é medida no inventário.

Além disso, a sequência teve aplicação única e em um contexto bastante específico de escola técnica federal, no qual o conteúdo pode ser trabalhado em aulas consecutivas. Sabemos que a realidade da maioria das escolas públicas brasileiras, que contam com uma ou duas aulas de biologia por semana no currículo do novo ensino médio, é diferente desse cenário. Estudos futuros podem contemplar também esse contexto de aplicação.

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

Finalmente, o recurso educacional desenvolvido neste trabalho pode ser usado nas escolas de Ensino Médio nas disciplinas de biologia, dentro do currículo padrão, e itinerários de ciências da natureza, dentro da proposta de novo Ensino Médio. Ela é inovadora no sentido que traz conceitos da imunidade humoral de forma mais concreta, trabalha com concepções alternativas, com potencial para modificá-las, e contém estratégias de ensino para equidade e ensino por investigação, além de contar com materiais que só demandam a impressão. Os estudantes que desenvolveram a SD se mostraram motivados para aprender, visto que perceberam prazer e utilidade em realizar as atividades. É importante que os professores, ao utilizarem a SD, fiquem atentos à redução de tensão e ansiedade dos estudantes, para que essas não sejam um obstáculo no desempenho acadêmico e para que tarefas preconizadas no nosso currículo, envolvendo protagonismo estudantil e múltiplas habilidades, estejam cada dia mais presentes no contexto escolar.

Referências

ABBAS, Abul; LICHTMAN, Andrew; PILLAI, Shiv. **Imunologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

ANDRADE, Viviane Abreu; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonini; COUTINHO-SILVA, Robson. O sistema imune no organismo humano segundo os livros didáticos da Educação Básica Brasileira. **LAJSE**, Cidade do México, v. 1, n. 2, p. 22026-1-22026-14, 2014.

ANDRADE, Viviane Abreu.; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonini; COUTINHO-SILVA, Robson. Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 01-22, 2016.

AZEVEDO, Pedro et al. Intrinsic Motivation of Medical Students from a College with Active Methodology in Brazil: a Cross-Sectional Study. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 12–23, 2019.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BEHRING, Emil; KITASATO, Shibasaburo. Über das zustandekommen der diphtherie-immunität und der tetanus-immunität bei thieren. Traduzido pelo Google tradutor. **Dtsch. Med. Wochenschrift**, Berlim, v. 49, p. 1113-1114, 1890.

BARRETO, Claudia Marcia Borges; TEIXEIRA, Gerlinde Agate Platais Brasil. Concepções prévias de universitários sobre o sistema imunológico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 1-18, 2013.

BROPHY, Jere. **Motivating Students to Learn**. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 2004.

BROPHY, Jere. **Motivating Students to Learn**. 3. ed. New York: Lawrence Erlbaum, 2010.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, Ana Maria. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

COHEN, Elizabeth; LOTAN, Rachel. **Planejando o Trabalho em Grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1988.

LANDIS, Richard; KOCH, Gary. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

MARQUES, Rafael Elias; MARQUES, Pedro Elias; GUABIRABA, Rodrigo; TEIXEIRA, Mauro Martins. Exploring the Homeostatic and Sensory Roles of the Immune System. **Frontiers in Immunology**, Lausane, v. 7, p. 125, 2016.

MORALES-NÚÑEZ, José Javier et al. Overview of Neutralizing Antibodies and Their Potential in COVID-19. **Vaccines**, Basel, v. 9, n. 12, p. 1376, 2021.

OSBORNE, Jonathan. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, p. 177-196, 2014.

OSBORNE, Jonathan. Not “hands on” but “minds on”: A response to Furtak and Penuel. **Science Education**, Stanford, v. 103, p. 1280-1283, 2019.

PINTRICH, Paul; SMITH, David; GARCIA, Teresa; McKEACHIE, Wilbert. A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2024.

PENUEL, William; BELL, Philip. **Qualities of a Good Anchor Phenomenon for a Coherent Sequence of Science Lessons**. Disponível em: <<https://stemteachingtools.org/brief/28>>. Acesso em: 08 ago. 2022.

RYAN, Richard.; DECI, Edward. Intrinsic and Extrinsic motivations: Classic Definitions and New Directions. **Contemporary Educational Psychology**, Nova York, v. 25, n. 1, p. 54-67, 2000.

RYAN, Richard. **Intrinsic Motivation Inventory (IMI)**. Disponível em: <<http://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>>. Acesso em: 27 maio 2024.

Percepções de motivação para aprender e mudanças em concepções alternativas de imunologia no ensino médio: uma sequência didática sobre o coronavírus

SASSERON, Lucia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, p. 1061-1085, 2018.

SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. et al. Ensino de imunologia na educação médica: lições de Akira Kurosawa. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Brasília, v. 33, p. 186-190, 2009.

AMBITIOUS SCIENCE TEACHING. **Planning for engagement with important science ideas**. Disponível em: <<https://ambitiousscienceteaching.org/tools-planning/>>. Acesso em: 08 ago. 2022.

VAZ, Nelson. Uma breve história das certezas imunológicas. In: Vaz, Nelson.; MPODOZIS, Jorge; BOTELHO, João Francisco; RAMOS, Gustavo (org.). **Onde está o organismo?** Florianópolis: UFSC Publisher, 2011. p. 143-160.

WEINSTEIN, Carol Simon.; NOVODVORSKI, Ingrid. **Gestão em Sala de Aula**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

Sobre as autoras

Alice Maria de Oliveira Reis

Licenciada em Biologia e Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora de Ciências na rede municipal de Ensino de Contagem. Tem experiência no ensino das áreas de Ciências e Biologia geral.

E-mail: aliceolreis@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5044-3037>

Maria Clara Prates de Abreu

Estudante de licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas gerais. Técnica em Análises Clínicas pelo Coltec. Bolsista de Iniciação Científica em ensino de ciências pelo CNPq.

E-mail: mariaclara135@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8976-4279>

Camila Dias-Lopes

Professora da Carreira de Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Colégio Técnico (Universidade Federal de Minas Gerais) e orientadora no PROFBIO (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em rede nacional). Possui Doutorado (2013) e Mestrado (2009) em Bioquímica e Imunologia pela UFMG. Atualmente está envolvida na orientação de mestrandos em aplicações em sala de aula, TCMs e apoio à construção de atividades didáticas usadas nacionalmente no PROFBIO.

E-mail: camiladiaslopes@ufmg.br; camiladlopes@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6709-656X>

Recebido em: 10/07/2024

Aceito para publicação em: 03/03/2025