

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

USO DE IMAGENS DE MICROSCOPIA DIGITAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: AVALIAÇÃO DA MOTIVAÇÃO E DA PROFICIÊNCIA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Camila Gomes Xavier , Juliana Barbosa de Faria, Fernanda Rezende Souza, Karen Yumi Ribeiro
Nakagaki, Aloísio Cardoso Junior , Geovanni Dantas Cassali

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6604>

Submetido em: 2023-08-14

Postado em: 2023-08-25 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

ARTIGO

USO DE IMAGENS DE MICROSCOPIA DIGITAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: AVALIAÇÃO DA MOTIVAÇÃO E DA PROFICIÊNCIA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

AUTOR 1, CAMILA GOMES XAVIER¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5526-1302>
<camilagxavier2@gmail.com>

AUTOR 2, JULIANA BARBOSA DE FARIA²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9681-2278>
julianabarbosa2309@gmail.com

AUTOR 3, FERNANDA REZENDE SOUZA³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6727-4837>
fersouza.vet@gmail.com

AUTOR 4, KAREN YUMI RIBEIRO NAKAGAKI⁴

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0662-9577>
<karenyumi@ymail.com>

AUTOR 5, ALOÍSIO CARDOSO JUNIOR⁵

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7487-3101>
<aloisiocardosojr@gmail.com>

AUTOR 6, GEOVANNI DANTAS CASSALI⁶

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5650-6743>
<geovanni.cassali@gmail.com>

¹ Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

³ Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁵ Unifenas. Belo Horizonte, MG, Brasil;

⁶ Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESUMO: O ensino de Biologia nas escolas é muito importante na formação dos estudantes, pois contribui para o desenvolvimento de uma compreensão sólida e abrangente dos seres vivos e dos processos biológicos que ocorrem no mundo natural. A importância da Biologia pode ser destacada em três aspectos principais: conhecimento científico, motivação dos estudantes e aulas práticas. Considerando esses aspectos, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da utilização de microscopia digital e de pranchas impressas nas aulas de Biologia, para alunos de ensino médio, em relação à motivação e à aprendizagem imediata. A metodologia envolveu uma aula teórica sobre o tema escolhido que foi HPV e câncer de colo de útero seguida de aulas práticas com o uso de imagens de microscopia digital e de pranchas impressas. Os estudantes responderam a testes e a um questionário que avaliaram aprendizagem e motivação após as intervenções. O estudo permitiu verificar que a motivação dos estudantes é maior quando se tem uma parte prática. Já o uso de imagens de microscópios para relacionar o conteúdo, a microscopia digital e as lâminas impressas causam uma motivação elevada nos estudantes, não apresentando diferenças significativas e a importância do desenvolvimento de ferramentas

inovadoras e facilitadoras no ensino de Ciências Biológicas. Dessa forma, conclui-se que a microscopia, em ambas as formas utilizadas no experimento é um fator motivador e de custo favorável, cabendo a escola optar pelo uso das pranchas impressas ou microscopia digital, considerando a sua realidade.

Palavras-chave: Disciplinas das Ciências Biológicas, Educação em Saúde, Microscopia, Motivação.

USE OF DIGITAL MICROSCOPY IMAGES IN THE TEACHING OF BIOLOGICAL SCIENCES: ASSESSMENT OF THE MOTIVATION AND PROFICIENCY OF HIGH SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT: The teaching of Biology in schools is very important in the education of students, as it contributes to the development of a solid and comprehensive understanding of living beings and the biological processes that occur in the natural world. The importance of Biology can be highlighted in three main aspects: scientific knowledge, student motivation and practical classes. Considering these aspects, the objective of this study was to evaluate the effects of using digital microscopy and printed boards in Biology classes, for high school students, in relation to motivation and immediate learning. The methodology involved a theoretical class on the chosen topic, which was HPV and cervical cancer, followed by practical classes using digital microscopy images and printed plates. Students responded to tests and an understanding that assessed learning and motivation after the interventions. The study allowed us to verify that students' motivation is greater when there is a practical part and the use of microscope images to relate the content, digital microscopy and printed slides cause a high motivation in students who do not have experience and the importance of developing innovative and facilitating tools in the teaching of Biological Sciences. Thus, it is concluded that microscopy, in both forms used in the experiment, is a motivating factor and has a favorable cost, leaving the school to opt for the use of printed boards or digital microscopy, considering its reality.

Keywords: Disciplines of Biological Sciences, Health Education, Microscopy, Motivation.

EL USO DE LA MICROSCOPIA DIGITAL COMO HERRAMIENTA MOTIVADORA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

RESUMEN: La enseñanza de la Biología en las escuelas es muy importante en la formación de los estudiantes, ya que contribuye al desarrollo de una comprensión sólida e integral de los seres vivos y de los procesos biológicos que ocurren en el mundo natural. La importancia de la Biología se puede destacar en tres aspectos principales: el conocimiento científico, la motivación del estudiante y las clases prácticas. Considerando estos aspectos, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del uso de microscopía digital y pizarras impresas en clases de Biología, para estudiantes de secundaria, en relación con la motivación y el aprendizaje inmediato. La metodología implicó una clase teórica sobre el tema elegido, que fue el VPH y el cáncer de cuello uterino, seguida de clases prácticas utilizando imágenes de microscopía digital y placas impresas. Los estudiantes respondieron pruebas y un cuestionario que evaluó el aprendizaje y la motivación después de las intervenciones. El estudio permitió comprobar que la motivación de los estudiantes es mayor cuando existe una parte práctica y el uso de imágenes microscópicas para relacionar el contenido, la microscopía digital y las láminas impresas provocan una alta motivación en los estudiantes, no mostrando diferencias significativas y la importancia del desarrollo de herramientas innovadoras y facilitadoras en la enseñanza de las Ciencias Biológicas. Así, se concluye que la microscopía, en las dos formas utilizadas en el experimento, es un factor motivador y tiene un costo favorable, dejando a la escuela optar por el uso de placas impresas o microscopía digital, considerando su realidad.

Palabras clave: Disciplinas de las Ciencias Biológicas, Educación para la Salud, Microscopía,

Motivación.

INTRODUÇÃO

As diferentes ferramentas utilizadas na educação somada às metodologias de ensino demonstram que o papel do professor em sala de aula vem sofrendo consideráveis modificações se comparado há alguns anos. Essa mudança é reflexo de um contexto maior de modificações que vêm ocorrendo na sociedade. (GATTI, 2016), exigindo cada vez mais do professor. Neste contexto, o exercício da docência impõe ao professor uma constante reciclagem, não somente em relação ao conteúdo, mas também no que diz respeito a didática aplicada em sala de aula. Entretanto, isso ainda não é realidade. Considerando esses aspectos, a busca por aperfeiçoamento metodológico no ensino precisa ser uma constância. Muitas são as limitações enfrentadas, sendo de fundamental importância o desenvolvimento de estudos nessa área. Assim, o atual projeto buscou avaliar os impactos causados com a inserção de uma ferramenta inovadora em relação a motivação e aprendizado dos estudantes de ensino médio de uma escola pública de Belo Horizonte. Os objetivos do presente trabalho incluem: utilizar as ferramentas microscopia digital e pranchas impressas no ensino médio; avaliar a aprendizagem imediata dos estudantes; avaliar a motivação dos estudantes e comparar a aprendizagem e a motivação dos estudantes submetidos à prática através de microscopia digital e de pranchas impressas.

A Biologia é um dos componentes curriculares mais importantes para a compreensão da vida. Ela engloba todo o conhecimento referente aos seres vivos, buscando compreender os mecanismos que regulam as atividades vitais, os mecanismos evolutivos das espécies e as relações que elas estabelecem entre si e com o ambiente em que vivem (BRASIL, 2006).

O ensino de Biologia é abordado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999), que tem como objetivo mediar a construção de currículos levando em consideração, o contexto atual relacionados às transformações econômicas e tecnológicas. Esse documento também enfatiza que é preciso que ocorra uma relação entre a teoria e a prática, em que o professor é um mediador com o intuito de motivar o aluno a descobrir novos conceitos e relacioná-los aos seus conhecimentos prévios. Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, determinar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado (BRASIL, 2002, p. 9). Esse componente está inserido no currículo escolar do ensino formal (BORGES, 1997 apud HOERNIG, [2000]). Apesar disso, o ensino formal não favorece seu aprendizado efetivo devido à falta de condições materiais e de formação do professor em relação aos aspectos práticos dos assuntos abordados (BORGES, 1997 apud HOERNIG, [2000]). A maioria dos professores vivenciam nas escolas poucas atividades experimentais, apesar de a maioria acreditar que, por meio delas, pode-se transformar o ensino de Ciências e Biologia (GALLAZI, 2001).

Segundo Borges (1997 apud HOERNIG, 2000), as atividades práticas têm grande relevância no processo de aprendizagem, principalmente quando se utiliza uma ferramenta de ensino facilitadora. Mas, para que isso seja possível, o autor também comenta que “os professores precisam encontrar novas maneiras de ministrar as atividades prático-experimentais de maneira mais eficientemente e com propósitos bem definidos” (HOERNIG, 2000).

HISTOLOGIA NO ENSINO DE BIOLOGIA

A histologia é a ciência que estuda os tecidos biológicos desde sua formação (origem), estrutura e funcionamento. Para que seja realizada, há a necessidade da interação entre os conhecimentos teóricos e práticos, que é feito mediante a combinação de exposições de peças macroscópicas e lâminas microscópicas (NEVES et al., 2008). Em termos gerais, estuda a estrutura microscópica dos tecidos. Está inserida no ensino de ciências/biologia nas escolas. Para que esse estudo seja possível, é necessário que se faça a leitura de lâminas histológicas em microscópios de luz. No ensino de conteúdos histológicos, Carmo (2005) aponta que no Ensino Médio a situação é grave. Isso é explicado pelo fato de que as aulas

em laboratório são raras. Essa raridade, em geral, está relacionada ao tempo e ao esforço do professor para realizar aulas práticas, que muitas vezes não são motivados e acabam optando apenas por aulas expositivas.

O Ensino de histologia por meio apenas de aulas teóricas privilegia aprendizagem passiva. Desse modo os estudantes não são estimulados a desenvolverem conhecimentos, técnicas e habilidades de observação e análise microscópica. (BUTTOW; CANCINO, 2008). Assim, ocorre a perda da oportunidade de correlacionar teoria e prática e de elaborar e contextualizar os objetivos de aprendizagem, desfavorecendo a motivação e a aprendizagem significativa não sendo estimulados a desenvolverem conhecimentos, técnicas e habilidades de observação e análise microscópica (BUTTOW; CANCINO, 2008). Lâminas e microscópios tradicionais, instalados em laboratórios de aula prática, têm sido usados em educação nas áreas de biologia, morfologia, patologia, microbiologia, parasitologia e botânica há várias décadas. Entretanto, o uso de lâminas de vidro em educação tem suas desvantagens, por quebrarem facilmente e serem de difícil reposição, perderem sua coloração com o tempo e serem inconvenientes de transportar para longas distâncias. Além disso, a existência desses laboratórios não é uma realidade para a maioria das escolas públicas brasileiras. Assim sendo, uma alternativa acessível à maior parte das escolas seria a criação de laboratórios providos de modelos didáticos que pudessem abordar os conteúdos previstos sem a necessidade de aparelhos de alto custo e lâminas de vidro. (ORLANDO et al., 2009).

De acordo com Lobo e Maia (2015), o uso de software pode contribuir para o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem, com a utilização de ferramentas facilitadoras e promissoras para a área de educação. Hempe (2012) ratifica a importância do uso de novas tecnologias defendendo a ideia de que os novos tempos exigem a ruptura de velhos paradigmas educacionais, a fim de que seja possível construir novas propostas de ensino, por meio do uso de mídias e tecnologias.

MICROSCOPIA DIGITAL

A microscopia digital pode ser considerada uma Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Segundo Lima Júnior (2005, p. 15): A tecnologia consiste em: [...] um processo criativo através do qual o ser humano utiliza-se de recursos materiais e imateriais, ou os cria a partir do que está disponível na natureza e no seu contexto vivencial, a fim de encontrar respostas para os problemas de seu contexto atual, superando-os. Estudos mostram que é notável o interesse dos estudantes por metodologias de aprendizagem interativas. Essa afirmação é ratificada pelas teorias de aprendizagem construtivistas e sócio interacionista que apontam que o conhecimento é adquirido e efetivado quando há a interação entre as pessoas e os objetos que a cercam (MACÊDO, L. N.; MACÊDO, A. A. M.; CASTRO FILHO, J.A., 2007).

A microscopia digital é uma ferramenta recente que permite, por meio de scanner, a conversão da imagem captada da lâmina de vidro, em várias imagens digitalizadas que são reproduzidas em um software no computador (Weinstein et al., 2012). Todo o processo, desde a captura digital das lâminas, sua análise e compartilhamento das imagens são considerados importantes mudanças na rotina no estudo da histologia normal e das alterações patológicas (Pantanowitz et al., 2013). Essa tecnologia existe desde a década de 1990, mas se tornou disponível comercialmente para computadores comuns apenas em 1998, quando suficiente memória e velocidade de processamento de dados também se tornaram disponíveis. Podendo o observador explorar o corte histológico inteiro, as lâminas digitais substituem com vantagens as lâminas reais para fins de pesquisa, educação e consultoria à distância. Ademais, recuperar uma lâmina digital de um arquivo se torna apenas uma questão de acessar um banco de dados virtual. Além disso, são possíveis acessos simultâneos a uma lâmina digital por diferentes observadores, localizados a distância. Lâminas digitais podem ainda ser usadas como importante ferramenta em programas de análise de imagens e controle externo de qualidade laboratorial. (Pantanowitz et al., 2013; Farahani, Parwani and Pantanowitz, 2015; Goacher et al., 2016; Weinstein et al., 2012).

Com o rápido desenvolvimento tecnológico, a análise das lâminas virtuais em smartphones, tablets e laptops, permite sua visualização a qualquer momento e qualquer lugar (Vallangeon et al., 2017).

Estudos nos quais foram utilizadas as lâminas digitais apresentaram resultados satisfatórios. Alguns atores trazem: “O recurso se tornou um grande aliado e fazendo com que o conteúdo propriamente dito avance com facilidade, em especial em turmas com maior número de alunos. Ainda, além do benefício acadêmico propriamente dito, observou-se a redução no quadro de técnicos que antes atuavam nos laboratórios de microscopia, além de diminuir os gastos com a manutenção de microscópios e a aquisição/confeção de novas lâminas histológicas a serem utilizadas nas aulas práticas.” (MATEUS, et. al. 2019). A viabilidade econômica da implementação da microscopia digital em escolas de ensino médio torna o estudo de sua efetividade neste ambiente de extrema relevância educacional e social. “O microscópio virtual apresenta-se como uma ferramenta que proporciona ganhos e satisfação para o aluno sob a forma de aprendizado.” (LEMOS, H. D 2014)

As lâminas digitalizadas estão sendo bem avaliadas, pois permitem que várias pessoas possam visualizar mesma lâmina ao mesmo tempo, reduzindo a questão da variação entre seções seriadas, e oferecendo a possibilidade de anotações e visualização da lâmina de forma facilitada (Williams et al., 2017; Pantanowitz et al., 2013; Farahani et al., 2015).

ENSINO MÉDIO

A Constituição Federal, a Lei nº 9.394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) determina a configuração da educação brasileira que recebe a seguinte divisão: educação básica, que compreende a educação infantil, ensino fundamental e médio e educação superior que está relacionada aos cursos de graduação. No âmbito da educação básica, tem-se o Ensino Fundamental e a Educação Infantil como a primeira etapa da educação institucionalizada, e o ensino médio como encerramento desse ciclo. Segundo Saviani (2000):(...) a educação integral do homem, a qual deve cobrir todo o período da educação básica que vai do nascimento, com as creches, passa pela educação infantil, o ensino fundamental e se completa com a conclusão do ensino médio por volta dos dezessete anos, é uma educação de caráter desinteressado que, além do conhecimento da natureza e da cultura envolve as formas estéticas, a apreciação das coisas e das pessoas pelo que elas são em si mesmas, sem outro objetivo senão o de relacionar-se com elas (Saviani, 2000). Por estar entre os anos finais de escolarização, o ensino médio merece uma maior visibilidade. Assim, ele contém atribuições específicas já previstas na LDB (Art. 35):

I- a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II- a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III- o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV- a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (LDB, art. 35). Em termos gerais, a identidade de ensino médio está na superação do dualismo entre propedêutico e profissional. É fundamental se configure um modelo que ganhe uma identidade unitária para esta etapa da educação básica, e que assuma formas diversas e contextualizadas da realidade brasileira.

O interesse por novas ferramentas inovadoras no processo de ensino-aprendizagem é uma preocupação constante dos profissionais da área da educação na busca pelo aprendizado significativo. Essas ferramentas devem ser pautadas na facilitação da acessibilidade ao conhecimento por diferentes padrões de aprendizes. Estudos realizados por Fornazieiro & Gil (2003) destacam a importância da utilização de múltiplos recursos e conclui que, dessa forma, o ser humano experimenta diferentes sensações atribuídas ao processo de ensino-aprendizagem. A justificativa dessa busca por novas tecnologias se dá pelo descompasso entre as recomendações legais e o que de fato ocorre na prática. Falta de investimentos e alternativas atrativas de ensino têm levado os estudantes a se sentirem cada vez mais desestimulados pela busca do conhecimento nas disciplinas escolares. Tal fator é bastante preocupante, uma vez que as Ciências Biológicas estão tendo cada vez menos visibilidade e sendo até desconhecidas

nos ensinos fundamental e médio. É importante que o modelo padrão (uso apenas de livro didático e quadro) das aulas dê lugar a um ensino dinâmico e contextualizado. O desenvolvimento do saber torna-se mais eficiente quando o estudante entende a sua aplicabilidade. (LIMA FILHO et al., 2011). Nesse sentido, a microscopia digital é uma ferramenta promissora e inovadora, que pode efetivar, na prática, o disposto no item IV do art. 35 da LDB, citado a montante.

METODOLOGIA

Desenho do estudo: Delineamento quase experimental. A pesquisa, de acordo com a natureza, é pesquisa aplicada pois há a busca pelo teste e implementação de ferramentas inovadoras e facilitadoras e apresenta uma abordagem quantitativa e exploratória.

Estudo piloto: Antes da aplicação do projeto na escola selecionada para a pesquisa, foi realizado um teste em uma outra escola de Belo Horizonte, Colégio Batista Getsêmani, com alunos da mesma faixa etária. As estruturas das escolas eram semelhantes em relação à ausência de um laboratório de Ciências e em ambas os alunos nunca haviam tido contato com microscópio e as imagens que ele proporciona. Assim sendo, o teste se aproximou ao máximo do que seria o ambiente real da pesquisa. O objetivo do estudo piloto foi verificar se a metodologia proposta de fato era satisfatória e possível de ser realizada, ou se seria preciso que ajustes fossem realizados. Dessa forma, foram utilizados os mesmos materiais e pesquisadores que seriam alocados para o experimento. A partir do estudo piloto, foi possível concluir que os estudantes ficaram bastante motivados com a intervenção tanto do grupo da prancha impressa como da microscopia digital. (Apêndice I). Ele também permitiu que alteração na metodologia fosse realizada a fim de melhorar e facilitar sua aplicação: a intervenção deveria acontecer em apenas um horário de 50 minutos de modo a não sobrecarregar os estudantes e não interferir no horário de outra disciplina. Dessa forma, foi preciso diminuir a quantidade de slides para diminuir o tempo da parte teórica. Além disso, optou-se pela não realização de testes de proficiência antes da aula prática e, também, após uma semana da aplicação do estudo (avaliação da retenção tardia do conhecimento). Além disso, foi possível identificar as dificuldades que enfrentaríamos e como contorná-las, por meio de pequenas alterações na metodologia do projeto. Por fim, a partir dos dados coletados no estudo piloto estimou-se a amostra necessária para o experimento que foi de 53 estudantes para o pré teste e 53 para o pós teste. O cálculo amostral encontra-se no Apêndice 2. A escolha pela escola para a realização do projeto piloto foi devido ao interesse e abertura dada para a realização do projeto. Além disso, a estrutura escolar era bastante escassa e não haviam subsídios para realização de aulas práticas, assim como no local do estudo. As perguntas dos testes foram avaliadas e validadas por juízes e o questionário IMMS já havia sido validado previamente. Dessa forma, o intuito do projeto piloto foi apenas verificar se a execução da atividade estava sendo viável de acordo com o planejamento.

Local do estudo: A escola escolhida para o estudo foi a Escola Estadual Maria Andrade Resende, localizada no município de Belo Horizonte com séries dos anos iniciais do ensino fundamental e finais do ensino médio. A escolha do local de estudo foi motivada pela estrutura das escolas, que possuíam limitações que dificultavam o ensino de Ciências, como a ausência de um laboratório, por exemplo. Além disso, o interesse e disponibilidade apresentados pela direção foram levados em consideração.

População alvo: A população foi composta por alunos de 15 a 18 anos de idade distribuídos entre a segunda (2ª) e terceira (3ª) séries do ensino médio, sendo quatro turmas de 35 alunos na 2ª série e seis turmas da 3ª série, com a mesma quantidade de alunos, totalizando 10 turmas (350 alunos).

Crterios de incluso: Estar regularmente matriculado no ensino médio;

- Desejo de participar e compromisso de adesão ao protocolo do estudo;
- Ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) – alunos e seus responsáveis legais.
- Ter assinado o termo de assentimento livre e esclarecido.

Critério de exclusão: Haver participado de cursos que utilizaram lâminas digitais referentes aos temas que serão abordados.

Critério de retirada: Desejo declarado do participante de deixar o estudo ou por ordem de seu representante legal;

- Erros durante a seleção dos critérios de inclusão e exclusão;
- Falta de aderência ao protocolo do estudo.

ETAPAS DA PESQUISA

Amostragem: Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sediado em Belo Horizonte (MG), Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) no 44017021.3.0000.5149, parecer de aprovação no 4.732.145 (ANEXO 2). Utilizou-se amostragem por conveniência. Os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa, no ambiente escolar e durante o horário da aula, sem que houvesse interferência na carga horária das demais matérias. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o termo de assentimento (TALE) (Apêndice 3). Os estudantes que eram menores de idade, tiveram o (TCLE) assinado pelo responsável legal, permitindo sua participação no estudo. A qualquer momento do desenvolvimento do projeto, o discente poderia se retirar do mesmo sem maiores transtornos, conforme previamente explicitado nos critérios de exclusão e no próprio TCLE. Todos os alunos que atenderam aos critérios de alocação do estudo e que estavam aptos a participar compuseram o conjunto amostral desta pesquisa, formando uma amostra probabilística final de 239 estudantes no pré-teste e 214 no pós-teste. Destes, foram incluídos 109 alunos no grupo microscopia digital e 105 alunos no grupo prancha impressa, conforme mostrado na figura 1. A alocação dos alunos nos grupos obedeceu ao seguinte critério: a professora responsável pela alocação não tinha conhecimento em relação à série na qual os estudantes estavam matriculados para evitar-se viés de seleção. Assim, a divisão foi feita por meio da lista de presença, iniciando o aluno de número 1 para a lâmina digital, número 2 para a prancha impressa, número 3 para a lâmina digital e assim por diante, até que todos os alunos estivessem alocados.

Seleção de lâminas: A seleção das lâminas foi realizada em conjunto com a professora de Biologia da escola selecionada para se adequar ao conteúdo programático do currículo da disciplina. Foi considerada a contextualização de vida da população de estudantes que com essa idade apresentam comportamentos de risco como múltiplos parceiros, falta de preservativo nas relações, para infecções sexualmente transmissíveis. Assim, o enfoque da escolha foi educacional e preventivo. Ao final foram selecionadas as seguintes lâminas: 1 lâmina de câncer de colo de útero e 1 lâmina de condiloma acuminado. A quantidade de lâminas foi avaliada e decidida, de forma a não sobrecarregar os envolvidos e gerar aprendizagem profunda. Dessa forma, a ideia foi explorar ao máximo cada lâmina, levando em consideração, assim, a profundidade do conhecimento e não a quantidade de conteúdo. O software para leitura das lâminas se encontra disponível na internet (https://www.3dhistech.com/panoramic_viewer). O equipamento utilizado para digitalização das lâminas encontra-se instalado no Centro de Aquisição e Processamento de Imagens – CAPI/UFMG. O CAPI é um centro multiusuário que possui infraestrutura em várias áreas da pesquisa científica que utilizam como método de estudo a captura e análises morfométricas de imagens digitais, tais como microscopia eletrônica, confocal, dissecação a laser e escâner de lâminas e géis.

Aula teórica: A aula teórica foi a etapa inicial com a participação dos estudantes selecionados. Antes de iniciar, foi feita a averiguação se todos os alunos presentes haviam assinado e entregue o TCLE. A aula teve duração de aproximadamente 20 minutos e foi realizada por um dos participantes do projeto. Ela abordou sobre o HPV, transmissões, formas de prevenção e sobre o câncer de colo de útero. Aos alunos que optaram por não participar do processo pedagógico, a escola se encarregou de aplicar uma atividade, em suas dependências, a fim de manter o estudante em atividade durante a aplicação da pesquisa. Além de introduzir o conteúdo teórico para instrumentalizar a prática da microscopia digital e das pranchas impressas, esta aula teve o objetivo de homogeneizar o conhecimento prévio dos estudantes. Os slides utilizados na aula podem ser vistos no Apêndice 4.

Aplicação de pré teste: A aula teórica foi a etapa inicial com a participação dos estudantes selecionados. Antes de iniciar, foi feita a averiguação se todos os alunos presentes haviam assinado e entregue o TCLE. A aula teve duração de aproximadamente 20 minutos e foi realizada por um dos participantes do projeto. Ela abordou sobre o HPV, transmissões, formas de prevenção e sobre o câncer de colo de útero. Aos alunos que optaram por não participar do processo pedagógico, a escola se encarregou de aplicar uma atividade, em suas dependências, a fim de manter o estudante em atividade durante a aplicação da pesquisa. Além de introduzir o conteúdo teórico para instrumentalizar a prática da microscopia digital e das pranchas impressas, esta aula teve o objetivo de homogeneizar o conhecimento prévio dos estudantes. Os slides utilizados na aula podem ser vistos no Apêndice 4.

Aula prática (intervenção):

Após a aplicação do pré-teste I os alunos foram divididos em 2 grupos:

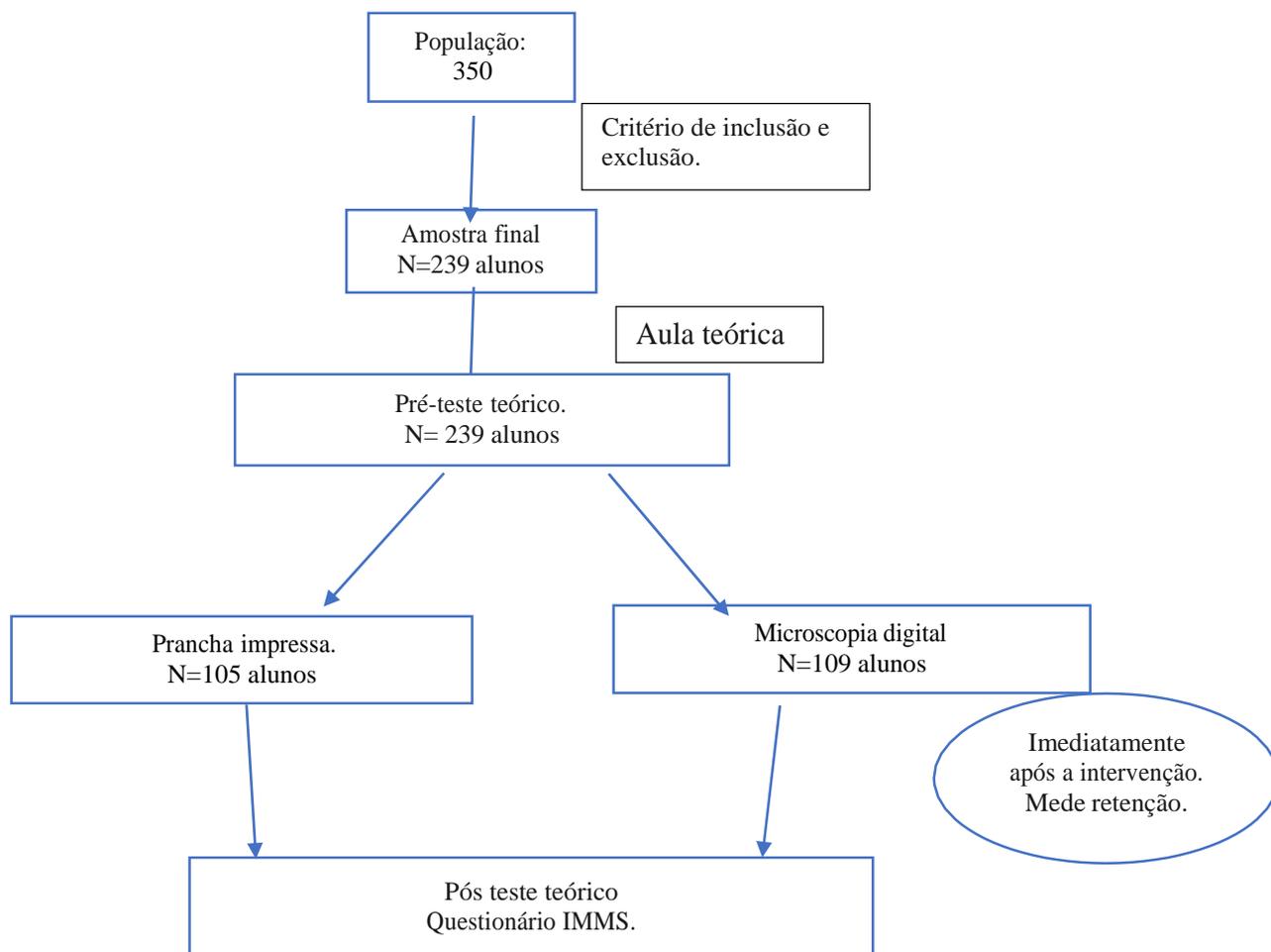
- Grupo Prancha Impressa: aula prática realizada com pranchas impressas.
- Grupo Lâmina Digital: aula prática realizada com lâminas digitais.

As lâminas eram as mesmas para ambos os grupos. As aulas foram ministradas ao mesmo tempo, ministradas por pessoas diferentes e em salas diferentes. As responsáveis pela aula prática passaram por um treinamento prévio a fim de que atuassem de maneira semelhante e que a linguagem fosse adequada para aquela faixa etária. Para que fosse possível uma melhor visualização, foram impressas as lâminas de câncer de colo de útero e de condiloma acuminado em 3 aumentos diferentes, para serem utilizadas na aula prática do grupo prancha impressa. Assim, o estudante conseguia identificar as estruturas com maiores detalhes. As pranchas encontram-se no Apêndice 7. Na aula prática do grupo microscopia digital, as lâminas foram projetadas e os alunos foram acompanhando as diferentes aproximações. Para ambos os grupos, foi distribuído um roteiro de aula prática para direcionar o acompanhamento da aula. (Apêndice 8).

Aplicação de pós teste: Após a aula prática foi aplicado o pós-teste para comparar se houve diferença em relação aos conhecimentos dos estudantes avaliados pelo pré-teste. Esse teste tem como intuito avaliar a influência da intervenção (aula prática) no aprendizado imediato.

Aplicação de questionário IMMS: Após o pós-teste, foi aplicado o questionário Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) (KELLER, 1993), traduzido e adaptado transculturalmente para o português brasileiro por Cardoso-Júnior et al. (2020), que teve como objetivo avaliar a motivação dos estudantes em relação ao ensino utilizando as lâminas digitais. Esse questionário é composto por 36 itens divididos em quatro domínios: atenção, relevância, confiança e satisfação (ARCS). Seus itens são pontuados através de escala Likert, variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). O IMMS encontra-se no Anexo I.

A figura 1 sintetiza as fases do estudo.



ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de variância com 1 fator (ONEWAY): As comparações entre 3 ou mais grupos em relação às médias de uma variável do tipo quantitativa (variável contínua ou discreta) foram realizadas utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA) com um fator (OneWay). Para os casos em que a análise indicou a existência de alguma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos independentes realizaram-se comparações múltiplas de médias de acordo os testes de Duncan ou LSD para verificar entre quais grupos realmente existe tal diferença. Ressalta-se que os pressupostos para a utilização desta análise são a normalidade dos resíduos do modelo e a presença de variância constante.

Teste t de Student para amostras independentes: Com o objetivo de comparar 2 grupos independentes quanto a média de uma variável de interesse (por exemplo, escore Atenção do IMMS) do tipo intervalar foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes. Trata-se de um teste paramétrico que tem como objetivo comparar médias entre 2 grupos distintos / independentes, isto é, este teste avalia se existe diferença significativa ou não entre 2 grupos quanto às médias de uma determinada variável quantitativa de interesse. Ressalta-se que o teste de Levene foi utilizado com o objetivo de averiguar a homogeneidade das variâncias de cada variável estudada, por grupo. O objetivo deste teste é verificar se as variâncias são diferentes ou não entre os 2 grupos estudados em relação a uma variável de interesse, ou seja, verificar se a probabilidade de significância do teste é inferior a 5% ($p < 0,05$). Neste presente estudo decidiu-se por assumir a heterogeneidade das variâncias, com isso, optou-

se por utilizar os valores do teste t de student assumindo a não igualdade de variâncias, o que contribui com resultados mais robustos.

Análise de correlação de Pearson: A análise de Correlação de Pearson (Teste paramétrico) quando envolvem duas variáveis escalares foi utilizada como uma forma de avaliar a relação entre duas variáveis de interesse. Esta análise expressa a relação entre duas variáveis X e Y, medindo a grandeza desta relação:

- $r > 0$. Indica relação direta / positiva, ou seja, um aumento em X é acompanhado por um aumento em Y.

- $r < 0$. Indica relação indireta / negativa, ou seja, um aumento em X é acompanhado por um decréscimo em Y.

Um alto valor de r (negativo ou positivo) - próximo de +1 ou -1 - indica uma forte relação, enquanto um valor próximo de zero mostra uma relação fraca ou nula. Ressalta-se que uma referência muito utilizada para determinar o grau de correlação entre duas variáveis é a seguinte:

Pontos de corte	“Interpretação”
$r < 0,40$	Correlação Fraca
$0,40 \leq r \leq 0,75$	Correlação Moderada
$r > 0,75$	Correlação Forte

Análise de variância (ANOVA) baseado num planejamento em bloco: Com o objetivo de comparar os 4 domínios da motivação avaliados nesse estudo (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação) retirando-se o efeito das diferenças existentes entre os alunos (bloco), isto é, levando-se em consideração a dependência entre as medidas realizadas no mesmo aluno a Análise de Variância baseado em um planejamento em Bloco com 1 fator foi aplicada aos dados. Portanto, ao utilizar o planejamento em bloco, busca-se retirar o efeito de variação causada pela diferença existente entre as unidades amostrais (no presente estudo, alunos). O intuito desta análise, neste presente estudo, é comparar os 4 domínios quanto aos domínios da motivação, ou seja, avaliar se os resultados dos domínios da motivação Pontos de corte “Interpretação” apresentam médias significativamente diferentes ou não. Fazendo uma analogia com o teste t de student pareado, pode-se dizer que análise de variância baseada num planejamento em bloco com 1 fator é uma extensão do teste t de student para amostras pareadas, porém, para comparar 3 ou mais medidas de interesse realizadas numa mesma unidade amostral. E, quando essa análise indica alguma diferença estatisticamente significativa entre os Fatores utiliza-se o teste de comparações múltiplas de Duncan para determinar entre quais domínios a diferença significativa realmente existe. Ressalta-se que os pressupostos para a utilização desta análise são verificados, isto é, a normalidade de resíduos (Teste K-S – Kolmogorov-Smirnov) e variâncias constantes (Teste de Levene).

Tamanho de efeito – d de cohen: Outra informação necessária nos resultados das pesquisas é avaliar a magnitude das diferenças consideradas estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Geralmente, observamos achados significativos, mas do ponto de vista clínico/prático, não tem impacto na atuação prática. Quando estamos trabalhando com variáveis quantitativas e estamos interessados em realizar comparações entre as médias dos grupos uma medida que é utilizada para medir o tamanho do efeito (significância clínica) é o d de Cohen. O d de Cohen, de forma generalizada, fornece uma grandeza da relação observada entre fatores / variáveis de interesse. O d de Cohen é calculado como sendo uma diferença padronizada entre duas medidas ou mais médias observadas em duas variáveis / fatores de interesse. Portanto, a magnitude / tamanho do efeito, tipo d, é uma medida da diferença entre médias em termos de uma unidade de desvio-padrão. Cohen defende que a estimativa do desvio padrão seja a combinação da variabilidade (desvio-padrão combinado) dos fatores / variáveis / grupos estudados. A variabilidade combinada tem como vantagem produzir uma medida estimada não viciada da verdadeira

variabilidade da população. A magnitude do tamanho de efeito (d) é a quantificação padronizada do aumento, incremento ou melhoria que se observa devido à intervenção estudada (desde que $d \geq 0$). Cohen elaborou um esquema de avaliação do d , onde, d com medidas variando de 0,20 a 0,49 é considerado efeito Pequeno; de 0,50 a 0,80 é considerado efeito Moderado e d maior que 0,80 é considerado um efeito Grande.

Probabilidade de significância (p): Todos os resultados foram considerados significativos para uma probabilidade de significância inferior a 5% ($p < 0,05$), tendo, portanto, pelo menos 95% de confiança nas conclusões apresentadas.

RESULTADOS

Participaram deste estudo alunos da Escola Estadual Maria Andrade Resende sendo que no pré-teste houve a participação de 239 alunos (amostra inicial) e no pós-teste houve a participação de 214 alunos, totalizando uma perda de seguimento do protocolo por 25 alunos (10,4%). Na fase pós-teste, foram analisados os resultados de 105 alunos do grupo prancha impressa e 109 alunos do grupo lâmina digital, totalizando 214 alunos (89,6% da amostra inicial). No pré-teste, a nota variou de 2 a 10 pontos, com uma nota média igual a 7 pontos. No pós-teste no grupo da prancha impressa, a variação de pontos foi de 1 a 9 pontos, com uma nota média igual a 6 pontos. Por sua vez, no pós-teste do grupo lâmina digital, a variação de pontos foi de 3 a 9 pontos, com uma nota média igual a 6,4 pontos. O desempenho dos alunos no pré-teste foi significativamente maior que no pós-teste de ambos os grupos ($p < 0,001$). No pós-teste, o grupo prancha impressa apresentou desempenho menor que o grupo lâmina digital. No entanto, avaliando-se o tamanho do efeito dessas diferenças, observamos um efeito moderado entre os resultados do pré-teste e o resultado do pós-teste no grupo da prancha impressa ($d = 0,74$) e um efeito pequeno entre o resultado do pós-teste no grupo da lâmina digital tanto na comparação com os resultados do pré-teste ($d = 0,48$) quanto com os resultados do grupo da prancha impressa ($d = 0,31$). (Tabela 1)

TABELA 1

Caracterização do resultado do teste de conhecimento considerando-se a fase do estudo e a forma de exposição da lâmina na aula prática

Fase/lâmina	Medidas descritivas			p	D de Cohen
	Mín-Máx	Média \pm d.p.	P ₅₀ (P ₂₅ -P ₇₅)		
Pré-teste (G ₁)	2,0-10,0	7,0 \pm 1,3	7,0 (6,0-8,0)	< 0,001	G ₁ xG ₂ : 0,74
Pós-teste				G ₁ > G ₃ > G ₂	G ₁ xG ₃ : 0,48
Prancha impressa (G ₂)	1,0-9,0	6,0 \pm 1,4	6,0 (5,0-7,0)		G ₂ xG ₃ : 0,31
Lâmina digital (G ₃)	3,0-9,0	6,4 \pm 1,2	6,0 (6,0-7,0)		

Base de dados: Pré-teste=239 alunos Fonte: elaboração própria Pós-teste – prancha impressa: 105 alunos / lâmina digital: 109 alunos.

A Tabela 2 mostra os resultados do IMMS comparando-se o grupo prancha impressa e o grupo da lâmina digital. Como pode ser observado, não houve diferenças significativas entre os dois grupos para todas as dimensões analisadas. Ou seja, o grau de motivação dos alunos não foi influenciado pela forma

de exposição da lâmina (impressa ou digital). Além disto, nota-se que os alunos apresentaram um alto grau de motivação, uma vez que a média do escore de todas as dimensões foi superior a 4. O tamanho de efeito reforça o resultado que não existe diferença entre os dois grupos uma vez que para todos os domínios o valor do tamanho de efeito foi inferior a 0,20 ($d < 0,20$).

TABELA 2

Caracterização do resultado do IMMS considerando-se a forma de exposição da lâmina na aula prática

Dimensão IMMS	Fase/lâmina	Medidas descritivas			p	D de Cohen
		Mín-Máx	Média ± d.p.	P ₅₀ (P ₂₅ -P ₇₅)		
Atenção	Pós-teste					
	Lâmina impressa (G ₂)	2,8-5,0	4,3 ± 0,6	4,5 (3,8-4,8)	0,731	0,15
	Lâmina digital (G ₃)	1,7-5,0	4,2 ± 0,7	4,5 (3,7-4,8)	G ₂ = G ₃	
Relevância	Pós-teste					
	Lâmina impressa (G ₂)	2,6-5,0	4,1 ± 0,6	4,1 (3,7-4,6)	0,498	0,15
	Lâmina digital (G ₃)	1,1-5,0	4,0 ± 0,7	4,1 (3,7-4,6)	G ₂ = G ₃	
Confiança	Pós-teste					
	Lâmina impressa (G ₂)	2,7-5,0	4,1 ± 0,6	4,2 (3,7-4,6)	0,647	–
	Lâmina digital (G ₃)	2,4-5,0	4,1 ± 0,6	4,2 (3,6-4,8)	G ₂ = G ₃	
Satisfação	Pós-teste					
	Lâmina impressa (G ₂)	2,3-5,0	4,2 ± 0,7	4,3 (3,8-4,8)	0,632	0,13
	Lâmina digital (G ₃)	1,7-5,0	4,1 ± 0,8	4,3 (3,6-4,8)	G ₂ = G ₃	
Motivação Global	Pós-teste					
	Lâmina impressa (G ₂)	2,9-5,0	4,2 ± 0,5	4,3 (3,8-4,6)	0,717	0,18
	Lâmina digital (G ₃)	1,7-5,0	4,1 ± 0,6	4,2 (3,8-4,6)	G ₂ = G ₃	

Base de dados: Pós-teste – lâmina impressa - 105 alunos / lâmina digital - 109 alunos Nota: a probabilidade de significância refere-se ao resultado do teste t de Student

A tabela 3 apresenta a análise da relação entre a nota obtida no teste de conhecimento e o grau de motivação avaliado pelo IMMS. Como pode ser observado, nenhuma relação significativa foi identificada. Ou seja, o grau de motivação não exerceu influências no desempenho no teste de conhecimento.

TABELA 3
Avaliação da relação entre o desempenho no teste de conhecimento e o resultado do IMSS considerando-se a forma de exposição da lâmina na aula teórica

Dimensão IMMS	Exposição da lâmina	
	Impressa	Digital
	r (p)	r (p)
Atenção	0,16 (0,098)	0,09 (0,361)
Relevância	0,13 (0,181)	0,04 (0,652)
Confiança	0,17 (0,075)	0,16 (0,094)
Satisfação	0,04 (0,699)	0,13 (0,170)
Motivação global	0,16 (0,099)	0,11 (0,256)

Base de dados: Pós-teste – prancha impressa 105 alunos / prancha digital : 109 alunos Nota: os valores apresentados referem-se à correlação de Pearson (r) e a probabilidade de significância.

Por sua vez, a análise comparativa entre os domínios da motivação em cada um dos grupos pode ser visualizada na Tabela 4. No grupo prancha impressa houve maior motivação relacionada à atenção quando comparada com a motivação relacionada à relevância e à confiança. Já no grupo lâmina digital, houve uma maior motivação relacionada à atenção quando comparada com a motivação relacionada à relevância.

TABELA 4
Caracterização do resultado do IMMS considerando-se a forma de exposição da lâmina na aula prática

Lâmina	Domínio da motivação	Medidas descritivas			p	D de Cohen	
		Mín-Máx	Média±d.p.	P ₅₀ (P ₂₅ -P ₇₅)			
Impressa	Atenção (A)	2,8-5,0	4,3 ± 0,6	4,5 (3,8-4,8)	0,002	AxR: 0,34	RxC: 0,01
	Relevância (R)	2,6-5,0	4,1 ± 0,6	4,1 (3,7-4,6)		A>(R,C)	AxC: 0,32

	Confiança (C)	2,7-5,0	4,1 ± 0,6	4,2 (3,7-4,6)		AxS: 0,17	CxS: 0,14
	Satisfação (S)	2,3-5,0	4,2 ± 0,7	4,3 (3,8-4,8)			
Digital	Atenção (A)	1,7-5,0	4,2 ± 0,7	4,5 (3,7-4,8)	0,004	AxR: 0,42	RxC: 0,18
	Relevância (R)	1,1-5,0	4,0 ± 0,7	4,1 (3,7-4,6)	A > R	AxC: 0,16	RxS: 0,18
	Confiança (C)	2,4-5,0	4,1 ± 0,6	4,2 (3,6-4,8)		AxS: 0,18	CxS: 0,01
	Satisfação (S)	1,7-5,0	4,1 ± 0,8	4,3 (3,6-4,8)			

Base de dados: Pós-teste – prancha impressa: 105 alunos / lâmina digital :109 alunos Nota: a probabilidade de significância refere-se ao resultado da Análise de Variância baseada 27 em um planejamento em bloco.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este trabalho avaliou o impacto da introdução de pranchas impressas e lâminas digitais, associadas à aula tradicional de biologia, no ensino fundamental, como forma de motivar os estudantes e potencializar seu aprendizado.

A relação entre motivação e aprendizagem é um tema complexo que tem sido abordado por diversos autores e pesquisadores. Alguns desses especialistas argumentam que a motivação nem sempre melhora a aprendizagem em contextos educacionais.

Paul R. Pintrich, em suas pesquisas, destacou a complexidade dessa relação. Em seus artigos "The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning" (2000) e "A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students" (2004), Pintrich ressaltou que a motivação por si só pode não garantir um melhor desempenho acadêmico. Ele sugeriu que outros fatores, como a orientação dos objetivos e a autorregulação da aprendizagem, também desempenham papéis importantes na obtenção de resultados educacionais.

Outro pesquisador relevante é John Marshall Reeve, que aborda a complexidade da motivação na educação. Em seu livro "Understanding Motivation and Emotion" (2018), Reeve discute como a motivação pode ser multifacetada e não necessariamente levar a um melhor desempenho acadêmico. Ele

destaca que a relação entre motivação e aprendizagem depende de vários fatores, incluindo o contexto educacional e as estratégias de ensino.

Em relação às teorias da educação, Alfie Kohn em seu livro "Punished by Rewards" (1999) e em vários artigos, Kohn argumenta que a motivação extrínseca pode ter efeitos negativos na aprendizagem e na motivação intrínseca dos alunos. Por depender de recompensas externas pode desviar o foco dos alunos do processo de aprendizagem em si, prejudicando sua motivação intrínseca e a qualidade da aprendizagem.

Esses autores e pesquisadores oferecem perspectivas críticas e nuanciadas sobre a relação entre motivação e aprendizagem. Eles ressaltam que a motivação não é o único fator determinante do sucesso acadêmico e destacam a importância de considerar outros elementos, como a orientação dos objetivos, a autorregulação da aprendizagem e os efeitos da motivação extrínseca no processo educacional. Compreender essas visões proporciona uma base sólida para explorar e analisar de maneira mais aprofundada essa relação complexa.

É importante ressaltar que essas perspectivas não negam a importância da motivação na aprendizagem. A motivação pode ter um impacto positivo significativo em muitos contextos educacionais. No entanto, elas destacam que a relação entre motivação e aprendizagem não é unidirecional e que outros fatores também desempenham um papel crucial no processo educacional.

Assim sendo, ferramentas motivadoras e dinâmicas como a prancha impressa e microscopia digital, quando utilizadas adequadamente, são recursos facilitadores da aprendizagem, pois são capazes de instigar, provocar e desafiar o aluno, levando-o a buscar respostas e a construir seus saberes (Venâncio, 2016). As atividades lúdicas possibilitam que os alunos reinventem, reelaborem, criem sentimentos para que desenvolvam conhecimentos por meio da ludicidade, para que então ocorra uma aprendizagem significativa.

A tabela 1 apresenta o resultado do teste realizado logo após a aula teórica e mostra que ele foi melhor que os resultados do pós-teste de ambos os grupos, realizado após a aula prática. Esse resultado pode ser justificado, a priori, pelo efeito teto que ocorreu no pré-teste, no qual os alunos atingiram média de 70% da nota máxima, mostrando que a aula teórica foi efetiva na retenção imediata, deixando pequena margem para ganho de proficiência com a intervenção. Neste sentido, Ferracini, Fernanda, et al(2006) e SALERNO, Margareth Rodrigues et al (2016) apontam que o efeito de teto ocorre em diferentes situações quando há o estudo de questões relacionadas à educação.

Além disso, ao analisar o tamanho do efeito dessas variações, observa-se uma intensidade pequena a moderada de acordo com o D de Cohen, observando-se maior perda imediata de proficiência no grupo prancha impressa. À luz destes dados, pode-se destacar dois fatos encontrados: o primeiro, é que a diferença absoluta das notas no pré-teste e no pós-teste é pouco relevante do ponto de vista educacional [grupo prancha impressa 1,0 ponto (10% da nota total do teste) e grupo lâmina digital 0,6 pontos (6% da

nota total do teste); o segundo fato é que, ao que parece, o estudo prático nas lâminas digitais foi mais efetivo para manter o conhecimento imediato registrado no pré-teste.

Na literatura é bem descrita a importância do uso da imagem para a aprendizagem significativa. Considerando a imagem associada com a explicação dialogada do professor para explicar determinado conceito científico, os estudantes conseguem ter uma clareza de definição do que foi exposto a eles, pois a imagem desmascara aquela nomenclatura difícil que a Biologia oferece, mostrando que é mais fácil de entender do que eles imaginam alcançando o desenvolvimento e aprendizagem que o professor esperava da turma (ARÊDES, 2011). Assim sendo, era esperado que houvesse melhora no ganho de conhecimento após a aula variação do resultado esperado e aceitação da hipótese nula, como ocorreu neste estudo.

Adicionalmente ao fenômeno do efeito teto que fundamenta a constatação, presume-se que tenha havido uma diminuição no engajamento dos discentes ao responderem ao pós-teste, em virtude da semelhança com as questões presentes no pré-teste. Em relação à motivação para aprendizagem, os resultados mensurados pelo questionário IMMS mostraram que ambos os grupos de alunos se sentiram igualmente motivados, independentemente da maneira de exposição da prática, impressa ou digital. Aliás, deve-se ressaltar que o grau de motivação foi bastante alto (acima de 4,0/5,0 para o escore global e para todas as dimensões). Este achado pode ser justificado pelo fato de que uma aula prática com presença de imagens de microscópio, algo que eles não conheciam, desperta sua atenção e curiosidade. Neste sentido, os escores da dimensão Atenção do IMMS superaram, de maneira significativa, os escores de outras dimensões do instrumento, em ambos os grupos do estudo. Neste ponto vale notarmos que, ao fim e ao cabo, este efeito é o principal objetivo da proposta de levar-se as práticas ao ensino médio, motivar indistintamente os estudantes.

Segundo Nicola e Paniz (2016) atividades inovadoras contribuem para o processo de ensino aprendizagem, uma vez que o uso de diferentes recursos nas aulas aumenta o interesse e o desempenho dos estudantes. Tal afirmação ratifica os achados do presente estudo e a necessidade de reformulação do ensino de Ciências Biológicas, englobando atividades práticas. Neste sentido, merece especial destaque o fato de termos graus de motivação iguais para ambas as ferramentas testadas. Isto possibilita a escolha das mesmas de acordo com as especificidades de cada escola, haja visto que os custos podem ser menores para a utilização das pranchas impressas e plastificadas, que serão reutilizadas ao longo dos anos.

O grau de motivação, apesar de bastante relevante e alto, não influenciou no desempenho dos estudantes nos testes. Isto se deveu, a priori, ao fato de que as diferenças entre as notas foram de pequeno tamanho e, também, ao efeito teto obtido no pré-teste e às médias semelhantes de escores de motivação encontradas em toda a amostra, tornando impraticável o encontro de correlações significativas entre variáveis de grandezas semelhantes. Esses dados ratificam que os docentes precisam se atualizar e buscar novas alternativas para ampliar as formas de compreensão do conhecimento por parte de seus alunos (LUBAVEM, 2018).

A comparação entre os domínios da motivação, por grupo do estudo, demonstrou que no grupo prancha impressa houve maior motivação em relação à atenção do que nas dimensões relevância e confiança. Isso pode ser justificado pelo fato de que ao ficarem com as lâminas impressas em mãos, os estudantes podem se sentir mais inseguros em relação à sua relevância, uma vez que aparentam figuras abstratas e não lâminas mais realísticas, como as digitais. Esse fato pode ter tornado este grupo menos confiante na sua aprendizagem. No entanto, apesar desta superioridade da dimensão atenção, os escores das demais também alcançaram médias elevadas.

Por sua vez, no grupo lâminas digitais, os estudantes apresentaram resultado maior em relação à atenção do que relevância, o que pode ser explicado pelo fato de que a microscopia digital por ser uma ferramenta inovadora, demanda uma atenção redobrada por parte dos alunos para que seja possível um aprendizado, além da curiosidade despertada pelo uso de mídias tecnológicas, muito estimadas pela atual geração de aprendizes. Neste sentido, Thomaz et al. (2017) afirmam que é perceptível o interesse, a curiosidade e o entusiasmo dos estudantes em visualizar imagens reais utilizando um equipamento que a maioria dos estudantes ou quase todos nunca tiveram contato. Além disso, é importante destacar que só o desenvolvimento de pedagogias diferenciadas será capaz de superar o quadro de inanição da educação brasileira e colocar o ensino de ciências em uma dimensão multicultural de visão da vida (Maia, Monteiro e Menezes 2008).

A abordagem experimentada com o projeto está ancorada no pressuposto de que a educação é uma junção de fatores que, ao se somarem, chegam a um objetivo comum. Esses fatores vão desde aula teórica, trabalhos, provas, aulas práticas e estímulo ao desenvolvimento de materiais de inovação e facilitadores. Por isso, somente as aulas moldadas em padrões estáticos e sem novidades educacionais não são eficazes.

Os resultados encontrados surpreenderam as expectativas dos pesquisadores em relação às ferramentas apresentadas. A hipótese da pesquisa era de que a microscopia digital seria superior no ganho de conhecimento e que motivaria mais os estudantes do que as pranchas impressas. No entanto, demonstrou-se que as motivações foram semelhantes e que as lâminas digitais não geraram ganho adicional de conhecimento, mas favoreceram uma menor perda de desempenho imediato, no contexto deste estudo. Tal achado é extremamente relevante ao se pensar na realidade das escolas do município de Belo Horizonte (MG), principalmente as públicas, que foram o local do presente estudo, que é a falta de estrutura e materiais para suportes das aulas, despreparo e desmotivação dos docentes para estudo e desenvolvimento de novas metodologias de ensino e extrema desmotivação dos alunos com a escola. Considerando estes aspectos, a utilização de lâminas impressas dispensa o uso de computadores e facilita a aplicação no espaço físico existente, uma vez que podem ser usadas na própria sala de aula e apresentam menor custo, tornando-se uma ferramenta com maior potencial de disseminação de sua utilização.

A reflexão sobre as limitações do estudo também merece discussão. Para viabilidade de estudos que comparam desempenho antes e depois de intervenções educacionais, as questões do pré-teste e do pós-teste precisam ser diferentes, para evitar-se o viés de memória, mas o grau de dificuldade dos testes deve ser semelhante. Apesar de ter-se realizado a análise de conteúdo das questões e dos testes, esta técnica não garante, completamente, a equidade de dificuldade dos itens.

Por fim, é certo que ambas as intervenções foram muito motivadoras e despertaram a atenção dos estudantes, abrindo amplo campo para sua introdução e para mais estudos de sua efetividade com fator catalizador da aprendizagem, destacando-se que estudantes motivados dedicam mais tempo ao estudo realizado em casa, variável não avaliada neste estudo.

CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostraram que a utilização tanto de pranchas impressas quanto de lâminas digitais, como ferramentas de prática associadas à aula teórica, foi muito motivadora para estudantes do ensino médio. A superioridade dos escores do domínio Atenção, tanto no grupo pranchas impressas quanto no grupo lâminas digitais, demonstrou que ambas as atividades foram capazes de despertar nos estudantes uma característica sine qua non para aprendizagem.

A proficiência imediata dos estudantes, após a exposição às atividades práticas, avaliada pelo pós-teste empregado, foi menor que aquela registrada no pré-teste, com menor perda no grupo lâmina digital. Entretanto, o tamanho dos efeitos destas diferenças não foi elevado, sendo pouco relevante do ponto de vista avaliativo-pedagógico.

Apesar de os resultados da motivação não terem se correlacionado com o desempenho nos testes, este é um fenômeno conhecido nos estudos educacionais devido à complexidade de fatores envolvidos na aprendizagem. No entanto, é sabido que estudantes motivados se engajam nos estudos. É possível que caso a retenção do conhecimento de longo prazo tivesse sido avaliada, a busca motivada pelo estudo dos temas, após o experimento, poderia se traduzir em melhor proficiência em relação ao pré-teste bem como correlacionar-se com as notas em uma eventual avaliação tardia.

Portanto, o uso da microscopia, em ambas as formas utilizadas no experimento é um fator motivador e de custo favorável, cujas características precisam ser mais estudadas, com a finalidade de subsidiar seu emprego no ensino médio.

REFERÊNCIAS

BINI, Luci Raimann; PABIS, Nelsi. Motivação ou interesse do aluno em sala de aula e a relação com atitudes consideradas indisciplinadas. Revista Eletrônica Lato Sensu, Curitiba, ano 3, n. 1, mar. 2008.

BORGES, M.R. Telepatologia: Estudo da aplicabilidade da técnica da patologia digital como ferramenta diagnóstica, identificação das vantagens, desvantagens e revisão de literatura. Disponível em: www.afm.org.br/revista/revista_15/TELEPATOLOGIA-02.pdf; acesso em : 30 de julho de 2009.

BORGES, A. T. O papel do laboratório no ensino de ciências. In: MOREIRA, M. A., ZYLBERSZTA J. N, A., DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. P. Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. 1997. Editora da Universidade – UFRGS, Porto Alegre, RS.. 2 – 11.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente e saúde. Brasília: MEC, 1997. 128 p. BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999. 360p. 31 BRASIL.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002. 144 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases Educação Nacional. Brasília: Lei nº 9.394; 1996. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação. Parâmetros curriculares Nacionais: Biologia. Brasília: MEC/SEF; 2005

BUTTOW, N. C.; CANCINO, M. E. C. Técnica histológica para a visualização do tecido conjuntivo voltado para os Ensinos Fundamental e Médio. Arquivos do Mudi, Maringá, v. 11, n. 2, p. 36-40, 2007. Dunn BE, Choi H, Recla DL, Kerr SE, Wagenman BL. Robotic surgical telepathology between the Iron Mountain and Milwaukee Department of Veterans Affairs Medical Centers: a 12-year experience. Hum Pathol. 2009 Aug;40(8):1092-9. Epub 2009 Jun 24.

EVANS AJ, CHETTY R, CLARKE BA, CROUL S, GHAZARIAN DM, KIEHL TR, PEREZ ORDONEZ B, ILAALAGAN S, ASA SL. Primary frozen section diagnosis by robotic microscopy and virtual slide telepathology: the University Health Network experience. Hum Pathol. 2009 Aug;40(8):1070-81. Epub 2009 Jun 21.

FARIA, J. C. N.; ANTUNE, A. M.; OLIVEIRA, M. L.; VIGÁRIO, A. F.; SABÓIA-MORAIS, S. M. T. O Ensino de Biologia Celular e Tecidual na Educação a Distância por Meio do Microscópio Virtual. Experiências em Ensino de Ciências, v. 6, p. 63-75, 2011.

FREIRE, P. Política e educação. Indaiatuba: Villa das Letras Editora, 1993a.

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

FREIRE, P. *A educação na cidade*. São Paulo: Editora Cortez, 2001.

FORNAZIERO, C. C.; GIL, C. R. R. Novas tecnologias aplicadas ao ensino de anatomia humana; *Rev. Bras. De Educação médica*, V.27, nº 2 p. 141-146, Rio de Janeiro, maio/agosto 2003.

GALAZZI M. C, et. al. *Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências*. 2001. *Ciência & Educação*, 7 (2): 249-263, São Paulo.

GRAHAM AR, BHATTACHARYYA AK, SCOTT KM, LIAN F, GRASSO LL, RICHTER LC, CARPENTER JB, CHIANG S. HENDERSON JT, LOPEZ AM, BARKER GP, WEINSTEIN RS. Virtual slide telepathology for an academic teaching hospital surgical pathology quality assurance program. *Hum Pathol*. 2009 Aug;40(8):1129-36. Epub 2009 Jun 21.

HEMPE, C. *Mídias no contexto escolar: investigação sobre o uso das mídias na sala de aula presencial*. *Rev. Reget*, v.5, n.5, p.720- 733, 2012.

HOERNIG, A. M. & PEREIRA A.B. *As aulas de Ciências iniciando pela prática: O que pensam os alunos*, Canoas, RS, (2000).

HUNG, J. L., & CHEN, D. T. (2001). Situated cognition, Vygotskian thought and learning from the communities of practice perspective: Implications for the design of web-based e-learning. *Educational Media International*, 38(1), 3-12.

KELLER, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Lawrence Erlbaum Associates.

KELLER, J. M. (2010). Motivational systems: From metaphor to measurement. *Educational Technology Research and Development*, 58(2), 193-196.

KELLER, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.

KELLER, John M. Manual for Instructional Materials Motivational Survey (IMMS). Tallahassee, FL, 1993.

KENSKI, V. M. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. Campinas: Editora Papirus. 2012.

KRUPINSKI EA. Virtual slide telepathology workstation of the future: lessons learned from teleradiology. Hum Pathol. 2009 Aug;40(8):1100-11. Epub 2009 Jun 24.

LIMA FILHO, F. S. et al. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no Ensino de Química: uma abordagem sobre novas metodologias. Revista Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 166-173, 2011.

LIMA JÚNIOR, A. S. Tecnologias inteligentes e educação: currículo hipertextual. Rio de Janeiro: Quartet; Juazeiro, BA: FUNDESF, 2005.

LOBO, A S.M; MAIA, L.C.G. O uso das TICs como ferramenta de ensino- aprendizagem no Ensino Superior. Cad. Geografia, v.25, n.44, p.16-26, 2015.

LÓPEZ AM, GRAHAM AR, BARKER GP, RICHTER LC, KRUPINSKI EA, LIAN F, GRASSO LL, MILLER A, KREYKES LN, HENDERSON JT, BHATTACHARYYA AK, WEINSTEIN RS. Virtual slide telepathology enables an innovative telehealth rapid breast care clinic. Hum Pathol. 2009 Aug;40(8):1082-91. Epub 2009 Jun 23.

MACÊDO, L. N.; MACÊDO, A. A. M.; CASTRO FILHO, J. A. Avaliação de um objeto de aprendizagem com base nas teorias cognitivas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2007, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBC, 2007. p. 330-338. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/935/92>>. Acesso em: jan 2021

NACIONAIS, MEC Parâmetros Curriculares. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Secretaria da Educação Média e Tecnológica/Brasília: MEC/SEMT, 2002.

NEVES, F. B. C. S.; BOAVENTURA, C. S.; BITENCOURT, A. G. V.; ORLANDO, T. C. et. al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica, São Paulo, n. 1, p. A1-A17, 2009.

PANTANOWITZ L, SINARD JH, HENRICKS WH, FATHEREE LA, CARTER AB, CONTIS L, et al. Validating whole slide imaging for diagnostic purposes in pathology: guideline from the College of American Pathologists Pathology and Laboratory Quality Center. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*. 2013;137(12):1710-22.

PINTRICH, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). Academic Press.

ROCHA, R.M. Sistemas de visualização imuno-histoquímica livres de biotina para avaliação de receptor de estrógeno em câncer de mama: Análise empregando digitalização de lâminas, acesso remoto e programa analisador de imagens. Belo Horizonte. UFMG. 144p. Tese de Doutorado. 2009.

VALLANGEON BD, HAWLEY JS, SLOANE R, BEAN SM. An Assessment of Pathology Resident Access to and Use of Technology: A Nationwide Survey. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*. 2017;141(3):431-6.

WEINSTEIN RS, GRAHAM AR, RICHTER LC, BARKER GP, KRUPINSKI EA, LOPEZ AM, ERPS KA, BHATTACHARYYA AK, YAGI Y, GILBERTSON JR. Overview of telepathology, virtual microscopy, and whole slide imaging: prospects for the future. *Hum Pathol*. 2009 Aug;40(8):1057-69. Epub 2009 Jun 24.

WEINSTEIN RS, GRAHAM AR, LIAN F, BRAUNHUT BL, BARKER GR, KRUPINSKI EA, et al. Reconciliation of diverse telepathology system designs. Historic issues and implications for emerging markets and new applications. *Apmis*. 2012;120(4):256-75. 53.

WEINSTEIN RS, GRAHAM AR, RICHTER LC, BARKER GP, KRUPINSKI EA, LOPEZ AM, et al. Overview of telepathology, virtual microscopy, and whole slide imaging: prospects for the future. *Human pathology*. 2009;40(8):1057-69.

WILLIAMS BJ, DACOSTA P, GOACHER E, TREANOR D. A Systematic Analysis of Discordant Diagnoses in Digital Pathology Compared With Light Microscopy. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*. 2017.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Autora 1 – Coleta de dados, análise dos dados e escrita do texto.

Autor 2 – Coleta de dados, submissão do artigo e revisão da escrita do texto.

Autora 3 – Coleta de dados e revisão da escrita do texto.

Autor 4 – Coleta de dados e revisão da escrita do texto.

Autora 5 – Participação ativa na análise dos dados e revisão da escrita final.

Autor 6 – Coordenador do projeto, coleta de dados, participação ativa na análise dos dados e revisão da escrita final.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.