

Genética no Ensino Médio: as mídias digitais e a compreensão de conteúdos abstratos

Adeline G. Teixeira da Silva¹, Seiji Isotani², Jário José dos Santos Júnior³

Resumo

Em Biologia, a Genética compreende conteúdos abstratos e de difícil compreensão por alunos do Ensino Médio. O objetivo deste trabalho foi verificar se o uso de mídias digitais em um curso online facilita a compreensão de conteúdos abstratos. Para tanto, foi elaborado um Design Instrucional (modelo ADDIE) para um curso online com mídias digitais diversas. O curso foi transposto para o Google Classroom e avaliado por pós-graduandos por meio de um questionário. De uma análise exploratória de discussão, o curso foi avaliado como satisfatório, com potencial para o alcance do objetivo, mas com grande densidade de informações e com atividades insuficientes. Como perspectivas futuras, a estruturação do curso, as atividades, o instrumento de avaliação e os avaliadores (que devem ser alunos do Ensino Médio) podem ser readequados e aprimorados.

Abstract

In Biology, Genetics comprises abstract contents that are difficult for high school students to understand. This work aims to verify if the use of digital media in an online course facilitates the understanding of abstract contents. To this end, an Instructional Design (ADDIE model) was prepared for an online course with different digital media. The course was transposed to the Google Classroom and evaluated by graduate students through a questionnaire. From an exploratory discussion analysis, the course was assessed as satisfactory, with the potential to achieve the objective, but with a high density of information and with insufficient activities. As future perspectives, the course structure, the activities, the evaluation instrument and the evaluators (who must be high school students) can be readjusted and improved.

¹ Pós-Graduanda em Computação Aplicada à Educação, USP, <adelinegts@usp.br>.

² Orientador, <Universidade de São Paulo>, <sisotani@icmc.usp.br>.

³ Coorientador, <Universidade de São Paulo>, <jariojj@usp.br>.

1. Introdução

Apesar das recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para uma proposta em prol de uma aprendizagem mais contextualizada e significativa de Biologia no Ensino Médio, nota-se que a abordagem dos assuntos desse componente curricular em sala de aula ainda se mantém semelhante à feita tradicionalmente há anos. De fato, pelo que se constata desde o século XIX, o livro didático e as aulas expositivas com quadro negro e giz vêm sendo usados geralmente como os únicos recursos e métodos didáticos, o que tem se mostrado desanimador para o aprendizado por parte dos alunos [Silva, 2010]. Essa abordagem tem contribuído para perpetuar o caráter memorizador e descontextualizado do ensino e do papel passivo dos alunos na aprendizagem.

Diante do exposto, o agravante recai sobre os conteúdos abstratos inerentes a certas áreas da Biologia, como Genética, Bioquímica, Biologia Celular e Molecular, cujas representações perpassam os níveis macroscópicos, microscópico e simbólico, o que requer abstração por parte dos aprendizes. Por esses motivos, a Genética é uma área da Biologia considerada de difícil compreensão pela maior parte dos estudantes [Oliveira, 2012].

Por meio de uma revisão bibliográfica acerca das dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem de Genética em escolas públicas do Brasil, Moura *et al.* (2013) constataram que, além de exigir abstração, o ensino dessa área do conhecimento é descontextualizado e desconectado da realidade dos alunos. As autoras então defendem um ensino de Genética mais significativo e contextualizado para que o aluno seja mais crítico sobre notícias midiáticas e científicas da área, possa fazer escolhas conscientes acerca de sua saúde e exercer sua cidadania.

Limitar o ensino de Genética à imperante configuração bidimensional dos livros didáticos e do quadro da sala de aula negligencia a necessária abstração e compromete o aprendizado dessa área tão importante aos cidadãos. Em contrapartida, existem recursos didáticos disponíveis em diversos suportes referentes a conteúdos de Genética que podem contribuir para o aprendizado de tais conteúdos abstratos, como animações, simuladores virtuais, objetos digitais de aprendizagem, recursos interativos em 3D, realidade aumentada e virtual, entre outros.

Na etapa do Ensino Médio, os alunos têm idade geralmente entre 15 e 18 anos e, assim, já têm certa autonomia e percepção de seu aprendizado. Ademais, o contexto da pandemia do novo coronavírus implicou na mudança do ensino presencial para o ensino remoto em escolas públicas e privadas no Brasil perpassando os dois semestres letivos do ano de 2020. Nessa conjuntura, o presente trabalho teve como objetivo elaborar uma proposta de Design Instrucional (DI) de um curso introdutório online de Genética para alunos do Ensino Médio com o intuito de mitigar as dificuldades de aprendizado dos conteúdos abstratos da área, detectadas na modalidade presencial de ensino, e para atuar como suporte ao ensino presencial ou remoto.

Para isso, pretende-se levantar o que já foi constatado pela comunidade científica

acerca da eficiência dessa estratégia para o ensino de Genética no Ensino Médio; identificar as características necessárias em um Design Instrucional que facilitem a aprendizagem de conceitos abstratos de Genética; e propor um Design Instrucional para um AVA com as características necessárias para possibilitar a aprendizagem de conteúdos abstratos de Genética em Biologia no Ensino Médio.

2. Fundamentação teórica

A tese *Livro didático e conhecimento histórico: uma história do saber escolar* defendida por Bittencourt (1993) na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo é um referencial em estudos sobre material didático no Brasil. Em sua tese, a pesquisadora elucubra sobre os conceitos de disciplina e de conteúdo do ensino escolar que, na sua perspectiva, seriam meras vulgarizações do conhecimento tido como erudito e que caberia aos pedagogos o uso de metodologias para que esses conteúdos possam ser assimilados pelos alunos. Para a autora, o livro didático compilaria o conhecimento científico ou conteúdo com certo rigor produzido em centros acadêmicos que deveriam ser ensinados por disciplinas, programas e currículos escolares. Este “saber a ser ensinado” deveria, no que lhe concerne, ser transformado em “saber ensinado” na sala de aula por ação essencial do professor tanto pela sua interpretação como pela metodologia empregada. O “saber apreendido”, então, seria o conhecimento entendido, incorporado e utilizado pelos alunos conforme sua vivência e condição social.

De acordo com outro relevante pesquisador do tema, Choppin (2004; p.553), os livros didáticos podem assumir funções diversas inclusive concomitantemente, como:

1. *Função referencial, também chamada de curricular ou programática, desde que existam programas de ensino: o livro didático é então apenas a fiel tradução do programa [...] em todo o caso, ele constitui o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações.*
2. *Função instrumental: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc. [...]*

Choppin (2004) faz ainda a ressalva de que o livro didático não é o único instrumento relacionado à educação dos jovens, pois outros recursos didáticos que possam ser complementares ao livro didático na escola podem influenciar o seu uso. Esses outros recursos podem ser impressos, como mapas, enciclopédias, etc., ou em outro suporte, como recursos audiovisuais, softwares didáticos, CD-Rom, internet, entre outros de tal sorte que podem ainda ser indissociáveis funcionalmente, como os áudios, os vídeos e o aprendizado de um idioma. No que concerne à conjuntura tecnológica atual, o autor

ainda defende que o livro didático não é mais um recurso independente, mas se torna um elemento constituinte de um conjunto multimídia.

Uma mídia se caracteriza por sua tecnologia, seu sistema de símbolos e sua capacidade de processamento. A tecnologia seria sua característica mais óbvia, pois seus aspectos mecânicos e eletrônicos que determinam sua função e ainda sua forma e outros atributos físicos [Kozma, 1991]. Faz-se necessário destacar que o termo “mídia”, adotado neste trabalho, se alinha ao adotado por Tori (2017) no sentido de veículo de comunicação, a qual é essencial nos processos de ensino e aprendizagem e requer uma ou mais mídias para se efetivar entre os interlocutores.

Em tempos de comunicação através de mídias digitais diversas, o livro didático tradicional pode ser considerado monomídia. Lindstron (1995) apud Castro *et al* (1997) comenta que a “comunicação monomídia” é um limitador do processo de comunicação, já que não considera os outros canais comunicativos através dos quais as informações são enviadas e recebidas normalmente.

Ainda segundo Lindstron apud Castro *et al* (1997), o uso de diferentes mídias na educação pode permitir a associação multissensorial, informação dinâmica e baseada no tempo, feedback (resposta do usuário) e interação, flexibilidade e capacidade de alterações, criatividade e experimentação.

De acordo com Oliveira *et al.* (2012; p.33), a adaptação de recursos didáticos para versões online visa melhorar a qualidade de ensino e, para isso,

vem explorando a aplicação de imagens, movimentos, músicas e tecnologias diversas, no cotidiano estudantil, moldando um universo imaginário e transpondo-o sobre a realidade teórica que será trabalhada em sala de aula.

Nesse sentido e concordando com Chinaglia (2014), faz-se necessário não apenas implementar novas tecnologias na escola, mas se adequar a esse novo contexto, à nova cultura digital que influencia nossas práticas cotidianas. Dessa forma, um material didático digital não deve ser apenas a digitalização de conteúdos, como as versões digitalizadas no formato “.pdf” de livros didáticos impressos. Isto é, não se trata apenas de discutir o uso de novas tecnologias na educação, como o tablet ou smartphone, mas de implementar adequadamente novas mídias na sala de aula para a proposição de conteúdos, atividades, recursos e plataformas digitais, que podem integrar materiais didáticos digitais e propiciar o trabalho com a cultura digital e suas práticas.

Diversos estudos mostram que o aprendizado mediado por mídias e recursos didáticos como vídeos, simuladores, objetos digitais de aprendizagem, entre outros pode ser enriquecido. Segundo Skillicorn (1996) apud Castro (1997; p. 3-4),

a tecnologia da informação torna possível oferecer aprendizado de melhor qualidade devido a diversos fatores: pode-se oferecer mais riqueza de informações através do material on-line, mostrando os relacionamentos entre os assuntos apresentados; os recursos de multimídia podem tornar disponíveis permanentemente as melhores explicações, apresentações e

resoluções de problemas; é possível oferecer caminhos alternativos, de acordo com estilos e ritmos de aprendizado dos estudantes, avaliando e oferecendo explicações simplificadas para os itens que mais provocarem dúvidas; os cursos online podem também ensinar a localizar informações em grandes sistemas, agindo como um filtro de informações na WWW.

Nesse contexto, a transposição de conteúdos de livros didáticos para um ambiente virtual de aprendizagem requer a aplicação de conhecimentos consolidados de Design Instrucional que, de acordo com Filatro e Piconez (2004; p. 2),

[...] é compreendido como o planejamento do ensino-aprendizagem, incluindo atividades, estratégias, sistemas de avaliação, métodos e materiais instrucionais. Tradicionalmente, tem sido vinculado à produção de materiais didáticos, mais especificamente à produção de materiais analógicos.

Concordando com Filatro e Piconez (2004), Chinaglia (2014) ressalta que, com o advento da internet e das tecnologias da informação, a elaboração de um Design Instrucional requer estratégias didáticas e metodologias de ensino-aprendizagem novas e, no que tange à educação online, como a realizada em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, significa considerar o planejamento com textos, imagens, gráficos, sons e movimentos, simulações, atividades e tarefas ancorados em suportes virtuais. O uso desses elementos está relacionado à organização do conteúdo a ser ensinado em uma proposta metodológica permeada por recursos digitais diversos para que se possa atingir um determinado objetivo educacional, com uma possível avaliação, se necessário.

As diversas mídias e tecnologias digitais disponíveis e aplicáveis aos ambientes de aprendizagem online são potenciais facilitadoras do aprendizado de assuntos diversos e para um público também variado. No que concerne ao ensino de Biologia no Ensino Médio, o potencial vislumbra-se ainda maior visto que a Genética é embasada e permeada por assuntos considerados mais complexos e abstratos.

De acordo com Sá *et al* (2010), o ensino dos conceitos da área da Biologia se limita ao campo macroscópico e faz pouco ou nenhuma integração com o universo microscópico. Dessa forma, o conhecimento da área é construído de forma descontínua impossibilitando que os alunos compreendam determinados fenômenos e processos de uma forma orgânica. Nesse sentido, Cardoso e Oliveira (2010) defendem que as tecnologias digitais de comunicação (TDCs) configuram-se como elementos facilitadores do processo de ensino-aprendizagem de conceitos de Genética por facilitarem, por exemplo, a busca de informações e a visualização de processos difíceis de serem imaginados. Para isso, jogos, animações, imagens e outros recursos podem tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes.

3. Trabalhos relacionados

Com o intuito de mitigar os problemas relativos à aprendizagem de Genética, diversos estudos têm sido realizados e, entre eles, são destacados a seguir alguns que compartilham aspectos com os do presente trabalho.

Em um estudo com alunos universitários em Volta Redonda – RJ, Silva *et al* (2010) avaliaram o uso de um Quiz como um recurso pedagógico mais interativo para auxiliar no processo de aprendizagem de conteúdos de Genética. As perguntas do Quiz continham uma introdução instrutiva e objetiva, com três opções, sendo uma delas a melhor resposta. Os assuntos abordados no Quiz foram os considerados pelos autores como os mais relevantes, como Ácidos Nucleicos; e Transcrição e Tradução tendo cada módulo 12 perguntas e tempo de 90 minutos para resposta. Os resultados indicaram que o Quiz incrementou o conhecimento dos alunos sobre os temas abordados, pois as perguntas eram informativas e continham introdução de caráter instrutivo e objetivo e a apresentação do Quiz foi considerada de fácil compreensão. Ainda, a maioria dos alunos relatou aumento do interesse pela disciplina de Genética após a realização do Quiz e sugeriu a aplicação desse recurso em outras disciplinas. Parte dos alunos identificou, por meio do Quiz, dificuldade em algum tema específico da disciplina. Como conclusão, o Quiz foi considerado um recurso que contribui, de forma lúdica, interativa e alternativa, para o ganho de aprendizado sobre os conteúdos abordados e para a autoavaliação dos alunos. Os autores defendem que esse recurso possa ser usado no ensino não presencial, complementando as atividades acadêmicas. O estudo ainda destacou que a compreensão espacial do conteúdo de estudo pode ser facilitada com uso de animações e ilustrações.

Oliveira *et al.* (2012) conduziram um estudo para verificar a viabilidade do uso de vídeo para explicar conteúdos de Genética. Para tal, foi produzido um vídeo educativo, narrado com cerca de 7 minutos, intitulado “Genética na TV” que apresenta definições e conceitos básicos sobre Genética. O vídeo foi apresentado para alunos universitários do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás para que estes avaliassem a eficácia e aceitabilidade do vídeo e seu uso no ensino do assunto a alunos da educação básica. Os universitários aprovaram o vídeo considerando-o eficaz no processo de ensino-aprendizagem e relataram que o recurso audiovisual é mais atrativo que o recurso didático tradicional (livro didático que, muitas vezes, não é suficiente para esclarecer algumas relações conceituais). Por ser curto e de fácil manuseio, destacaram ainda a vantagem de o vídeo poder ser transmitido mais de uma vez, podendo retroceder, avançar e pausar para explicar pontos importantes tornando o aprendizado dinâmico e interativo. Outra recomendação foi a reprodução do vídeo após uma aula introdutória de modo a consolidar a compreensão correta dos conceitos. As autoras defendem que, para que o aprendizado significativo e completo de conceitos de Genética, é necessário o uso de recursos inovadores tanto para facilitar o entendimento da interrelação dos componentes da intrincada rede de conceitos da Genética como para acompanhar o desenvolvimento tecnológico mundial.

O uso de simuladores virtuais como proposta investigativa no aprendizado sobre síntese de proteínas, um conteúdo de Genética, foi estudado por Gregório, Oliveira e Matos (2016) com 77 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de

Divinópolis - MG. A atividade foi realizada com a simulação computacional “Expressão genética - Fundamentos” do projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado. Os resultados mostraram que houve aumento do engajamento por parte dos alunos e que estes tiveram uma visão positiva no uso desse recurso. Observou-se ainda que a atividade investigativa roteirizada para a simulação propicia a obtenção e a avaliação de evidências, a visualização mental das etapas dos processos tornando sua compreensão menos abstrata e, assim, mais fácil. Posto que a maioria das escolas públicas brasileiras têm computadores e acesso à internet, os autores recomendam o uso de simuladores virtuais no processo de aprendizado de conteúdos de Biologia considerados abstratos e que, aos simuladores, sejam aliadas metodologias investigativas proporcionando interação e motivação, essenciais para a aprendizagem.

A fim de verificar as potencialidades do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) com a ferramenta colaborativa Wiki na facilitação da aprendizagem de conteúdos de Genética, Teixeira e Strohschoen (2016) fizeram um estudo com 27 alunos de uma escola pública de Ensino Médio em Iguatu – CE. Nesse estudo, foi usado o ambiente virtual chamado Genética virtual com o recurso de produção colaborativa Wiki para propiciar interação, cooperação e aprendizagem de conteúdo relacionado às aneuploidias cromossômicas, um conteúdo de Genética. Como resultado, as autoras relataram mais motivação por parte dos alunos em relacionar conteúdos curriculares com situações cotidianas, mais autonomia para pesquisar na internet temas de seus interesses e para a escrita, esta que, de forma colaborativa permitiu aos alunos expressarem e conversarem sobre o assunto no seu ritmo de estudo. Considerando que um AVA pode disponibilizar recursos didáticos diversos, uma das limitações é o não uso de outros recursos além da ferramenta Wiki e de pesquisa na internet, como links para vídeos, simuladores, jogos, etc., que representam as perspectivas futuras de trabalho.

Em um estudo feito com 13 professores de Biologia de Ensino Médio de Estância-SE, Cardoso e Oliveira (2010) verificaram as concepções dos docentes quanto ao uso das Tecnologias de Digitais Comunicação (TDCs) para entender as dificuldades no ensino-aprendizagem de Genética Mendeliana nessa etapa da educação. Por meio de uma abordagem qualitativa com entrevistas semi-estruturadas foram obtidas respostas dos professores referentes às seguintes categorias de análises: as dificuldades dos professores relacionadas ao aprendizado de Genética Mendeliana por parte dos alunos; a utilização das concepções prévias dos alunos; as condições de uso da sala de informática das escolas onde os professores entrevistados atuam; e a utilização das TDCs como recursos para potencializar a construção de conhecimentos pelos alunos. O estudo mostrou que, embora a maioria dos professores entrevistados reconheça a importância do uso das TDCs na educação, eles não as usam para ensinar Genética. A maior parte dos professores também não se sente preparado para o uso das TDCs em sala de aula por não conhecer os recursos disponíveis sobre o tema ou por não saber manuseá-los. Muitos ainda relataram que a sala de informática das escolas onde atuam não estão adequadas para o uso ou são difíceis de usar. Assim, as autoras do estudo ressaltam a importância e efetividade no uso de TDCs no ensino de Genética e que, para que isso aconteça, os professores devem ser capacitados para o seu uso em sala de aula.

Em sua dissertação de mestrado, Romão (2019) avaliou os impactos do Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA) Schoology no processo de ensino-aprendizagem de Genética no Ensino Médio como estratégia complementar ao ensino presencial. Ao comparar grupo teste e controle, os resultados indicaram que, numericamente, os alunos do grupo teste apresentaram rendimento melhor do que os do grupo controle. No entanto, o ganho de conhecimento nas habilidades avaliadas não foi estatisticamente significativos, o que pode ser justificado pelo espaço amostral incipiente. No que tange ao docente, o uso do AVEA Schoology se mostrou adequado e eficiente no apoio à aula presencial, pois o ajudou a organizar e dinamizar seu trabalho aumentando a interatividade com os alunos, o quais se mostraram satisfeitos e receptivos ao uso da plataforma. Ainda, o autor defende que a plataforma se mostra promissora no apoio ao ensino e aprendizagem em outros componentes curriculares e que o uso de mídias digitais deve ser planejado para que os objetivos pedagógicos sejam mais bem definidos e, conseqüentemente, cumpridos adequadamente. Ou seja, o desenho pedagógico deve antever a escolha e o uso de uma mídia digital. O Quadro 3.1 traz as principais informações dos trabalhos supracitados.

3.1 Trabalhos relacionados

Título e autores	Pontos positivos	Pontos negativos
Quiz: um questionário eletrônico para autoavaliação e aprendizagem em Genética e Biologia Molecular. Silva, J. M. A.; Canedo, R. V.; Abrantes, T. A. S.; Santos, R. T.; Spuza, R. A.; Utagawa, C. Y., 2010	O Quiz incrementou o conhecimento sobre os temas abordados, serviu como fonte de informação, foi considerado uma forma de aprendizado mais lúdica, interativa e alternativa e contribuiu para identificação de dificuldade em algum tema específico da disciplina. Houve aumento do interesse pela disciplina após a realização do Quiz e seu uso no ensino online complementaria as atividades acadêmicas de rotina. Uso de imagens e ilustrações facilita compreensão espacial do processo descrito.	Estudo feito com universitários e não com alunos do Ensino Médio. Impossibilidade de visualização de telas e perguntas do Quiz.
Genética na TV: o vídeo educativo como recurso facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Oliveira, M. L.; Antunes, A. M.; Telles, M. P. C.; Sabóia-morais, S. M. T., 2012	Vídeos como recursos didáticos minimizam a carga cognitiva dos alunos e facilitam a compreensão e internalização de conceitos complexos. Recursos audiovisuais contribuem para o aprendizado de conteúdos complexos de Genética. Vídeos são recursos didáticos que podem ser interativos (pausar, adiantar, retroceder).	Estudo poderia ter sido feito com alunos do Ensino Médio também. O vídeo não foi localizado para análise sob o contexto atual.
Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos Abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. Gregório, E. A.; Oliveira, L. G.; Matos, S. A., 2016	Uso de simulação virtual com roteiros com viés investigativo reduz o nível de abstração na compreensão de processos biológicos complexos e microscópicos, aumentando o engajamento dos alunos, propiciando aceitação de estratégias pedagógicas similares e pode ser estratégico para escolas públicas brasileiras com computadores e acesso à internet. O roteiro seria um facilitador para a simulação e a compreensão das principais etapas do processo de síntese proteica indicando que jogos,	Cabe verificar a visão dos docentes para o uso das simulações em salas de aulas.

	modelos e atividades práticas, simuladores virtuais potencializam o aprendizado de processos abstratos.	
Ambiente virtual de aprendizagem (Wiki) no ensino de genética no ensino médio. Teixeira, L. C.; Strohschoen, A. A. G., 2016.	Alunos motivados para ler textos sobre o cotidiano disponíveis no AVA e na internet. Autonomia dos alunos para estudar, participar e escrever coletivamente sobre o assunto estudado. Liberdade dada aos alunos diversificou suas escolhas, permitiu a conexão entre os temas estudados, foram relevantes e complementares aos do AVA. Participação intensa via Wiki nas discussões sobre os textos permitiu aos alunos expressar suas impressões e trocar ideias. Importância da autonomia e da cidadania para o aprendizado. AVA foi capaz de promover o ensino virtual com as tecnologias.	Considerou apenas o Wiki (recurso de produção coletiva de texto) e de pesquisa na internet. Não foi esclarecida a escolha por uma turma de alunos de educação inclusiva.
O uso das tecnologias da comunicação digital: desafios no ensino de genética mendeliana no ensino médio. Cardoso, L. R.; Oliveira, V. S., 2010	Genética foi a área da Biologia mais citada na dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos. Embora a maioria dos professores entrevistados reconheça a importância das TDCs na educação, eles não as usam para ensinar Genética. Muitos professores relataram que as salas de informática da escola não estão adequadas ou são difíceis de usar; e não se sentem preparados para o uso das TDCs em sala de aula por não conhecer os recursos disponíveis sobre o tema ou por não saber manuseá-los.	Estudo de 2010 que pode estar defasado. Nenhum dos professores usou TDCs, impedindo uma análise comparativa dos relatos.
Uso do ambiente virtual de aprendizagem "schoolology" como estratégia de apoio ao ensino presencial de Biologia no ensino médio. Romão, E. R. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Inst. de Biologia, Campinas, SP, 2019.	O AVEA Schoology se mostrou adequado e eficiente no apoio à aula presencial nas aulas de Genética. Foi considerado simples, eficiente, rápido e interativo. Numericamente, os alunos do grupo teste apresentaram melhor rendimento que os do grupo controle; propiciou melhor organização e dinamização do trabalho docente; ampliou a interatividade com os alunos, que mostraram satisfação e receptividade ao uso da plataforma. O Schoology apresenta ótima capacidade de replicação e expansão no apoio ao ensino e aprendizagem para outras disciplinas.	O ganho de conhecimento não foi significativo. O espaço amostral pequeno para análises estatísticas mais consistentes. O uso de mídia deve ser planejado para atingir objetivos pedagógicos.

4. Metodologia

O desenvolvimento do curso para o presente trabalho se embasou no planejamento do processo ensino-aprendizagem conhecido como Design Instrucional (DI) e no modelo ADDIE, que está estreitamente ao DI. O modelo ADDIE estrutura-se nas etapas *analyse* (análise), *design* (planejamento), *develop* (desenvolvimento), *implement* (implementação) e *evaluate* (avaliação) (Filtró; Piconez, 2014).

O DI e o modelo ADDIE foram adotados neste trabalho, pois podem ser usados em uma variedade de cursos e programas, são adequados à incorporação de mídias diversas e permitem uma aprendizagem mais interativa e centrada no aluno [Peterson,

2003]. As etapas de análise, planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação do trabalho em questão são apresentadas a seguir.

4.1 Análise

De acordo com a análise das informações levantadas nos artigos contextualizados e relacionados a este trabalho, pode-se depreender que as principais dificuldades apontadas no aprendizado de Genética no Ensino Médio se referem ao caráter complexo e abstrato dos assuntos e conceitos da área, bem como sua variedade e especificidade; ao ensino limitado ao livro didático impresso e às aulas presenciais prioritariamente expositivas; à abordagem descontextualizada desses assuntos desconsiderando sua importância na compreensão da realidade recorrendo aos conhecimentos científicos; à desconsideração dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto; e, por fim, à formação docente deficitária que dificulta a implementação de estratégias pedagógicas aliadas a recursos e mídias digitais no processo de ensino e aprendizagem. Ainda, o público-alvo desse curso são alunos do Ensino Médio com idade entre 15 e 18 anos que já apresentam certa autonomia em relação ao seu aprendizado e apresentam facilidade no manuseio de dispositivos digitais e em ambientes virtuais.

4.2 Planejamento

Da análise das dificuldades levantadas, a tentativa de saná-las norteou o planejamento do Design Instrucional (DI) de um curso básico de Genética na modalidade online como suporte ao ensino presencial. Os objetivos de aprendizagem para esse curso são:

- Compreender que a Genética é o campo da Biologia que estuda os genes, a hereditariedade e variação genética nos seres vivos.
- Conhecer a Engenharia Genética e os organismos transgênicos.
- Relacionar informação sobre transgênicos veiculada na mídia ao conhecimento escolar sobre Genética.
- Conhecer e os componentes de uma célula animal e identificar o núcleo como a organela que armazena as informações genéticas (DNA).
- Conhecer a estrutura molecular do DNA (cadeia polipeptídica) e relacionar suas diferentes conformações à função que desempenha na célula (eucromatina e heterocromatina) e aos cromossomos.
- Reconhecer que os genes no DNA são os responsáveis pela síntese de proteínas e, assim, pela expressão gênica.
- Diferenciar cariótipo e idiograma.
- Diferenciar genótipo e fenótipo e entender a influência do ambiente no fenótipo.
- Compreender que os eventos citogenéticos ocorrem no campo microscópico (no núcleo e no citoplasma da célula) e que as representações são simbólicas.
- Compreender o processo de duplicação (replicação) do DNA e sua importância na formação de gametas por meio da meiose.
- Diferenciar DNA e RNA e compreender o processo de tradução do DNA na síntese de proteínas.

Além dos objetivos de aprendizagem, o intuito é que o curso conte com estratégias metodológicas voltadas para promover uma aprendizagem colaborativa e ativa por parte dos alunos, bem como a interação entre os alunos, entre estes e o professor e entre esses e o conteúdo a ser estudado. Para isso, o ideal seria contar com atividades que propiciassem o acesso a sites, vídeos e simuladores na internet, atividades de interação e de registros, fórum de discussão e de produção colaborativa.

4.3 Desenvolvimento

Na proposta do DI, o curso foi intitulado *Trilha de aprendizagem em Genética* pelo fato de oferecer aos alunos, dependendo de seus conhecimentos sobre o assunto, a possibilidade de percorrer os tópicos aleatoriamente ou na sequência proposta no AVA.

No desenvolvimento do curso, houve uma curadoria criteriosa de mídias digitais voltadas especificamente para propiciar aos alunos uma melhor compreensão dos conteúdos considerados abstratos e complexos. Assim, prezou-se pela seleção de recursos didáticos como imagem em 3D interativa, animação, animação interativa, simulador virtual, objeto digital de aprendizagem, jogo, videoaulas acompanhadas de ilustrações entre outros. A seguir, é feita uma breve descrição das etapas que compõem a sequência didática da Trilha de aprendizagem de Genética e suas intencionalidades.

Etapa 1: apresentação, contextualização e levantamento de conhecimentos prévios

No momento inicial, é feita uma apresentação do curso e é sugerida a leitura do texto *O que é Genética*, do site Observatório da Juventude, Ciência e Tecnologia da Fiocruz a fim de introduzir o tema Genética. A mídia sugerida foi um artigo na internet: *Genética*.

Em seguida, é feita uma contextualização do conteúdo a ser estudado trazendo como exemplo uma notícia sobre transgênicos vinculando-a ao assunto que será estudado. A mídia sugerida foi uma notícia: *Minicápsulas com mosquito transgênico reduzem população do Aedes em 95% em Indaiatuba*.

Por fim, são propostos questionamentos para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto. Pergunta 1: *O que você entende por organismo geneticamente modificado?*; Pergunta 2: *Onde você acha que ficam as nossas informações genéticas?*

Etapa 2: desenvolvimento

No momento seguinte, são propostas situações para que os alunos conheçam e compreendam melhor o assunto e interajam com ele.

Por meio de recursos e mídias digitais diversas, são apresentados os conteúdos relacionados à Genética, partindo do aspecto macro para o microscópico (do ser humano, passando pela célula até os componentes moleculares dos nucleotídeos) de modo que a complexidade aumenta de forma gradativa. Para isso, as mídias digitais sugeridas foram:

- Célula interativa 3D para que os alunos possam interagir com a representação de uma célula animal (e suas estruturas) na perspectiva espacial tridimensional: *Célula 3D*.
- Animação sobre células animais e vegetais, que permite visualização no nível microscópico de suas organelas, como destaque para o núcleo, nucléolo, material genético, ribossomos e mitocôndrias: *Biology: Cell structure*.
- Videoaula didática com esquemas visuais ricos sobre o núcleo celular e seu funcionamento: *Núcleo celular*.
- Atividade: Produção visual individual para responder à pergunta *Como você acha que se apresenta o material genético dentro do núcleo de uma célula?*
- Vídeo explicativo animado sobre a forma e a estrutura dos cromossomos no nível microscópico: *O que é um cromossomo? Como funciona?*
- Texto em PDF: *Estrutura e tipos de cromossomos* para complementar o estudo sobre os tipos de cromossomos e para preparar para o estudo dos próximos tópicos.
- Texto em PDF: *Cariótipo, cariograma e idiograma* sobre a diferença entre esses termos.
- Dicionário Virtual de Biologia, um dicionário online baseado em hipertextos e, muitas vezes, com ilustrações que acompanham as definições: *Home[Biowiki]*.
- Objeto digital de aprendizagem para simular a montagem de um idiograma por meio da manipulação de elementos laboratoriais e de cromossomos: *Montando Idiogramas*.
- Animação sobre a estrutura do DNA e os ácidos nucleicos mostrando sua localização na célula (na molécula de DNA, no núcleo): *DNA a molécula da vida*.
- Animação interativa sobre a estrutura molecular do DNA, em que é possível visualizar o código genético e a complementaridade das moléculas de DNA: *Estrutura do DNA*.
- Atividade: material em PDF *Montando o DNA* para impressão, recorte e montagem de duas moléculas complementares de DNA para potencializar a compreensão do pareamento das bases nitrogenadas dos nucleotídeos.
- Videoaula ilustrada sobre os principais conceitos da Genética, como gene, genótipo, fenótipo, alelo, dominância e recessividade: *Genótipo Fenótipo Gene Dominante e Recessivo*.
- Vídeo animado sobre o código genético em diferentes espécies e sobre sua universalidade: *O que é o gene? Como funciona e quais as suas funções*.
- Animação em 3D sobre o processo de replicação do DNA, que permite visualizar de forma didática a ocorrência dos eventos no nível microscópico: *Mecanismo de replicação do DNA, em 3D*.
- Videoaula sobre o processo da meiose e as células gaméticas, facilitando a compreender a relação entre reprodução e hereditariedade: *Ciclo Celular: Meiose*.
- Vídeo do canal Nerdologia sobre a plausibilidade das explicações genéticas acerca dos poderes de alguns super heróis de HQs e filmes: *A Genética dos X-Men*.
- Vídeo animado sobre a diferença entre as moléculas de DNA e RNA e sobre como este último também é essencial para a vida: *Diferenças entre o DNA e RNA*.
- Animação interativa sobre a transcrição do DNA, que é a produção do RNA a partir do DNA: *O RNA é sintetizado a partir do DNA*.

- Animação didática em 3D sobre a tradução do DNA (síntese de proteínas a partir do DNA) perpassando do macro ao microscópico: *Do DNA à proteína*.
- Animação interativa sobre a tradução do DNA e sobre onde esse evento ocorre: *As proteínas são sintetizadas a partir do RNA*.
- Simulador virtual da PhET Colorado para a manipulação dos fatores envolvidos na síntese de proteínas: *Fundamentos da expressão genética*.
- Atividade: formulário com perguntas orientativas na forma de roteiro para a manipulação do simulador virtual.
- Atividade: fórum de discussão entre os colegas sobre os transgênicos (importância).
- Artigo sobre as vantagens e desvantagens dos animais transgênicos: *Transgênicos*.
- Artigo sobre as vantagens e desvantagens dos vegetais transgênicos: *Transgênicos: o que são, e quais suas vantagens e desvantagens*.
- Atividade: produção colaborativa sobre as vantagens e as desvantagens de animais e alimentos transgênicos.

Etapa 3: sistematização e avaliação

A etapa final da trilha compreende dois momentos, sendo que o primeiro remete à sistematização do que foi estudado ao longo da trilha por meio de um breve resumo. Vídeo animado sobre alguns dos principais conteúdos da Genética: *Genética no vestibular: leis de Mendel, genes, DNA e cromossomos*.

O segundo momento trata-se de um jogo sobre o conteúdo estudado que, além de ser uma oportunidade de avaliação acerca do aprendizado, é também um momento lúdico, didático e interativo da trilha.

Jogo que pode ser acessado via o artigo: *Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de genética*.

As mídias da trilha de aprendizagem foram criteriosamente selecionadas visando a compreensão de conteúdos abstratos, prezando-se ainda pela correção conceitual das representações, bem como pela interação, colaboração e pelo engajamento.

4.4 Implementação

Para implementar o Design Instrucional proposto para o presente trabalho foi escolhido o *Google Classroom* (Sala de aula Google), uma plataforma de ambiente virtual de aprendizagem da empresa de tecnologia Google para ser o ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

A escolha foi feita pelos seguintes motivos: a plataforma é de fácil acesso e manuseio por parte de professores e alunos; além dos recursos disponíveis na própria plataforma, é possível vincular facilmente outros recursos da empresa Google, como vídeos, textos, planilhas, apresentações, ferramentas de produção colaborativa de textos ou desenhos, bem como vídeos, textos e outros recursos selecionados ou produzidos pelo

professor; a proposição de trabalhos e atividades pode ser feita via própria plataforma, que oferece recursos também de avaliação, acompanhamento e produção de relatórios; o acesso à plataforma é flexível, podendo ser feito por computador, tablet ou celular; é possibilitada a interação entre alunos, aluno e professor e aluno e conteúdo de diversas formas, podendo, dessa forma, diminuir a sensação de distância entre eles [Tori, 2017].

De acordo com Pereira *et al* (2018), os recursos digitais de um AVA propiciam uma aprendizagem pautada também na criação e na socialização, pois amplia o acesso ao conhecimento por meio da multimídia e da hipertextualidade.

Nesse sentido, o modelo busca tornar o ensino mais atraente e problematizador por meio da entrada do estudante no espaço digital. Tendo em vista o atual retrato do Ensino Médio, esse modelo poderá contribuir para que o estudante se torne ativo na construção dos saberes.

Nesse AVA, o curso foi disposto de forma sequencial e linear do topo para baixo com a intenção de parecer uma trilha de aprendizagem que, embora apresentada linearmente, os tópicos e as atividades do curso possam ser acessados não linear nem sequencialmente. Dessa etapa, foi obtido um link e um código para acessar o curso.

4.5 Avaliação

Para a avaliação do presente curso, foi aplicado o instrumento de avaliação de curso online [Faria, 2010, p.110] que permite avaliar os conteúdos, as atividades, os recursos educacionais, bem como sua linguagem, profundidade, pertinência, coerência e possibilidade de, com eles, se alcançar os objetivos propostos para o curso. Ademais, o instrumento permitiu também avaliar o AVA, como a navegação pelos seus recursos, possibilidade de personalização, entre outros.

O instrumento de avaliação escolhido foi transposto para o *Google Forms*, no início do qual foi apresentado o convite para os avaliadores do curso acompanhado do link e o código de acesso ao curso. Após a avaliação, foram obtidos os seguintes resultados.

O curso foi avaliado por 6 avaliadores (n = 6) com idade entre 25 a 40 anos, sendo 4 mulheres, 1 homem e 1 sexo não informado, todos alunos de pós-graduação.

Na escala de 1: Insatisfatório; 2: Razoável; 3: Satisfatório; e 4: Excelente, da avaliação do curso foram obtidos os seguintes resultados como mostra a Tabela 4.1.

4.5.1 Resultados

Item avaliado	Insatisfatório	Razoável	Satisfatório	Excelente
A importância do tema para o estudante do Ensino Médio?				6

Possibilidade de alcance dos objetivos propostos para o curso.			2	4
Profundidade da abordagem em relação ao tema nos textos e hipertextos.		1	1	4
Clareza dos conceitos e do vocabulário em relação ao tema nos textos e hipertextos.		1	1	4
Coerência dos conceitos e do vocabulário em relação ao tema nos textos e hipertextos.			2	4
Pertinência dos conceitos e do vocabulário em relação ao tema nos textos e hipertextos.			3	3
Atualização e pertinência das referências bibliográficas em relação ao tema nos textos e hipertextos.			3	3
Orientações para a realização do curso e das atividades.			1	5
Coerência das atividades relacionadas às informações e aos conteúdos fornecidos.			4	2
Grau de exigência das atividades relacionadas às informações e aos conteúdos fornecidos.		1	3	4
Quantidade de atividades propostas em relação às informações e aos conteúdos fornecidos.		1	2	3
Tipos de atividades propostas em relação às informações e aos conteúdos fornecidos.			3	3
Contribuição das atividades para o alcance dos objetivos propostos para o curso.			2	4
Contribuição dos instrumentos e da forma de avaliação para o aprendizado individual e coletivo.			2	4
O ambiente favorece a autonomia de aprendizagem do aluno e propicia a busca de conhecimento por meio de recursos como links e trabalhos em grupo.			4	2

Adequação do prazo estipulado para a realização das atividades e do estudo.			3	3
Facilidade para mudar de página dentro do ambiente, funcionamento de botões, menus e ícones.		1	1	4
Facilidade para acessar as páginas contidas no ambiente virtual.		1	2	3
Organização de conteúdos e recursos na tela.			3	3
Uso de cores na tela.		1	2	3
Uso de fontes na tela.		1	2	3
Densidade informacional (quantidade de informações contida em cada tela).		2	1	3
Possibilidade de interatividade do aluno com outros alunos, com o grupo e com o professor.		1	2	3
Pertinência dos tipos de recursos utilizados para o alcance dos objetivos (sites, vídeos, animações, fórum, dicionário virtual, simuladores virtuais, objeto digital de aprendizagem, jogo e atividade em conjunto).			1	5
Funcionalidade e qualidade técnica dos recursos no ambiente (figuras, animações, simuladores e links).		1	2	3

5. Discussão

Considerando que o número total de avaliadores foi pequeno, impossibilitando uma análise estatística, os resultados foram analisados de forma qualitativa.

O tema para alunos do Ensino Médio foi considerado por todos os avaliadores como excelente. No geral, o curso foi avaliado como tendo grande possibilidade de alcançar os objetivos propostos. Ainda, foram avaliadas como excelentes ou satisfatórias a coerência e a pertinência dos conceitos e do vocabulário, a atualização e pertinência das referências bibliográficas em relação ao tema, as orientações para a realização do curso e das atividades e a coerência destas.

A profundidade da abordagem e a clareza dos conceitos e do vocabulário em relação ao tema nos textos e hipertextos foram avaliadas como boas, mas com pontos de atenção: - *Ao longo do curso a linguagem utilizada varia muito, às vezes a linguagem é*

profunda, às vezes complexa e às vezes mais adequada para estudantes mais jovens. Como a maior parte dos conteúdos e recursos educacionais do curso foram selecionados via internet, a variação na profundidade da linguagem mencionada no relato pode se dever às fontes variadas de conteúdo. Embora tenha havido uma curadoria bastante criteriosa quanto à veracidade, pertinência e didatismo, conteúdos produzidos por diferentes autores podem apresentar as variações supracitadas.

O grau de exigência das atividades relacionadas às informações e aos conteúdos fornecidos foi considerado bom, com, no entanto, um ponto de atenção relatado: - *O material fornecido está muito consistente e abrangente, as atividades poderiam exigir mais do aluno.* Nesse sentido, os avaliadores consideraram boa a quantidade de atividades propostas, mas com um ponto de atenção: - *São propostas poucas atividades e nem em todo o tópico o estudante tem a oportunidade de sistematizar o que foi a apresentado.* Por meio desses relatos, pode-se inferir falta de clareza na apresentação das atividades, pois, para o curso de 16 tópicos são propostas 9 atividades. As atividades propostas não necessariamente deveriam culminar em produção, mas essencialmente promover o contato do aluno com assuntos abstratos interagindo com uma célula 3D, com animações interativas, com objeto digital de aprendizagem e visualizando vídeos com esse propósito.

As categorias de atividades propostas para o alcance dos objetivos do curso e para o aprendizado foram consideradas satisfatórias ou excelentes, assim como os recursos educacionais utilizados (sites, vídeos, animações, fórum, dicionário virtual, simuladores virtuais, objeto digital de aprendizagem, jogo e realização de atividade em conjunto) também foram considerados satisfatórios e excelentes em relação à pertinência e ao alcance dos objetivos. Esses resultados podem refletir a eficiência da intencionalidade didática planejada para as atividades e recursos educacionais selecionados em busca de potencializar a compreensão de conteúdos abstratos.

A funcionalidade e a qualidade técnica dos recursos (figuras, animações, simuladores e links) foram consideradas boas. No entanto, o jogo Show da Genética indicado ao fim da trilha não pode ser executado via ambiente virtual como foi relatado por dois avaliadores. O problema se deveu a uma incompatibilidade técnica entre o formato original do jogo (no formato *Power Point*) e a forma de visualização disponibilizada pelo AVA.

O item “O ambiente favorece a autonomia de aprendizagem do aluno e propicia a busca de conhecimento por meio de recursos como links e trabalhos em grupo” foi avaliado como satisfatório ou excelente, resultado que vai ao encontro da proposta de promover uma postura mais ativa por parte do aluno no seu próprio aprendizado. No entanto, um ponto de atenção foi levantado quanto ao AVA: - *Há limitações no Ambiente que impedem a personalização de recursos visuais que poderiam ajudar a engajar o aluno na busca pelo conhecimento.* Quanto a outro quesito relacionado ao AVA, o item “Facilidade para mudar de página dentro do ambiente, funcionamento de botões, menus e ícones” foi avaliado como bom, mas uma crítica à mudança de página do ambiente foi: - *Há limitações no sistema, então mudar de uma janela para outra não é algo tão simples ou facilitado, é preciso sempre trabalhar com novas guias para verificar os conteúdos no momento de fazer as atividades.* Esses dois últimos relatos mostram insatisfação dos

usuários na interação com os recursos do AVA e com a impossibilidade de personalização. De forma semelhante, o uso de fontes e cores foi considerado bom, mas limitado e sem permitir personalizações, como ilustra outro relato: - *O ambiente é bem limitado quanto a esta parte. Ele traz um padrão que é de boa leitura, porém não possibilita personalizações.* De fato, navegar pelas telas, alterar cores, fontes se mostraram como ações limitadas no AVA.

No curso, os conteúdos (orientações, links, textos, vídeos, atividades e outros recursos) foram apresentados de forma linear na primeira tela do AVA para dar uma sensação de se estar percorrendo uma trilha. Em relação a isso, o item “Densidade informacional (quantidade de informações contida em cada tela)” foi considerada boa e com as seguintes considerações: - *Acredito que o curso organizado em módulos, favorece a organização do aprendiz;* - *Devido ao ambiente achei que o Mural onde tem maior parte das informações assusta um pouco por ser MUITA informação de uma vez em uma só página (...).* Provavelmente os avaliadores já conheciam melhor o AVA em questão e consideraram outra disposição mais efetiva para o aprendizado. Por outro lado, o item “Organização de conteúdos e recursos na tela” foi avaliado como satisfatório e excelente, como demonstrado pelos comentários: - *O curso está todo no mural. As atividades estão nele e na aba específica. Muito organizado, bonito, fluido. Parabéns!;* - *Na parte de atividades é bem tranquilo e visual, mas no mural fica complicado (...) por não ter índices, títulos ou algo para identificar e associar ele com as atividades.* Esses relatos contraditórios podem refletir algumas preferências dos avaliadores e diferenças na familiaridade deles quanto ao uso do AVA em questão.

A possibilidade de interatividade do aluno com outros alunos, com o grupo e com o professor foi considerada razoável, como indica um relato: - *O ambiente proporciona interatividade, porém ela deve ser melhor trabalhada na organização dos conteúdos, deixando de forma mais explícita quando o aluno interage, é fácil se perder no mural e não conseguir entender exatamente onde é que deve comentar e onde é opcional. Com relação a grupos, parece que não há possibilidade.* No curso, foi proposta uma atividade de postagem em fórum para proporcionar a interação do aluno com o professor e com os colegas e uma atividade de produção colaborativa pelo *Google Docs*. De acordo com o relato, é necessário deixar mais evidente a orientação relativa à interação no fórum e pode ser que, pela assincronia da atividade colaborativa, esta não tenha sido considerada pelo(a) avaliador(a) uma atividade em grupo ou interativa.

Em relação ao DI, o curso foi considerado satisfatório por, principalmente, permitir o alcance dos objetivos propostos e pela qualidade dos recursos educacionais selecionados e produzidos, critérios que se alinham à intenção original deste trabalho, que é potencializar a aprendizagem de conteúdos abstratos de Genética. No entanto, os resultados indicaram também alguns limitadores do trabalho, a saber: a quantidade insuficiente de atividades e o descompasso entre o grau de exigência delas em relação ao conteúdo apresentado no curso e à disposição dos conteúdos e atividades no AVA. Ademais, o instrumento de avaliação utilizado não considerava o aprendizado de conteúdos abstratos como um item a ser avaliado, o que pode ser uma lacuna do estudo.

Os resultados indicaram também algumas limitações do *Google Classroom* como AVA escolhido, como a dificuldade de navegar por ele (mudar de tela e se localizar no ambiente, por exemplo), impossibilidade de personalização de fontes, cores e a incompatibilidade técnica que impossibilitou a execução do jogo final.

Em relação às ameaças à validade do estudo, cabe destacar que o período de implementação e avaliação do curso em questão se deu em um período em que o Brasil passa por uma pandemia de Covid-19, inviabilizando que o curso fosse avaliado por alunos do Ensino Médio. Nesse contexto, o contato com as escolas ficou comprometido porque as aulas passaram a acontecer remotamente. Outras ameaças à validade estudo podem ser citadas: o número pequeno de avaliadores (n=6), o perfil (idade entre 25 e 40 anos) e o nível de escolaridade dos avaliadores (todos os pós-graduandos), que destoam do perfil dos alunos de Ensino Médio (idade entre 15 e 19 anos e formação básica incompleta), que é o público-alvo do curso.

6. Conclusão

Do presente estudo, pode-se concluir que é viável desenvolver e implementar, por meio do modelo ADDIE de Design Instrucional, um curso com foco na facilitação da aprendizagem de conteúdos abstratos.

Como perspectivas futuras relativas ao presente estudo, faz-se necessário que o curso seja avaliado por alunos do Ensino Médio e com um espaço amostral maior, implementar melhorias nas atividades propostas (quantidade e complexidade), usar os recursos do AVA de forma mais variada (com tópicos e subtópicos) e complementar o questionário de avaliação do curso com item referente à compreensão de conteúdos abstratos. Para a implementação do curso, há que se considerar a possibilidade de uso de outros AVAs disponíveis, caso se busque uma navegação mais intuitiva e prática e/ou personalização de elementos, como cores e fontes. Contudo, para a reprodução de links, vídeos e outros recursos educacionais, bem como a realização de atividades individuais ou coletivas e a avaliação delas, o *Google Classroom* atenderia às necessidades especialmente no caso de se proporcionar uma postura ativa do aluno no seu aprendizado e na interação com o professor, os colegas e o conteúdo, especialmente os considerados mais complexos e abstratos, como são os de Genética e que também podem ser outros temas do currículo escolar.

7. Referências

- Bittencourt, C. M. F. Livro didático e conhecimento histórico: uma história do saber escolar. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 1993.
- Cardoso, L. R.; Oliveira, V. S. O uso das tecnologias da comunicação digital: desafios no ensino de genética mendeliana no Ensino Médio, 2010.
- Castro, M. A. S.; Goularte, R.; Reami, E. R.; Moreira, E. S. Infra-estrutura de suporte à editoração de material didático utilizando multimídia, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, n. 1, 1997.

- Chinaglia, J. V. Materiais didáticos digitais e as remediações do livro didático impresso: uma análise dos objetos educacionais digitais. *Educ.&Tecnol.* Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 27-39. 2014.
- Choppin, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. 2004.
- Faria, N. G. F. Fotografia digital de feridas - desenvolvimento e avaliação de curso online para enfermeiros. Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7140/tde-14122010-122722/publico/ME_NiviaGiacominiFontouraFaria.pdf. Acesso em: 08 Out. 2020.
- Filatro, A.; Piconez, S. (2014) "Design Instrucional Contextualizado" in Congresso Internacional de Educação a Distância, 11., 2004, Salvador. Trabalhos... São Paulo: Abed, 2004. Disponível em: <[Http://www.abed.org.br/Congresso2004/por/Htm/049-tc-b2.Htm](http://www.abed.org.br/Congresso2004/por/Htm/049-tc-b2.Htm)>. Acesso em: 27 Ago. 2014.
- Gregório, E. A.; Oliveira, L. G.; Matos, S. A. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica, 2016.
- Kozma, R. B. Aprendendo com mídias. *Review Of Educational Research*, vol. 61, n. 2, 1991.
- Martinez, E. R. M.; Fujihara, R. T.; Martins, C. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de Genética. *Revista Genética na escola*. Volume 2; nº 2, 2008. Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com/volume-3---n-2>
- Moura, J; Deus, M. S. M.; Gonçalves, N. M. N.; Peron; A. P. *Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão*, 2013.
- Oliveira, M. L.; Antunes, A. M.; Telles, M. P. C.; Sabóia-morais, S. M. T. *Genética na Tv: o vídeo educativo como recurso facilitador do processo de ensino-aprendizagem*, 2012.
- Pereira, I. S. D.; Alvarenga, M. M. S. C.; Teixeira, M. C. S.; Mansur, A. F. U. Uma proposta metodológica de ensino híbrido envolvendo a plataforma Google Classroom como ambiente virtual de aprendizagem no Ensino Médio. *Revista Educação Pública*, 2018.
- Peterson, C. Bringing ADDIE to Life: Instructional Design at Its Best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* (2003) 12(3), 227-241.
- Romão, E. R. *Uso do ambiente virtual de aprendizagem "schoolology" como estratégia de apoio ao ensino presencial de biologia no ensino médio. Dissertação (mestrado profissional) - recurso online (142 p.)*. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP, 2019.
- Sá, R. G. B.; Jófili, Z. M. S.; Carneiro-leão, A. M. A.; Lopes, F. M. B. *Conceitos abstratos: um estudo no ensino da Biologia*, 2010.
- Silva, J. M. A.; Canedo, R. V.; Abrantes, T. A. S.; Santos, R. T.; Souza, R. A.; Utagawa, C. Y. *Quiz: um questionário eletrônico para autoavaliação e aprendizagem em Genética e Biologia Molecular*, 2010.
- Teixeira, L. C.; Strohschoen, A. A. G. *Ambiente virtual de aprendizagem (Wiki) no ensino de Genética no Ensino Médio*, 2016.
- Tori, R. *Educação sem distância - as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem*. 2.ed. São Paulo: Artesanato educacional, 2017.