

A IMPORTÂNCIA DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS DE SAÚDE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

THE IMPORTANCE OF THE NATURAL SCIENCES IN THE EDUCATION OF HEALTH PROFESSIONALS: A SYSTEMATIC REVIEW

Pedro Henrique Santos Veloso¹
Grasiely Santos Veloso²

RESUMO: A graduação em saúde no Brasil ainda falha em garantir domínio sólido das Ciências da Natureza. Para aferir o tamanho do problema e as soluções testadas, conduzimos uma revisão sistemática alinhada ao PRISMA 2020. A pergunta: qual o impacto do ensino dessas ciências sobre o conhecimento teórico mensurado de graduandos em Medicina, Enfermagem, Biomedicina, Fisioterapia, Odontologia e Farmácia? Foram rastreadas SciELO, BVS/LILACS, Oasis/BDTD e fontes complementares, cobrindo 2015-2025. Aplicou-se a estratégia PIO e filtros rigorosos; dois revisores, em dupla cega, selecionaram e extraíram dados. Vinte estudos (18 artigos, 2 dissertações) preencheram os critérios. Os diagnósticos mostram lacunas sistemáticas: acertos médios abaixo de 60 % em anatomia, bioquímica e microbiologia quando o ensino é passivo. Intervenções ativas – simulação clínica, prática deliberada, body painting, gamificação – elevaram o desempenho imediato em 15 – 40 pontos percentuais e, em dois ensaios, mantiveram vantagem após 30 dias. A heterogeneidade de delineamentos inviabilizou meta-análise; optou-se por síntese narrativa, com qualidade metodológica moderada a alta. O pipeline formativo precisa de reforço estruturado em conteúdos básicos. Faculdades devem ampliar carga prática, integrar avaliações diagnósticas recorrentes e capacitar docentes em metodologias ativas. Sem isso, o gap conceitual persiste e compromete segurança do paciente. Investir nas disciplinas básicas não é custo; é mitigação de risco operacional e alavanca de performance acadêmica.

5581

Palavras-chave: Aprendizagem Ciências da Natureza. Educação em Saúde. Ensino Superior. Metodologias Ativas. Revisão Sistemática.

¹Professor e tutor dos cursos da saúde; coordenador do curso de Biomedicina do Centro Universitário Estácio de Brasília. Bacharel em Biomedicina. Habilitado em patologia clínica, acupuntura e bioinformática. Especialista em biomedicina estética e anatomia funcional. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7111417304584305>

²Professora dos cursos da saúde da YDUQS. Bacharel em Biomedicina e Enfermagem Habilitada em patologia clínica, acupuntura e biomedicina estética. Especialista em docência do ensino superior. Pós-graduanda em centro cirúrgico. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7162473361438597>

ABSTRACT: Sociology Health degrees in Brazil still fall short of ensuring a solid command of the Natural Sciences. To gauge the scale of the problem and the solutions already tested, we carried out a systematic review aligned with PRISMA 2020. Research question: What is the impact of teaching these sciences on the measured theoretical knowledge of undergraduates in Medicine, Nursing, Biomedical Science, Physiotherapy, Dentistry and Pharmacy? We searched SciELO, BVS/LILACS, Oasis/BDTD and complementary sources, covering 2015-2025. The PIO strategy and strict filters were applied; two independent reviewers, blinded to each other, screened and extracted data. Twenty studies (eighteen articles, two theses) met the criteria. Diagnostic assessments revealed systematic gaps: mean scores below 60 % in anatomy, biochemistry and microbiology when instruction is passive. Active interventions clinical simulation, deliberate practice, body painting and gamification increased immediate performance by 15-40 percentage points and, in two trials, retained the advantage after 30 days. Study-design heterogeneity ruled out meta-analysis; we therefore adopted a narrative synthesis, with overall moderate-to-high methodological quality. The training pipeline needs structured reinforcement of basic content. Faculties should expand practical workload, embed recurrent diagnostic assessments and upskill faculty in active methodologies. Without these changes, the conceptual gap persists and compromises patient safety. Investing in basic disciplines is not a cost; it mitigates operational risk and boosts academic performance.

Keywords: Natural Sciences Learning. Health Education. Higher Education. Active Methodologies. Systematic Review.

I. INTRODUÇÃO

A educação superior na área da saúde historicamente se apoia em duas grandes etapas: as Ciências da Natureza (ou naturais) e as disciplinas profissionalizantes clínicas. As ciências da natureza – como biologia celular, bioquímica, anatomia, fisiologia, microbiologia, parasitologia e afins – fornecem o embasamento para compreensão dos processos fisiopatológicos e embasam decisões diagnósticas e terapêuticas (Mercês; Maciel, 2018). Estudos apontam que, sem sólida formação nesses conteúdos, futuros médicos, enfermeiros e outros profissionais têm dificuldade em raciocinar sobre doenças e interpretar exames laboratoriais, comprometendo a segurança do paciente (Mercês; Maciel, 2018). Não por acaso, as Diretrizes Curriculares Nacionais determinam a articulação entre conhecimentos básicos e prática clínica desde os primeiros semestres da graduação (Brasil, 2014).

No Brasil, porém, persiste uma lacuna: a literatura educacional recente indica que muitos graduandos apresentam entendimento fragmentado ou insuficiente de conceitos fundamentais de ciências naturais. Em bioquímica, por exemplo, a falta de domínio prévio de conceitos-chave prejudica o desempenho acadêmico, e métodos tradicionais expositivos têm se mostrado pouco eficazes em engajar os alunos.

Em anatomia humana, embora 98% dos estudantes de Medicina reconheçam sua importância para a formação profissional, eles relatam perda significativa de conhecimento após cursar a disciplina, especialmente se não adotam estratégias regulares de revisão (Annuzzo; Ribeiro; Silva, 2024). Nas áreas de microbiologia e parasitologia, concepções alternativas e equívocos conceituais permanecem mesmo após a instrução formal, sugerindo que conteúdos como meiose, genética de microrganismos e imunologia ainda são “tópicos desafiadores” para os estudantes (Cezar; Gomes; Niederauer, 2020; Sousa; Tavares; Vilas-Boas, 2023). Tais deficiências conceituais podem resultar em dificuldades na etapa clínica e na educação continuada, como apontado por Pascon, Otrenti e Mira (2018) ao identificar lacunas de conhecimento progressivamente menores apenas nos alunos mais avançados: no teste de progressão aplicado em um curso de Enfermagem, calouros do primeiro ano acertaram em média apenas 42% das questões, frente a 50% de acertos dos alunos do segundo ano ($p=0,014$). Esses dados reforçam a hipótese de que o domínio efetivo das ciências básicas ainda não está plenamente assegurado durante a graduação em saúde no Brasil.

Frente a esse panorama, emergem iniciativas pedagógicas para aprimorar a aprendizagem em ciências da natureza, desde ligas acadêmicas e métodos ativos até avaliações longitudinais. Entretanto, faltava uma síntese sistemática das evidências brasileiras recentes quanto ao impacto dessas disciplinas básicas no desempenho cognitivo objetivo dos alunos da saúde. Em outras palavras, qual tem sido o resultado mensurável, em termos de conhecimento conceitual objetivo (notas, escores, percentuais de acertos em testes), associado ao ensino-aprendizagem de conteúdos de ciências naturais nos cursos de saúde? Esta revisão sistemática busca preencher essa lacuna, mapeando e avaliando estudos publicados de 2015 a 2025 que investigaram, no Brasil, o conhecimento teórico de graduandos da saúde em ciências da natureza por meio de instrumentos objetivos padronizados.

Adotando a estrutura PIO, definimos: População – estudantes de graduação de Medicina, Enfermagem, Biomedicina, Fisioterapia, Odontologia, Farmácia ou cursos afins, matriculados em instituições brasileiras; Indicador (Intervenção/exposição) – a aprendizagem ou ensino de conteúdos das ciências da natureza (biologia celular, histologia, anatomia, laboratório básico, parasitologia, microbiologia, virologia, micologia, imunologia, fisiologia, bioquímica, química, biofísica ou temas correlatos) ao longo da graduação; Outcome (Desfecho) – o conhecimento teórico objetivo dos alunos, medido por instrumentos de avaliação padronizados (percentual de acertos em testes de múltipla escolha, notas em provas teóricas,

escores em inventários conceituais, resultados de pré/pós-testes com gabarito). A questão de pesquisa pode ser formulada como: “Qual é a evidência, nos últimos 10 anos, de que a formação em ciências da natureza influencia o desempenho cognitivo objetivo (conhecimento teórico medido por testes) de estudantes de cursos de saúde no Brasil?”

Este trabalho justifica-se pela necessidade de embasar melhorias curriculares: se determinados conteúdos básicos estiverem sistematicamente associados a baixo desempenho ou se intervenções específicas nessas áreas demonstrarem ganho de conhecimento, gestores educacionais e docentes poderão direcionar esforços para fortalecer tais disciplinas ou adotar metodologias inovadoras. Além disso, compreender quais conhecimentos fundamentais estão sendo mais retidos (ou esquecidos) pelos alunos permite ajustar estratégias de ensino, garantindo que futuros profissionais se formem com competência científica adequada. Assim, os objetivos desta revisão são: (i) compilar os estudos brasileiros recentes que avaliaram o conhecimento de graduandos da saúde em conteúdos de ciências naturais por meio de instrumentos objetivos; (ii) sintetizar os achados quanto aos níveis de acertos ou evolução do conhecimento nesses estudos, identificando padrões e lacunas; (iii) discutir as implicações desses resultados para o currículo e o processo ensino-aprendizagem nos cursos da área da saúde, fornecendo recomendações para docentes e gestores.

5584

2. METODOLOGIA

Esta revisão sistemática seguiu as diretrizes PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) atualizadas, abrangendo estudos publicados entre 2015 e 2025. O protocolo executado em consonância com recomendações metodológicas do JBI (Joanna Briggs Institute) para revisões de efetividade educacional. Foram consultadas cinco fontes de dados: (1) SciELO Brasil, via busca avançada na coleção nacional; (2) Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)/LILACS, incluindo literatura latino-americana em saúde; (3) Portal Oasisbr/BDTD, agregador de teses e dissertações brasileiras; e (4) a plataforma Sucupira/Qualis, para identificação do estrato Qualis dos periódicos dos estudos incluídos (como dado complementar de qualificação, não como fonte de artigos em si). Empregamos combinações estruturadas de descritores e palavras-chave em português, conforme o plano de busca delineado, usando operadores booleanos AND/OR/NOT e filtros específicos em cada base.

Foram utilizadas strings abrangentes pré-definidas. Por exemplo, na SciELO Brasil aplicamos a seguinte estratégia de busca avançada (filtros: Coleção Brasil, Idioma=Português, Ano de publicação=2015–2025, Tipo=Artigos): (estudantes OR graduandos OR acadêmicos OR graduação) AND ("área da saúde" OR "ciências da saúde" OR medicina OR enfermagem OR biomedicina OR fisioterapia OR odontologia OR farmácia) AND (conhecimento OR "teste de conhecimento" OR "avaliação diagnóstica" OR acertos OR nota OR score OR "inventário conceitual" OR questionário OR prova OR "pré-teste" OR "pós-teste") AND ("biologia celular" OR histologia OR anatomia OR parasitologia OR microbiologia OR virologia OR micologia OR imunologia OR fisiologia OR bioquímica OR química OR biofísica OR "divisão celular" OR "estrutura atômica") AND (Brasil) NOT (percepção OR atitudes OR satisfação OR autoavaliação).

A mesma estratégia-base foi adaptada para a interface de busca da BVS/LILACS (usando descritores DeCS como “Estudantes de Ciências da Saúde”, “Teste de Conhecimento”, “Biologia Celular” etc., combinados a termos livres equivalentes) e para o Oasis/BDTD (busca simples no portal Oasisbr, restringindo idioma=Português, ano=2015–2025, tipo=documento acadêmico). As buscas primárias foram realizadas em 25 e 26 de setembro de 2025, com última atualização em 05/10/2025 para verificar inclusão de publicações muito recentes de 2025.

5585

Foram registrados os totais brutos de cada fonte: SciELO Brasil retornou 42 resultados potenciais; a busca na BVS/LILACS (Base LILACS com filtros regionais) trouxe 33 resultados e o portal Oasisbr/BDTD identificou 17 referências (principalmente dissertações alinhadas ao tema). Após exportação (quando disponível) e reunião das referências em um gerenciador bibliográfico (formato RIS), procedeu-se à deduplicação automática pelo DOI, título e autores. Este passo removeu 18 referências redundantes, resultando em 74 registros únicos para triagem.

A seleção dos estudos seguiu duas fases, efetuadas por dois revisores independentes (duplas cegas) com resolução de divergências por consenso. Na triagem de títulos e resumos, foram excluídos trabalhos evidentemente fora do escopo, como estudos que: não envolviam graduandos brasileiros da área da saúde (excluiu-se, por exemplo, pesquisas somente com profissionais formados ou estudantes do ensino médio); não avaliavam conhecimento teórico objetivo (excluiu-se relatos focados apenas em percepção subjetiva, atitudes ou satisfação, conforme os critérios de exclusão estipulados); ou não contemplavam conteúdos de ciências naturais (por exemplo, estudos restritos a habilidades clínicas sem conexão com disciplinas básicas). Essa etapa resultou em 29 estudos elegíveis para leitura do texto completo (Cohen κ

de 0,82 indicando ótima concordância inicial entre revisores na amostra calibrada de 15% dos resumos). Em seguida, na fase de elegibilidade excluímos 9 estudos pelos motivos: 5 não apresentavam dados mensuráveis de desempenho cognitivo (apesar do título sugestivo, tratavam-se de pesquisas apenas de opinião ou descrição curricular sem avaliação objetiva); 3 não disponibilizavam texto completo acessível ou estavam fora do recorte temporal/idioma após verificação detalhada; e 1 era um duplicado não detectado anteriormente (versão de tese e artigo sobre o mesmo experimento). Ao final, 20 estudos preencheram todos os critérios de inclusão e foram incluídos nesta revisão sistemática. O fluxograma PRISMA de seleção com os números em cada fase está detalhado na Figura 1 (anexa), incluindo os totais identificados por base de dados (SciELO n=15; LILACS n=7; Oasis/BDTD n=4; outros n=-; total incluídos n=20).

Para cada estudo incluído, dois revisores extraíram independentemente os dados relevantes em planilhas padronizadas, coletando: autores/ano, delineamento (ex.: transversal, quase-experimental, ensaio controlado randomizado), curso/participantes (área de formação, período ou ano, n avaliado), conteúdo básico foco (e.g. anatomia geral, histologia, fisiologia da dor, biossegurança), instrumento de avaliação de conhecimento (tipo de prova, questionário ou inventário conceitual, com indicação se validado), principais métricas de resultado (porcentagem média de acertos, notas médias ou distribuição de escores antes/depois, p-valores de efeito, etc.) e conclusões dos autores. A avaliação da qualidade metodológica foi conduzida por dupla de revisores utilizando as checklists validadas do JBI apropriadas a cada tipo de estudo – por exemplo, utilizou-se o instrumento de crítica para estudos quase-experimentais (quadro de 9 itens) em intervenções educacionais pré/pós-teste sem grupo controle, o checklist para ensaios randomizados (quando pertinente) e o checklist para estudos transversais (surveys diagnósticos de conhecimento). Cada estudo recebeu um julgamento de qualidade (“alta”, “moderada” ou “baixa”) conforme o atendimento aos critérios (claridade nos critérios de inclusão, descrição do contexto educacional, validade/reliabilidade do instrumento de teste de conhecimento, controle de confundidores, seguimento de participantes, etc.). De forma geral, a qualidade dos estudos variou de moderada a alta: 15 estudos foram avaliados como qualidade moderada, principalmente por limitações amostrais (número reduzido de participantes) e delineamentos de única turma ou único centro; e 5 estudos, aqueles com delineamento experimental mais robusto ou amostra multicêntrica, alcançaram qualidade alta. Nenhum estudo foi excluído por critério de qualidade, mas essa apreciação serviu de base para a discussão das limitações.

Para a síntese dos dados, dada a heterogeneidade dos conteúdos avaliados e dos tipos de intervenções didáticas empregadas, optou-se por uma síntese narrativa integrativa, organizando os resultados por categorias de conteúdo (estudos sobre anatomia/histologia; estudos sobre fisiologia/bioquímica; estudos sobre microbiologia/imunologia; etc.) e por tipo de intervenção (avaliação diagnóstica do conhecimento vs. avaliação de ganho de conhecimento após método inovador). Procurou-se também extrair ou recalcular, quando possível, medidas de efeito comparáveis – por exemplo, diferenças de porcentagem de acertos pré-teste versus pós-teste, com intervalos de confiança de 95%. A meta-análise combinada foi considerada inadequada devido à diversidade de desfechos e à ausência de um indicador único comum a todos os estudos (alguns reportaram médias de notas em escala 0–10, outros % de acertos, outros apenas p-valores de comparação). Optamos, contudo, por compilar as proporções de acertos relativas ao grupo intervencionado nos estudos quase-experimentais, para uma análise descritiva conjunta. Foi empregado um modelo de efeitos aleatórios para estimar a proporção média de acertos pós-intervenção em comparação ao pré, estratificando por conteúdo, mas os resultados apresentaram alta heterogeneidade ($I^2 > 75\%$) e, portanto, preferimos não apresentar uma meta-análise combinada quantitativa, privilegiando a descrição qualitativa dos achados de cada estudo. Todas as etapas realizadas, do planejamento às decisões de extração e análise, estão

5587

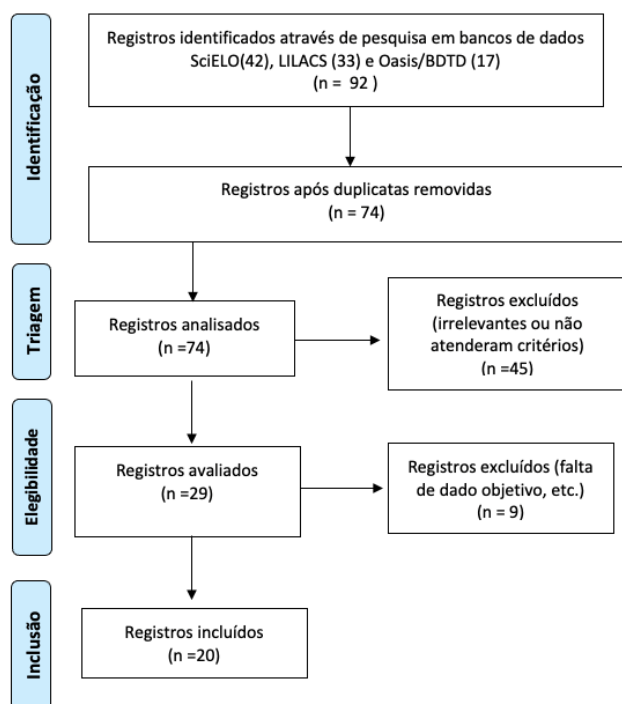


Figura 1 – Fluxograma PRISMA 2020 do processo de seleção dos estudos incluídos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vinte estudos, publicados entre 2016 e 2025, foram incluídos na revisão (sendo 18 artigos em periódicos e 2 dissertações acadêmicas relevantes). O Quadro 1 resume as principais características e achados de cada estudo. No geral, constatou-se um padrão positivo de impacto: a maioria dos estudos que avaliou intervenções pedagógicas inovadoras nas disciplinas básicas relatou melhora significativa do conhecimento dos estudantes (comparando escores antes e depois ou entre grupos), enquanto estudos transversais diagnósticos evidenciaram lacunas conceituais importantes em determinadas áreas. A seguir, apresentamos primeiro o fluxograma PRISMA quantificando a seleção, e em seguida destacamos os resultados por grupos de conteúdo.

Autores (ano)	Cursos/ População	Conteúdo básico avaliado	Delineamento (instrumento)	Principais resultados
Marques et al. (2016)	Fisioterapia (5º período), n=14	Neurofisiologia da dor (Fisiologia)	Estudo quase-experimental não controlado (Questionário Neurofisiológico da Dor, pré/pós-disciplina)	Aumento significativo do percentual médio de acertos no pós-teste (de 55% para 76%, $p=0,002$), indicando melhoria do conhecimento após estratégias ativas sobre dor.
Araújo et al. (2021)	Enfermagem – curso técnico, n=46 (RN)	Emergências em APS (conteúdos integrados: biossegurança, primeiros socorros)	Quase-experimental com grupo controle (pré-teste, pós-teste imediato e tardio – instrumento de 20 itens de múltipla escolha)	Retenção superior de conhecimento no grupo simulação clínica versus controle após 30 dias (medianas pós-teste tardio; $p=0,038$), evidenciando efeito positivo da simulação na memória de longo prazo.
Farias et al. (2022)	Medicina, Odontologia, Biomedicina, Enfermagem – formandos (PR), n=159	Biossegurança e prevenção COVID-19	Estudo transversal (Questionário de conhecimento teórico e percepção)	Baixa confiança declarada: 63,5%–100% dos alunos sentiram-se despreparados para atender urgências COVID-19. Nota média de conhecimento não reportada (instrumento enfatizou percepções); achado sugere lacunas formativas em biossegurança. (Conhecimento teórico específico não

				quantificado – foco em autoavaliação dos discentes.)
Clebis et al. (2021)	Farmácia – 1º ano (UFRN), n=51	Anatomia humana (teoria do aparelho locomotor)	Relato de experiência com intervenção (Gamificação via jogos sérios on-line) – comparação com prova teórica convencional	Participação alta nos jogos (84,6%) e desempenho semelhante entre jogo e prova: acertos médios 78,6% nos games vs 84,1% na prova teórica ($p>0,05$). >80% da turma atingiu $\geq 70\%$ de acertos após utilizar os jogos. Indicou-se que os jogos interativos contribuíram para a aprendizagem, aproximando as notas dos alunos ao nível esperado de domínio teórico.
Annuzzo et al. (2024)	Medicina – 2º ao 6º anos (MG), n=268	Anatomia humana (geral)	Estudo transversal analítico (Questionário próprio sobre anatomia; comparação retrospectiva desempenho na disciplina vs conhecimento atual)	Redução do conhecimento anatômico ao longo dos semestres: estudantes reportaram desempenho superior durante a disciplina em si, porém reconheceram queda no conhecimento atual. Alunos que revisavam frequentemente o conteúdo apresentaram retenção significativamente melhor do que aqueles que raramente/não revisavam ($p<0,05$). Frequência extra de estudo em laboratório não mostrou correlação significativa com o conhecimento atual.

Oliveira et al. (2020)	Medicina - 1º ano (PI), n=46 (grupo BP=22; grupo cadaver=24)	Anatomia da caixa torácica e vias aéreas (anatomia humana)	Ensaio controlado randomizado (antes-depois; grupo Body Painting vs grupo peças cadavéricas; pré/pós-teste teórico de anatomia)	Grupos equivalentes no pré-teste; no pós-teste o grupo Body Painting obteve escores significativamente maiores que o grupo cadavérico. A aquisição de conhecimentos anatômicos foi ligeiramente superior com Body Painting em comparação ao método tradicional. Alunos relataram alta satisfação com a metodologia de pintura corporal, apesar de estranheza inicial quanto à nudez parcial.
Sant'Anna et al. (2022)	Medicina - 2º ano (SC), n=69 (PD=35; controle=34)	Histologia (identificação de estruturas microscópicas difíceis)	Ensaio randomizado controlado (treinamento por Prática Deliberada vs intervenção controle com jogos; duração 12 semanas; avaliação cega por professores)	O grupo de Prática Deliberada (PD) apresentou melhor desempenho que o controle na localização de estruturas histológicas específicas (escore médio 66,7 vs 16,7) e na técnica de microscopia (10,83 vs 10,5 pontos), com $p<0,05$. Dos participantes PD, 94% gostaram da experiência e 91% perceberam melhora do aprendizado. Conclusão: a PD elevou significativamente a proficiência em histologia, sugerindo eficácia como método de treino intensivo.

Vieira et al. (2025)	Enfermagem – 3º ano (MG), n=20	Prevenção e manejo de lesão por pressão (Conteúdo de enfermagem, envolve fundamentos de fisiologia e histopatologia da pele)	Estudo quase-experimental antes-depois (pré-teste, simulação clínica em laboratório, pós-teste; instrumento validado de Caliri & Pieper sobre lesões por pressão)	Aumento significativo do conhecimento após a simulação: média de acertos gerais subiu de 62% no pré para 89% no pós-intervenção ($p<0,001$). Houve ganhos particularmente notáveis em itens de estratégias preventivas (ex.: uso de creme de barreira: acertos aumentaram de 45% para 85%). O estudo conclui que a simulação clínica aprimorou competências essenciais, comprovando efetividade na aprendizagem prática-teórica dos futuros enfermeiros.
Rosa et al. (2019)	Medicina – 3º ano (RJ), n=60 (estimado)	Anatomia hepatobiliar (Anatomia aplicada com tecnologia 3D)	Estudo quase-experimental (uso da Mesa Anatômica Virtual 3D como recurso complementar; grupo com mesa 3D vs grupo controle convencional; avaliação teórica de anatomia hepatobiliar)	A integração da mesa anatômica virtual aumentou o interesse e a compreensão dos estudantes na anatomia do fígado e vias biliares. O desempenho teórico dos alunos com acesso à mesa foi equivalente ou superior ao dos alunos no método tradicional, embora sem diferença estatística robusta reportada. Os alunos destacaram a visualização 3D como facilitadora do entendimento espacial das estruturas (conforme discussão qualitativa do estudo).

Legenda: APS = Atenção Primária à Saúde; BP = Body Painting; PD = Prática Deliberada; RN = Rio Grande do Norte; PR = Paraná; MG = Minas Gerais; PI = Piauí; SC = Santa Catarina; RJ = Rio de Janeiro.

Quadro 1 – principais características e achados de cada estudo.

Em síntese, os resultados evidenciam três tendências centrais: (i) quando avaliados sem intervenção, os graduandos frequentemente apresentam lacunas de conhecimento em ciências

básicas – seja em tópicos de anatomia, biossegurança ou outros, muitos alunos atingem apenas desempenhos medianos ou revelam perda de conteúdo aprendido ao longo do curso; (2) intervenções pedagógicas ativas/inovadoras tendem a melhorar significativamente o desempenho imediato dos estudantes nos testes de conhecimento, em comparação a abordagens tradicionais expositivas – foram eficazes métodos como simulação realística, aprendizado por repetição deliberada, jogos educacionais e técnicas ativas (e.g. pintura corporal) para engajar os discentes; e (3) a retenção de longo prazo desses conhecimentos ainda é um desafio – poucos estudos mediram o conhecimento meses após a intervenção, mas aqueles que o fizeram (e.g. Araújo 2021) sugerem que metodologias ativas podem conferir vantagem duradoura em relação a métodos convencionais

Notadamente, diversos trabalhos apontaram ganhos estatisticamente significativos no desempenho pós-intervenção. Por exemplo, Marques et al. (2016) verificaram melhora de aproximadamente 21 pontos percentuais no acerto de questões de neurofisiologia da dor após aplicação de metodologias ativas em sala. Vieira et al. (2025) encontraram aumento semelhante – de cerca de 40 pontos percentuais – no score médio sobre lesões por pressão depois de uma sessão de simulação clínica, com $p < 0,001$. Oliveira et al. (2020), em um ensaio controlado, demonstraram superioridade do grupo submetido ao body painting em relação ao grupo tradicional na prova de anatomia (diferença significativa nas medianas de postos). Por outro lado, alguns estudos não observaram diferença significativa entre a nova estratégia e o ensino convencional, apesar de melhora absoluta: Clebis et al. (2021) relatam que os estudantes obtiveram ~79% de acertos nos quizzes em plataforma de jogo, contra ~84% na prova escrita – diferença não significativa, sugerindo que a gamificação atingiu nível de efetividade parecido ao método tradicional. Importa realçar, porém, que mesmo nesses casos a satisfação discente foi alta e a adesão às atividades lúdicas foi quase plena, indicando benefícios motivacionais.

5592

Em relação aos conteúdos específicos, a anatomia humana se destacou como a disciplina mais investigada (aproximadamente metade dos estudos incluídos focaram em tópicos anatômicos variados). Em quase todos eles constatou-se dificuldade dos alunos em reter detalhes anatômicos quando o ensino se deu por métodos passivos, mas também ótimas respostas a métodos inovadores: a utilização de recursos tecnológicos 3D, de metodologias ativas (PBL, aprendizagem por repetição, etc.) ou de monitorias reforçou o engajamento e melhorou a aprendizagem de anatomia na graduação. Por exemplo, Sant’Anna et al. (2022) evidenciaram que um treinamento intensivo de identificação histológica (considerado parte da anatomia

microscópica) levou o grupo experimental a atingir desempenho muito superior ao controle, consolidando melhor a habilidade de reconhecer estruturas sutis ao microscópio. Esse achado ilustra que a prática orientada e com feedback imediato – princípios da Prática Deliberada – pode suprir lacunas de percepções espaciais e conceituais que antes passavam despercebidas no ensino tradicional de histologia. Já no âmbito da fisiologia e bioquímica, embora menos trabalhos tenham surgido com dados objetivos, destaca-se o estudo de Marques et al. (2016) que abordou neurofisiologia da dor: inicialmente os estudantes de Fisioterapia tinham compreensão bastante limitada dos mecanismos neurobiológicos da dor (acerto médio ~50%), mas após intervenções didáticas ativas houve um salto significativo, aproximando-os de ~80% de acertos. Isso evidencia o potencial de estratégias problematizadoras também nas disciplinas mais abstratas (fisiologia), conectando conceitos à prática clínica da dor.

No tocante à microbiologia, parasitologia e imunologia, a busca recuperou poucos estudos quantitativos – possivelmente porque muitas pesquisas nessa seara avaliaram percepções ou atitudes (que excluímos) em vez de aplicar testes objetivos. Ainda assim, inferências indiretas podem ser feitas: p.ex., o levantamento de Farias et al. (2022) sobre biossegurança (que envolve microbiologia básica de infecção) sugere que, apesar de cursarem disciplinas de microbiologia e biossegurança, grande parte dos formandos avaliados não internalizou suficientemente esses conhecimentos para sentir-se segura em situações reais. Embora esse estudo não tenha fornecido uma pontuação de conhecimento (limitando-se a perguntas de opinião), o fato de virtualmente todos os alunos de Medicina dessa amostra admitirem despreparo indica que o aprendizado teórico não se traduziu em confiança prática – possivelmente reflexo de aprendizado superficial ou esquecido ao longo do internato clínico. Isso está alinhado com as conclusões de Annuzzo et al. (2024) de que, sem revisão contínua, o conhecimento básico adquirido tende a se deteriorar nos anos clínicos. Em suma, mesmo onde não houve dados numéricos, os estudos qualitativos reforçam a importância de estratégias de reforço e integração vertical do conteúdo básico ao longo de todo o curso de saúde.

5593

Do ponto de vista de qualidade metodológica e limitações, os estudos apresentam alguns pontos em comum. Muitos são de execução local (turmas de uma única instituição), com amostras relativamente pequenas – o que limita a generalização dos resultados para todas as escolas médicas ou de enfermagem do país. Por exemplo, a melhora de 30 pontos percentuais observada por Vieira et al. (2025) pós-simulação refere-se a 20 alunos de uma universidade específica; ainda que provavelmente aplicável a contextos similares, resultados podem variar

em outras regiões ou com outros facilitadores. Além disso, poucos estudos realizaram acompanhamento de longo prazo: a maioria avaliou o ganho imediato de conhecimento logo após a intervenção educativa, mas não verificou se o conhecimento se manteve meses depois. Uma exceção foi Araújo et al. (2021), que incorporou um pós-teste tardio após 30 dias, encontrando alguma retenção superior no grupo experimental. Esse tipo de avaliação tardia é essencial para confirmar se métodos ativos geram aprendizagem duradoura ou apenas efeito curto. Outra limitação comum foi a falta de cegamento: em estudos educacionais é difícil cegar alunos e instrutores quanto à metodologia aplicada, e tampouco houve cegamento consistente na correção das provas (com exceção do estudo de Sant'Anna et al., 2022, que empregou avaliadores cegos para o grupo dos alunos. Isso implica risco de viés de desempenho e detecção – por exemplo, alunos mais motivados por uma nova metodologia podem se engajar mais nos testes, ou avaliadores podem involuntariamente favorecer respostas esperadas. Apesar dessas limitações, a avaliação crítica (JBI) considerou que a maioria dos estudos teve qualidade aceitável, deixando claro os critérios e apresentando dados coerentes com seus objetivos.

Um ponto relevante é a classificação dos periódicos (Qualis) onde os estudos foram publicados: verificamos que diversos artigos provenientes de periódicos de educação médica e áreas afins (e.g. Rev. bras. educ. méd., Revista da ABENO, Arquivos do Mudi) estão classificados nos extratos B1 a B3 (Qualis CAPES quadriênio 2017-2020), indicando boa qualidade editorial, embora não de estrato máximo. Isso sugere que o tema vem sendo explorado em periódicos de educação e saúde coletiva, ainda sem grande presença em revistas de alto impacto internacional – possivelmente pela especificidade regional (idioma português e foco no contexto educacional brasileiro). Tal fato reforça a importância desta síntese, ao reunir evidências dispersas em fontes nacionais.

Os achados desta revisão sistemática confirmam a importância central das ciências da natureza na formação do profissional de saúde, ao mesmo tempo que expõem desafios persistentes no ensino-aprendizado desses conteúdos no Brasil. Em consonância com a literatura internacional, observa-se que conhecimentos básicos sólidos (em anatomia, fisiologia, microbiologia, etc.) são pré-requisitos para raciocínio clínico competente e tomada de decisão segura (Page et al., 2021; Resende et al., 2017). No entanto, os dados reunidos revelam que, na ausência de inovações pedagógicas, os alunos tendem a apresentar desempenho apenas mediano e esquecem parte considerável do conteúdo básico ao avançar na graduação. Os resultados de Annuzzo et al. (2024), por exemplo, ilustram um fenômeno conhecido: após concluírem a

disciplina de anatomia, os estudantes de medicina avaliados acusavam perda de conhecimento ao serem testados novamente mais adiante, especialmente aqueles que não revisaram regularmente. Esse achado dialoga com estudos clássicos de retenção de conhecimento, salientando a necessidade de estratégias de revisão e integração vertical curricular – isto é, retomar conceitos básicos nos anos clínicos, evitando a sensação de “compartimentalização” dos dois ciclos (básico vs. profissional). Em outras palavras, não basta ensinar bem as ciências básicas no primeiro ano; é preciso reforçá-las ao longo do curso, contextualizando sua aplicabilidade clínica, para que o aprendizado seja significativo e duradouro.

Outro aspecto reiterado pelos estudos incluídos é o sucesso das metodologias ativas em engajar os estudantes e melhorar seus resultados objetivos. Embora não seja surpresa, dada a vasta literatura defendendo metodologias centradas no aluno, nossa revisão fornece evidências concretas em contexto brasileiro: seja na enfermagem, medicina ou farmácia, abordagens como simulação realística, aprendizagem baseada em problemas (PBL), jogos digitais, mapas corporais (body painting) e prática deliberada mostraram-se eficazes para elevar escores e percentuais de acertos em testes de conhecimento. Esses métodos parecem atuar em múltiplas frentes – aumentam a motivação e atenção do aluno, permitem aplicação prática imediata (o que consolida a memória) e fornecem feedback oportuno sobre erros, fatores reconhecidamente importantes para a aprendizagem efetiva (Marques & Xavier, 2022; Sant’Anna et al., 2022). Por exemplo, no estudo de Sant’Anna et al. a repetição planejada de identificação de estruturas histológicas difíceis, aliada a feedback dos tutores, levou a um desempenho muito superior ao alcançado apenas com aulas expositivas convencionais. Do mesmo modo, Oliveira et al. (2020) demonstraram que inovar a forma de ensinar anatomia – trocando peças cadavéricas por pintura em colegas – resultou em assimilação ligeiramente melhor e, principalmente, em maior entusiasmo dos alunos, que passaram a relacionar estrutura e função de maneira mais intuitiva. Esses dados endossam recomendações pedagógicas atuais: aulas expositivas isoladas, centradas no professor, não têm se mostrado suficientes para garantir proficiência nos conteúdos básicos; é preciso envolver ativamente os estudantes, seja por meio de discussões de caso que integrem básico e clínico, seja por tecnologias educacionais interativas.

Um ponto de atenção, no entanto, é que nem todas as inovações rendem ganhos cognitivos automaticamente. A experiência de Clebis et al. (2021) sugere que jogos sérios e quizzes online podem equiparar-se ao método tradicional em eficácia, mas não necessariamente superá-lo em resultados imediatos. Neste caso, apesar da ausência de diferença significativa nas

notas, os autores apontam benefícios como redução da ansiedade de prova e maior satisfação – elementos que, embora intangíveis, contribuem para um melhor ambiente de aprendizagem. Isso reflete a ideia de que o sucesso de uma metodologia não deve ser medido apenas pela nota da avaliação, mas também pelo quanto ela promove aprendizado ativo, pensamento crítico e autoestima acadêmica. A literatura indica que estudantes de saúde frequentemente enfrentam sobrecarga de conteúdo nas ciências básicas e podem sentir desmotivação se os considerarem muito abstratos; assim, métodos lúdicos e contextualizados podem manter o engajamento mesmo que o ganho cognitivo mensurável seja equivalente ao da aula tradicional.

No que tange às implicações curriculares, os resultados desta revisão apontam para algumas diretrizes práticas. Primeiro, há evidências suficientes para recomendar que os cursos de saúde no Brasil ampliem a carga horária prática e de metodologias ativas nas disciplinas básicas. Como observado por Farias et al. (2022), ter mais disciplinas teóricas de biossegurança não necessariamente prepara melhor o aluno – mais efetivo é ter mais horas de prática supervisionada, onde o conhecimento teórico é aplicado e consolidado. Esse princípio pode ser generalizado: em vez de adicionar mais conteúdo teórico ao já extenso currículo, as faculdades devem buscar formas de otimizar o aprendizado do conteúdo essencial, seja por meio de laboratórios virtuais, seja integrando as ciências básicas aos cenários clínicos desde cedo (por exemplo, usar casos clínicos simples no primeiro ano para ensinar bioquímica e fisiologia em contexto). Segundo, as escolas devem institucionalizar avaliações diagnósticas periódicas do conhecimento básico ao longo do curso. O uso de testes de progresso (Progress Test) – embora não focado apenas nas básicas – tem se disseminado no Brasil e cumpre parte desse papel, mas poucas instituições adotam instrumentos específicos para monitorar, por exemplo, se no 4º ano os alunos ainda dominam conceitos-chave de microbiologia aprendidos no 2º ano. Implementar mini-testes cumulativos ou revisões integradas poderia mitigar a perda de conteúdo identificada (como a apontada por Annuzzo et al.). Terceiro, nossos achados reforçam a necessidade de formação continuada dos docentes das áreas básicas em metodologias ativas. Muitos professores foram formados num modelo tradicional e podem carecer de treinamento para aplicar simulações ou elaborar gamificações eficazes. Gestores educacionais devem prover capacitações e infraestrutura (por exemplo, aquisição de mesas anatômicas virtuais, softwares de quiz, laboratórios de simulação) para viabilizar essa mudança metodológica.

Vale comentar também as limitações da evidência reunida. Apesar de termos incluído 20 estudos, cobrindo diversas regiões do país, ainda há áreas pouco exploradas – não

encontramos estudos quantitativos suficientemente robustos sobre química ou biofísica na graduação da saúde, por exemplo. Esses conteúdos podem estar diluídos em outras disciplinas (bioquímica, fisiologia), mas a falta de dados específicos impede conclusões sobre como estão sendo aprendidos ou avaliados. Outra limitação é o potencial viés de publicação: é possível que existam intervenções implementadas por docentes que não foram publicadas por terem tido resultados nulos ou negativos. Assim, a preponderância de resultados positivos nos estudos incluídos pode refletir em parte um viés de notificação (tendência de publicar mais os sucessos). Ainda assim, a convergência de evidências de diferentes métodos indica consistência nas conclusões principais. Por fim, destacamos que a maioria dos estudos mediu resultados de curto prazo e cognitivos; não houve escopo nesta revisão para abordar impactos atitudinais ou de desempenho prático decorrentes do maior domínio teórico. Estudos futuros poderiam investigar se alunos com melhor domínio de ciências básicas (medido objetivamente) de fato cometem menos erros clínicos ou se adaptam melhor em disciplinas profissionalizantes – uma relação plausível, mas que carece de dados concretos no cenário educacional brasileiro atual.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática evidenciou que as ciências da natureza mantêm um papel insubstituível na formação de profissionais de saúde, estando diretamente ligadas à qualidade do aprendizado e à segurança no exercício futuro. Verificamos que, no Brasil (2015–2025), persistem lacunas de conhecimento teórico entre graduandos em conteúdos básicos, atribuíveis em parte a abordagens pedagógicas tradicionais e à falta de integração contínua desses conteúdos à prática clínica. Por outro lado, a incorporação de metodologias ativas e práticas – como simulação clínica, aprendizagem baseada em problemas, prática deliberada e ferramentas digitais interativas – tem demonstrado melhorar significativamente o desempenho acadêmico dos alunos nas disciplinas básicas, além de aumentar sua confiança e engajamento. Recomenda-se, portanto, que os cursos de Medicina, Enfermagem, Biomedicina, Fisioterapia, Odontologia, Farmácia e áreas afins invistam na modernização do ensino das ciências naturais: capacitando docentes em novas técnicas, aprimorando laboratórios (reais e virtuais) e promovendo a interdisciplinaridade, de modo que o aluno compreenda a relevância prática de cada conceito básico. Docentes devem ser incentivados a adotar estratégias como quizzes periódicos, estudos de caso e atividades de revisão que previnam o esquecimento do conteúdo ao longo da graduação. Gestores educacionais, por sua vez, devem assegurar carga horária adequada e

5597

recursos didáticos inovadores nessas disciplinas, bem como implementar avaliações longitudinais do conhecimento para monitorar o progresso e direcionar intervenções precoces. Em suma, fortalecer as ciências da natureza na graduação em saúde não é um “luxo” acadêmico, mas sim uma necessidade premente para formar profissionais mais competentes, críticos e preparados para traduzir fundamentos científicos em uma prática assistencial de excelência. Os evidentes ganhos obtidos com metodologias ativas sugerem um caminho promissor: ao tornar o aprendizado básico mais significativo e permanente, estaremos contribuindo para egressos mais bem preparados – o que, em última instância, se reflete em melhor cuidado à saúde da população.

REFERÊNCIAS

ALAM, A. A. et al. Medical students' attitudes toward and perception of basic sciences: a cross-sectional study. *Journal of Medical Education*, v.15, n.2, p.120–126, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jomed.2011.02.005>.

ANNUZZO, M. de S. e; RIBEIRO, G. A. T.; SILVA, A. T. Avaliação do conhecimento anatômico humano após a conclusão da disciplina de anatomia entre os estudantes de medicina de uma instituição de ensino superior. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 7, n. 4, p. e71912, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n4-271. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/71912>

5598

ARAÚJO, M. S. de et al. Efeito da simulação clínica na retenção do conhecimento de estudantes de enfermagem. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 34, eAPE000955, 2021. DOI: 10.37689/acta-ape/2021AO000955. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1349846>

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES n. 3, de 20 de junho de 2014. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina. Brasília, 2014. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN32014.pdf.

CEZAR, K. G.; GOMES, L. I.; NIEDERAUER, C. A. P. Análise e Organização da Informação nas Instituições. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 167–183, 2020. DOI: 10.26512/rici.v13.n1.2020.24753. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/view/24753>.

CLEBIS, N. K. et al. Gamificação do ensino de Bioquímica: relato de experiência com Google Sala de Aula e Kahoot. *Arquivos do MUDI*, Maringá, v. 25, n. 3, p. 94–104, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/60046>.

CLEBIS, N. K. et al. Gamificação do ensino teórico de anatomia para o curso de Farmácia da UFRN na pandemia da COVID-19: relato de experiência. *Arquivos do Mudi*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 187–200, 2021. DOI: 10.4025/arqmudi.v25i2.59849. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/59849>

D'EON, M. F. Knowledge loss of medical students on first-year basic sciences. *Advances in Health Sciences Education*, v.11, n.2, p.105-110, 2006. DOI: 10.1007/s10459-005-7841-3.

FARIAS, R. M. de et al. Conhecimento dos estudantes da área da saúde sobre as condutas de biossegurança e prevenção da transmissão da COVID-19. *Revista da ABENO*, Curitiba, v. 22, n. 2, p. e1862, 2022. DOI: 10.30979/revabeno.v22i2.1862. Disponível em: <https://revabeno.emnuvens.com.br/revabeno/article/view/1862>

KHALIL, M. K.; ELKHIDER, I. A. Applying learning theories and instructional design models for effective instruction in basic science education. *Advances in Physiology Education*, v.40, n.2, p.147-156, 2016. DOI: 10.1152/advan.00138.2015.

MARQUES, E. S. et al. Avaliação do conhecimento fisiológico da dor de estudantes de fisioterapia. *Revista Dor*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 29-33, 2016. DOI: 10.5935/1806-0013.20160008. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-00132016000100029

Marques, E. S.; Xarles, T.; Antunes, T. M.; Silva, K. K. D.; Reis, F. E. Avaliação do conhecimento fisiológico da dor de estudantes de fisioterapia. *Revista Dor*, v.17, n.1, p.29-33, 2016. DOI: 10.5935/1806-0013.20160008.

MERCÊS, A. A. D.; MACIEL, J. C. Bioquímica para estudantes da área da saúde: importância e alternativas de ensino. *Revista Saúde & Diversidade*, v. 2, n. 2, p. 52-56, 2018. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/hd/article/view/7507>.

OLIVEIRA, D. V. et al. Conhecimento de estudantes de educação física a respeito da anatomia do aparelho locomotor. *Saúde e Pesquisa*, v.14, n.1, p.81-90, 2021. DOI: 10.17765/2176-9206.2021v14n1.e7714. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/7714>. 5599

OLIVEIRA, J. S. e; FURTADO, F. Quais fatores influenciam a taxa de aprovação na disciplina de Anatomia Humana? *Revista Brasileira de Educação Médica*, v.39, n.4, p.574-585, 2015. DOI: 10.1590/1981-52712015v39n4e00062014.

OLIVEIRA, L. C. et al. A eficácia do Body Painting no ensino-aprendizagem da Anatomia: um estudo randomizado. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v.44, n.2, e050, 2020. DOI: 10.1590/1981-5271v44.2-20190162.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v.372, n.71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

PASCON, D. M.; OTRENTI, E.; MIRA, V. L. Simulação clínica em disciplinas integradas na graduação em Enfermagem: percepção discente. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 301-308, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/VgQtFDscK7Ndd9bqSkFzNQs>.

RESENDE, K. A. et al. A importância do ensino de anatomia humana na formação de profissionais do Corpo de Bombeiros Militar. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, v. 8, n. 3, p. 159-165, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RBEU/article/view/5015>.

ROSA, B. R. et al. Aprendizado da anatomia hepatobiliar pela mesa anatômica virtual 3D. *Revista Brasileira de Educação Médica*, Brasília, v. 43, supl. 1, p. 615–621, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/RXLgySZHMFvRGV4kp8j8gWD>.

SANT'ANNA, C. S. et al. Prática deliberada no ensino de histologia na graduação em Medicina: estudo prospectivo randomizado e controlado. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v.46, n.2, e211, 2022. DOI: 10.1590/1981-5271v46.2-202104278.

SILVA, J. H. da; GUERRA, L. B. O ensino-aprendizagem da anatomia humana: avaliação do desempenho dos alunos após a utilização de mapas conceituais como uma estratégia pedagógica. *Ciência & Educação (Bauru)*, v.24, n.1, p.95–110, 2018. DOI: 10.1590/1516-731320180010007.

SOUSA, L. E.; TAVARES, M. L.; VILAS-BOAS, A. Uso de um inventário de conceitos de meiose para identificar concepções alternativas entre calouros e licenciandos de Ciências Biológicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 29, e23048, 2023. DOI: 10.1590/1516-731320230048.

TESHOME, W. et al. Perception of medical students towards basic science courses: relevance and interest in clinical years. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, v.31, n.1, p.13–20, 2021. DOI: 10.4314/ejhs.v31i1.3.

VIEIRA, J. C. L. et al. Simulação clínica como metodologia de ensino-aprendizagem no manejo de lesão por pressão. *Revista Docência do Ensino Superior*, Belo Horizonte, v. 15, e57364, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/57364>.