

Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Chatbot como facilitadores do Processo de Ensino e Aprendizagem de Biologia

Virtual Learning Environments and Chatbot as facilitators of the Process of Teaching and Learning Biology

Entornos Virtuales de Aprendizaje y Chatbot como facilitadores del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Biología

Recebido: 23/04/2021 | Revisado: 01/05/2021 | Aceito: 03/05/2021 | Publicado: 16/05/2021

Kiandro de Oliveira Gomes Neves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0017-5372>
Secretaria de Estado de Educação do Amazonas, Brasil
E-mail: kiandro.gomes@seducam.pro.br

José Francisco de Magalhães Netto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4772-2399>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: jnetto@icomp.ufam.edu.br

Rosilene Gomes da Silva Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2508-7283>
Universidade do Estado do Amazonas, Brasil
E-mail: rgsilva@uea.edu.br

Resumo

Frente a sociedade da informação, com a presença dos nativos digitais, a educação sobre grandes mudanças, com a necessidade de novas metodologias pautadas na realidade dos alunos e que lhes propicie autonomia. Ambientes Virtuais de Aprendizagem – AVAs e Chatbots, por exemplo, têm apresentado bons resultados quando aplicados no contexto escolar. Nesse sentido, este estudo apresenta a aplicação e análise do uso de um AVA com um Chatbot integrado, como ferramenta de ensino e aprendizagem de Biologia. A partir da integração das tecnologias digitais em uma metodologia de ensino híbrido, seguindo o modelo de sala de aula invertida, foi possível contribuir para o desenvolvimento conceitual de 52 alunos do terceiro ano do ensino médio, com a aquisição de habilidades referentes ao objeto de conhecimento em Relações Ecológicas. A partir da análise dos relatos dos alunos e do docente é possível concluir que as tecnologias utilizadas proporcionam a construção de conhecimentos e favorecem a prática docente, mostrando a necessidade de mais estudos com a finalidade de aprimorar, expandir e difundir as ferramentas tecnológicas utilizadas no contexto escolar brasileiro.

Palavras-chave: Tecnologias; Ensino; Biologia; Ambientes virtuais; Chatbot.

Abstract

In front of the information society, with the presence of digital natives, education undergoes major changes, with the need for new methodologies based on the reality of students and that provides them with autonomy. Virtual Learning Environments – VLE and Chatbots, for example, have shown good results when applied in the school context. In this sense, this study presents the application and analysis of the use of an VLE with an integrated Chatbot, as a tool for teaching and learning Biology. From the integration of digital technologies in a hybrid teaching methodology, following the flipped classroom model, it was possible to contribute to the conceptual development of 52 students in the third year of high school, with the acquisition of skills related to the object of knowledge in Ecological Relations. From the analysis of the reports of students and teachers, it is possible to conclude that the technologies used provide the construction of knowledge and favor teaching practice, showing the need for further studies in order to improve, expand and disseminate the technological tools used in the Brazilian school context.

Keywords: Technologies; Teaching; Biology; Virtual environments; Chatbot.

Resumen

Frente a la sociedad de la información, con la presencia de los nativos digitales, la educación en grandes cambios, con la necesidad de nuevas metodologías basadas en la realidad de los estudiantes y que les proporcione autonomía. Los Entornos Virtuales de Aprendizaje - EVAs y Chatbots, por ejemplo, han mostrado buenos resultados cuando se aplican en el contexto escolar. En este sentido, este estudio presenta la aplicación y el análisis del uso de un EVA con un Chatbot integrado, como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la Biología. A partir de la integración de las tecnologías digitales en una metodología de enseñanza híbrida, siguiendo el modelo de flipped classroom, se pudo

contribuir al desarrollo conceptual de 52 estudiantes de tercer año de bachillerato, con la adquisición de competencias relacionadas con el objeto de conocimiento en Relaciones Ecológicas. A partir del análisis de los relatos de los alumnos y de los profesores, es posible concluir que las tecnologías utilizadas facilitan la construcción del conocimiento y favorecen la práctica docente, mostrando la necesidad de nuevos estudios para mejorar, ampliar y difundir las herramientas tecnológicas utilizadas en el contexto escolar brasileño.

Palabras clave: Tecnologías; Enseñanza; Biología; Entornos virtuales; Chatbot.

1. Introdução

Existem diferentes formas de ensinar Biologia, como, por exemplo: por meio de aulas dialogadas, atividades práticas, situações expositivas/descriptivas, atividades fora do âmbito escolar, desenvolvimento de projetos, uso de tecnologias digitais, etc. (Lima, 2010). Contudo, a atuação do professor, em geral, volta-se constantemente para o ensino como transmissão de conteúdo, por meio de aulas expositivas nas quais o aluno transforma-se em receptor e repetidor de informações (Ovigli & Bertucci, 2009).

Em um contexto social, pautado nos avanços tecnológicos e com grande influência na dinâmica educacional, posturas tradicionais de ensino, com ênfase na transmissão de informações, já não possuem mais espaço frente a geração de nativos digitais. Esta geração faz parte da sociedade da informação e caracteriza-se por terem facilidade para obter informações, adaptação à realização de múltiplas tarefas, comunicação por mensagem instantânea, dificuldade de concentração, pouco contato com analógicos e valorização da colaboração (Claudino, 2013).

Para os nativos digitais, a aprendizagem por meio da recepção e reprodução de informações é algo impróprio. Pode levar ao distanciamento discente das áreas de conhecimento, principalmente áreas voltadas ao conhecimento científico (Coelho, 2012). Na aprendizagem de Biologia, destaca-se a constante necessidade de metodologias pedagógicas inovadoras que permitam a utilização de meios de comunicação comuns no cotidiano do aluno, que lhes propicie autonomia e os forneça meios para transposição da teoria na prática (Silva, et al., 2016).

No entendimento da necessidade de inovação, as metodologias ativas ganham destaque, pois permitem que o aluno seja protagonista da construção de seu conhecimento. Essas metodologias, referem-se a um conjunto de técnicas criativas e dinâmicas com a finalidade de envolver o aluno em seu processo de aprendizagem através de atividades embasadas no desenvolvimento de sua autonomia e experiência (Bacich & Moran, 2018). É uma estratégia considerada ideal para conclusão de aulas discursivas. Uma vez que auxiliaria no desenvolvimento da criticidade do aluno mediante a atividades cooperativas, baseadas em problemas e colaborativas, tendo como objetivo, por exemplo, proporcionar a troca de informações entre os alunos. Isso facilita a reflexão e o conhecimento do seu processo de aprendizagem (Olgun, 2009).

Trabalhos como de Paiva (2016), cita de forma concisa os tipos de metodologias ativas mais utilizados no processo de ensino-aprendizagem, por exemplo, a aprendizagem baseada em problemas (ABP), estudos de casos, relato crítico de experiências, mesas-redondas, oficinas e o ensino híbrido. Destaca-se o ensino híbrido, como parte do estudo realizado, devido a possibilidade do uso das TDIC, da possibilidade de trabalhar presencialmente e/ou remotamente (mobilidade) e dos meios oferecidos para a promoção da autonomia discente, o que acaba transcendendo as metodologias ativas, originando assim um novo campo a ser explorado na educação (Souza, et al., 2019).

O ensino híbrido está presente em muitas formas de educação. Combina espaços, públicos, experiências, metodologias, visões de mundo, intenções educacionais, características primárias e secundárias de cada tipologia de educação (Oliveira & Almeida, 2019). A modalidade híbrida de ensino, segundo Christensen, Horn e Staker (2013), pode ser organizada por meio de modelos sustentados, como, por exemplo, o modelo de rotação, com roteiros fixos ou flexíveis, mas sempre contendo uma, ou mais, atividade online. Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), por outro lado, subdividem a rotação em três submodelos: rotação por estações; laboratório rotacional; sala de aula invertida.

A rotação por estações ocorre por meio do revezamento dos alunos dentro do ambiente da sala de aula. Já o laboratório rotacional, define-se no revezamento entre atividades em sala e atividades em laboratório de aprendizado online, aproximando-se, em termos, da sala de aula invertida, que se caracteriza como o revezamento entre a prática supervisionada presencial e a discussão de conceitos e atividades online (Bacich, Tanzi Neto & TrevisanI, 2015). Destaca-se, dentre os submodelos, a Sala de Aula Invertida, não só por se aproximar deste estudo, como, também, por sua ampla utilização em pesquisas acadêmicas, Souza, Evangelista e Hostt (2020), Leandro & Corrêa (2018), Viégas, Bacellar e Rehfeldt (2017), Suhr (2016), Milhorato e Guimarães (2016), onde ocorre a promoção da autonomia, a apropriação prévia do conteúdo e a participação ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, como suas principais contribuições (Souza, Evangelista & Hostt, 2020).

Embora existam metodologias diferenciadas e com potencial colaborativo para ultrapassar os desafios no ensino de Biologia, é possível observar a utilização dos recursos tecnológicos apenas com a finalidade de instrumentalização da sala de aula, sem as devidas preocupações pedagógicas (Rocha, 2014). É recorrente, como apresentado por Silva et al. (2016) e Duré, Andrade e Abílio (2018), a persistência docente em metodologias tradicionais expositivas, com o desconhecimento das potencialidades do uso de TDIC. Em disciplinas com grande carga teórica, como a Biologia, metodologias descontextualizadas e informativas, contribuem para o desinteresse discente, visto que não apresenta, muitas das vezes, a transposição para sua realidade, nem ao menos o fornece meios para a construção autônoma e significativa de seu conhecimento (Marandino, Selles & Ferreira, 2009).

É possível vislumbrar as TDICs, como grandes aliadas e como uma peça importante para um novo cenário educacional que atenda às necessidades da sociedade da informação. Pois, estas permeiam o cotidiano do aluno, assim, como, detém meios necessários para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem em disciplinas complexas (Espíndola & Giannella, 2018). Embora, Rosa (2013), Silva e Moraes (2014), destaquem a in experiência docente para a utilização de TDIC em sua prática de ensino, como, também, o despreparo pedagógico para a utilização de metodologias que o permitam conhecer seu público e abordar os conteúdos de forma mais dinâmica e eficiente. Este estudo parte da colocação de Costa, Souza e Rocha (2017), que enfatizam a necessidade de estudos voltados para elaboração e aplicação de metodologias que visem o uso de TDIC, com intuito de elucidar as potencialidades e os desafios da utilização destas em sistemas presenciais e/ou remotos de ensino.

Desta forma, busca-se responder quais são as potencialidades e limitações, do uso de TDICs, em uma abordagem híbrida de ensino, investigando as potencialidades e limitações do uso do Chatbot *Linnaeus Bot* e do ambiente virtual de aprendizagem “Desvendando as Relações Ecológicas”, para o ensino e aprendizado no contexto da terceira série do ensino médio.

1.1. Chatbot e Ambientes Virtuais de Aprendizagem no ensino de Biologia

Haguenauer, Mussi e Cordeiro Filho (2009, p. 3) definem Ambientes Virtuais de Aprendizagem – AVAs, como ferramentas criadas a partir de softwares, não existindo “unicamente para auxiliar na montagem de cursos, mas sim, como o próprio nome já diz, são ambientes utilizados para facilitar ou promover a aprendizagem”. Para Pereira, Schmitt e Dias (2007) os AVAs podem tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e ativo, por meio da promoção da interação entre o aluno e o conteúdo a ser aprendido.

O processo de ensino-aprendizagem tem potencial para tornar-se mais ativo, dinâmico e personalizado por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Essas mídias, em evolução, utilizam o ciberespaço para promover a interação e a colaboração a distância entre os atores do processo e a interatividade com o conteúdo a ser aprendido (Pereira, Schmitt & Dias, 2007, p.2)

Sabe-se que o potencial dos AVA na educação tem promovido diferentes pesquisas para teste de aplicabilidade. Além disso é visto a preocupação com aspectos pedagógicos e didáticos que ocorrem de forma pontual no ambiente escolar e devem

ser reproduzidos no AVA (Morais, Eduardo & Morais, 2018). Dentre os estudos voltados a utilização de AVAs no sistema educacional, destacam-se os trabalhos de Duso (2009), Costa, Almeida e Lopes (2015), Teixeira, Henz e Guimarães (2017), e Silva et al. (2019), pois se relacionam diretamente com a abordagem utilizada neste estudo.

Duso (2009), ao trabalhar com temas transversais a partir de um AVA, demonstrou a contribuição significativa desta ferramenta para a promoção da sistematização na forma de abordar o conteúdo, promovendo significado aos conhecimentos construídos e o aumento da socialização e participação por parte dos educandos. Costa, Almeida e Lopes (2015), ao empregar um AVA no ensino de ciências, ressaltam a promoção do respeito ao ritmo dos alunos. Nesta perspectiva, é possível destacar a potencialidade que os AVA possuem para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, porém trabalhos, como de Duso (2009), voltam-se apenas para a aplicabilidade dos AVA, tornando-se necessário seu entendimento dentro de uma abordagem pedagógica.

André (2014) ressalta a preocupação com a utilização de AVAs fora de uma abordagem didática e/ou pedagógica. Neste aspecto, Teixeira, Henz e Guimarães (2017) se assemelham a Duso (2009), pois não fundamentam sua estratégia de ensino em nenhuma concepção teórica ou metodologia didática, preocupando-se muito mais com a avaliação da ferramenta tecnológica. Destaca-se, que estes estudos mostram os benefícios oferecidos pela inclusão de mídias no auxílio aos alunos na construção de conhecimentos. Silva et al. (2019) vai além, ao estudar especificamente o potencial das mídias digitais, chegando à conclusão de que estas propiciam uma realidade diferente ao aluno e promovem a visualização de forma mais ampla do objeto de conhecimento.

Embora os AVAs contribuam para a aprendizagem do estudante, em nenhum deles foi encontrado suporte integral, permitindo que o discente tenha direcionamento nos momentos em que precise. Nestes estudos identificou-se a presença do professor em horários específicos, que, segundo Duso (2009), definiu-se como um ponto conflitante para os alunos, pois muitos destes não cumpriam com os horários estabelecidos. Pensando nesta problemática, optou-se, nesta pesquisa, pela inclusão de um Chatbot para suporte integral aos participantes.

Medeiros et al. (2013), ressaltam a importante contribuição que os Chatbots oferecem em ambientes virtuais de aprendizagem por meio da mediação entre o aluno e o objeto de conhecimento, podendo contribuir no esclarecimento de dúvidas e oferecendo novas perspectivas ao estudante sobre o conhecimento em construção. Assim, como está disponível 24h por dia, suprimindo a deficiência de tempo apresentado em muitos sistemas de ensino a distância, no quesito tutoria.

Chatbots são agentes conversacionais programados para imitar o diálogo humano, com perguntas e respostas pré-programadas em sua base de conhecimentos (Leonhardt, et al., 2003). É preciso destacar que existem inúmeros estudos com aplicações de Chatbots para fins educacionais (Leonhardt, et al., 2003; Sganderla, et al., 2003; Reategui, Ribeiro & Boff, 2008; Oliveira, et al., 2010; Sgobbi, et al., 2014; Paschoal, Chicon & Falkembach, 2017; Lucchesi, et al., 2018; Silveira, et al., 2019). Ao analisarmos alguns destes trabalhos, observou-se diferentes aplicações para os agentes conversacionais, desde o ensino de uma disciplina, ao auxílio em jogos e ou plataformas educacionais.

Dentre as potencialidades dos Chatbots na educação, destaca-se a possibilidade de estabelecer um diálogo com o aluno, onde o discente pode ser auxiliado durante o processo de ensino e aprendizagem. Isto ocorre devido a arquitetura dos agentes permitirem a criação de um banco de conhecimentos sobre um assunto de interesse e sempre que o aluno tem dúvida sobre o tema pode perguntar ao agente (Kuyven, et al., 2018). Em contrapartida os autores estudados, em um consenso, relatam um grande problema relacionado à base de conhecimentos dos agentes conversacionais, pois, os bancos de dados são limitados aos conhecimentos pré-programados, assim como possuem uma limitação quanto a interpretação das perguntas dos usuários. Este cenário resulta na quebra do diálogo, com respostas como “não entendi sua pergunta” ou “desculpe não possuo esta informação” (Lucchesi, et al., 2018).

Uma característica positiva do Chatbot é a interação estabelecida com o aluno de forma privada. Leonhardt et al. (2003)

ressalta que na medida em que estes robôs imitam a realidade humana e são de fácil manuseio, contribui para que o usuário não se sinta constrangido ao utilizá-lo. Gomes et al. (2005) destaca que esta ferramenta assume o papel de um “personagem vivo”, proporcionando a possibilidade de uma conversa particular sobre um determinado tema.

Por outro lado, Sganderla et al. (2003), levantam a necessidade de incluir os agentes em um contexto mais amplo, onde ele serve como um auxílio para o aluno e deve ser mediado pelo professor. É preciso que exista uma técnica pedagógica por trás do funcionamento destas ferramentas, uma vez que é comprovado que eles funcionam, não só para a retirada de dúvidas, mas, também, para o auxílio motivacional, respeitando a particularidade de cada aluno e as limitações de tempo nos processos formativos do século XXI.

Entende-se que o Chatbot é uma importante ferramenta, oriunda de estudos em inteligência artificial, com grande potencial para o auxílio de alunos no processo de ensino e aprendizagem em diferentes contextos escolares. Não só fornece uma fonte segura de dados, como também, de acordo com os artigos analisados, possuem potencial para trabalhar a motivação com os alunos e atizar a curiosidade dos mesmo para a construção de conhecimento.

2. Metodologia

Este estudo é de cunho qualitativo, a partir do entendimento da pesquisa qualitativa como uma forma de se aprofundar na compreensão de fenômenos, a partir da análise do contexto no qual ocorre (Ludke & Andre, 2013). Onde, optou-se pelo desenvolvimento do Estudo de Caso, uma vez, que, para Yin (2015), esta abordagem tem como foco fenômenos contemporâneos pertinentes da vida real, que se assemelha ao trabalho desenvolvido, consistindo na análise do potencial do Chatbot *Linnaeus Bot* e do AVA *Desvendando as Relações Ecológicas* (kiandrogomes.wixsite.com/desvendandoabiologia), no processo de ensino e aprendizado de Biologia. O Chatbot foi desenvolvido no Laboratório de Sistemas Inteligentes, da Universidade Federal do Amazonas, tendo, em sua base de conhecimento, respostas para questões frequentes sobre componente curricular.

O desenvolvimento do estudo ocorreu entre os meses de agosto a novembro de 2018, em um centro educacional de tempo integral, localizado no município de Manaus, no Estado do Amazonas. Mediante aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa Científica (CAAE: 23198319.8.0000.5020), participaram da pesquisa 52 estudantes da terceira série do ensino médio, na faixa etária de 16 a 19 anos. O percurso metodológico consistiu no desenvolvimento, em dez encontros, de 60 minutos cada, de uma metodologia de ensino baseada no modelo de sala de aula invertida, auxiliado por TDICS. Os encontros foram estruturados em três momentos distintos (Tabela 1), utilizando-se do espaço da sala de aula e do laboratório de informática da escola.

Tabela 1 – Momentos do estudo; estratégia e ferramentas de coleta de dados; quantidade de encontros (60 minutos cada).

Momentos do Estudo	Estratégia	Ferramenta de Coleta de Dados	Nº. Encontros (60 min./cd.)
1º Delimitação do desenvolvimento conceitual inicial dos alunos (em sala).	1. Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao objeto de conhecimento	Questionário sobre o conteúdo	1
	1. Apresentação das TDICs		1
2º Delimitação do desenvolvimento conceitual dos alunos pós uso das TDICs (no laboratório de informática).	2. Acompanhamento da interação dos alunos com as TDICs	Diário de Bordo	3
	3. Avaliação dos conhecimentos dos alunos, pós uso das TDICs.	Questionário sobre o conteúdo	1
	4. Análise da visão docente, discente sobre o uso das TDICs	Questionário de Sondagem	1
	5. Análise da interação dos alunos com o Chatbot	Conversas virtuais	-
3º Delimitação do desenvolvimento conceitual dos alunos pós intervenção docente (em sala).	1. Intervenção docente	Diário de Bordo	2
	2. Avaliação dos conhecimentos dos alunos, pós intervenção docente	Questionário sobre o conteúdo	1

Fonte: Autores.

A descrição dos encontros foi realizada por meio da ferramenta Diário de Bordo, seguindo as diretrizes de Zabalza, Rosa e Horn (2004), elaborado ao final de cada encontro e analisado em comparação com os questionários semiestruturados aplicados (Chaer, Diniz & Ribeiro, 2011). A análise da interação dos alunos com o Chatbot e o rendimento dos alunos na avaliação online final sobre o conteúdo. Os dados obtidos foram tabulados em dois blocos, sendo o primeiro referente a construção de conhecimentos sobre relações ecológicas, levando em consideração o questionário de sondagem dos conhecimentos prévios, a análise da interação dos alunos com o Chatbot e a análise da avaliação final sobre o conteúdo. O segundo bloco refere-se à percepção dos estudantes quanto às contribuições e desafios do uso das tecnologias digitais em seu processo de aprendizagem, levando em consideração o questionário inicial da relação destes com ferramentas tecnológicas, o diário de bordo e o questionário final.

A partir da Proposta Curricular de Biologia para o Ensino Médio - PCBEM (Amazonas, 2012), da Secretaria de Estado de Educação do Estado do Amazonas, vigente no período de aplicação deste estudo, identificamos a importância de se considerar, no processo de ensino e aprendizagem, determinadas competências e habilidade que envolvam as ciências da natureza e suas tecnologias. Dessa forma, buscamos promover uma abordagem pedagógica com tecnologias digitais que proporcionam aos participantes a construção de certas habilidades e competências dentro do eixo temático, relações ecológicas.

Optou-se por analisar os dados coletados no primeiro bloco, na visão geral da turma (análise por frequência relativa e absoluta das respostas ao questionário), para cada item referente ao eixo temático no PCBEM (Tabela 2).

Tabela 2 – Habilidades inerentes ao objeto de conhecimento.

Código	Habilidade
H1	Conceituar as relações ecológicas e suas influências sobre o meio ambiente e os indivíduos envolvidos.
H2	Identificar as relações alimentares estabelecidas entre os seres vivos, interpretando as relações por meio de esquemas apropriados.

Fonte: Autores, a partir do PCBEM, SEDUC (2012).

As respostas dos alunos foram categorizadas como “Satisfatória” (respostas que detinham o conceito e a exemplificação no dia-a-dia do aluno de forma correta); “Insatisfatória” (respostas incompletas e/ou equivocadas), e, “Sem resposta” (ausência de respostas). A partir dos dados tabulados foi feita a Frequência Absoluta (Fa) das respostas oferecidas pelas turmas. Desta forma, buscou-se por padrões nas respostas e criou-se categorias nas quais estas se encaixam. A partir da FA foi realizado o cálculo da Frequência Relativa (Fr) das respostas ($Fr = Fa/Ft$), para levantar a porcentagem das respostas ofertadas pela turma, onde Ft é a frequência Total das Respostas (52 participantes).

3. Resultados e Discussão

3.1 As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no cotidiano discente/docente

Dos 52 alunos, 90% entendem a disciplina Biologia como necessária, importante, assim, como, composta por temáticas interessantes. No entanto, é preciso destacar que 61,54% dos discentes relataram a existência de complexidade em determinados conteúdos, oriundos da forma como estes são expressos, onde, muitas das vezes, apresentam distanciamento da linguagem utilizada comumente pela turma.

A complexidade existente nos conteúdos de Biologia, é relatada em diversos estudos de análise do processo de ensino e aprendizagem desta disciplina. Duré, Andrade e Abílio (2018), por exemplo, destacam visão similar apresentada por alunos da educação básica, mostrando a necessidade da alfabetização científica para o estudo da Biologia. Outro ponto, destacado por Silva et al. (2016), é a necessidade da aproximação da disciplina da realidade discente, com a inclusão de artefatos do dia-a-dia dos alunos que apresentem significado e possam ser utilizados na aproximação do mundo científico. E pode fornecer meios aos estudantes para a transposição dos conhecimentos científicos a sua realidade e a aproximação destes do pensamento crítico e reflexivo necessário para o estudo de tópicos complexos das ciências que exigem o afastamento do senso comum.

Em relação às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDICs, destaca-se o posicionamento favorável dos alunos, onde 96,15% destes já utilizam ferramentas tecnológicas, como o celular, para estudar. Estes justificam a utilização das tecnologias digitais através da facilidade oferecida para acesso a informações complementares às aulas presenciais, além de uma nova abordagem que encontram em vídeo aulas e em AVAs especializados. Frente a familiarização dos estudantes com as TDICs, Lobo e Maia (2015), destacam a necessidade da busca por novos meios para prender a atenção dos alunos e viabilizar o uso das TDIC, dentro e fora da sala de aula.

Por outro lado, o docente da disciplina, embora utilize a projeção de mídia, entre outras tecnologias, em suas aulas, sente desconforto com o uso do celular pelos alunos, justificando-se que se perde o foco do real objetivo da aula. Neste aspecto, Silva et al. (2016), destaca que cabe ao professor procurar direcionar o uso das ferramentas tecnológicas de forma produtiva em suas aulas, para que atenda seus objetivos e consiga prender a atenção dos discentes, assim como promover a curiosidade e o interesse para o que está sendo estudado.

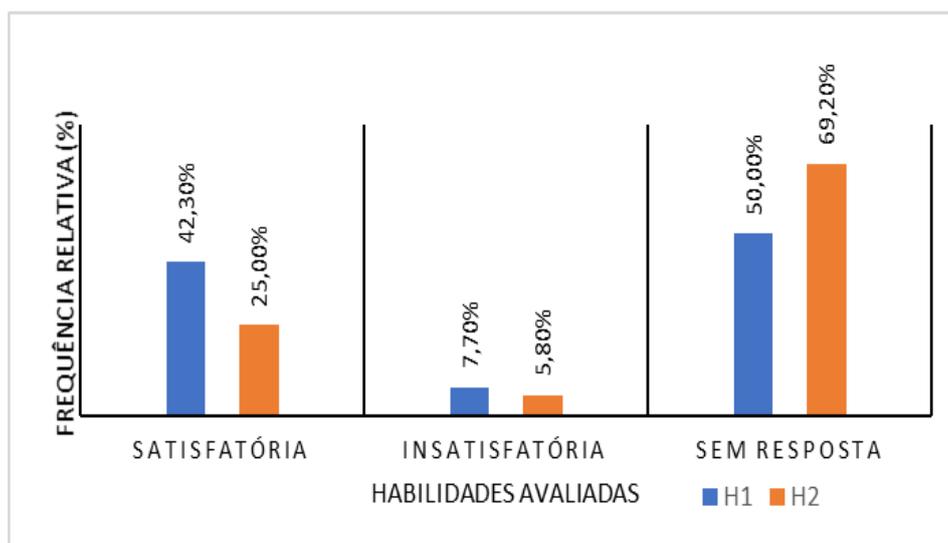
Mais uma vez, é possível destacar, a necessidade da apropriação, por professores e alunos, das TDICs, que permitam sua inclusão, de forma correta, no processo de ensino e aprendizagem. Pois o desconhecimento das potencialidades e limitações

das tecnologias digitais, leva a exclusão da prática docente e/ou a utilização incorreta destas, tornando-se uma ferramenta de transmissão de informações, em vez de um meio para a promoção da construção de conhecimentos (Schuartz & Sarmiento, 2020).

3.2 Os conhecimentos prévios

Ao analisarmos as habilidades H1 e H2 (Tabela 2), torna-se perceptível (Figura 1) que 42,3% dos estudantes, apesar de entender que relações ecológicas são interações entre dois ou mais organismos, estes não conseguem determinar os tipos de relações existentes e quais as influências destas para os indivíduos envolvidos e para o meio na qual ocorrem.

Figura 1 – Desenvolvimento conceitual prévio dos alunos sobre as Relações Ecológicas em relação às habilidades H1 e H2.



Fonte: Autores.

A análise do desenvolvimento conceitual prévio dos estudantes revelou a existência de visões distorcidas e equivocadas em relação ao objeto de conhecimento, presente em 7% da turma para a habilidade H1 e 5% habilidade H2, o que nos deixa claro a presença de lacunas e equívocos nos conhecimentos prévios dos estudantes, onde a maior porcentagem dos alunos não detém as habilidades inerentes ao objeto de conhecimento. Na Biologia, os conhecimentos prévios são muito importantes, pois podem oferecer um vasto campo de atuação ao professor, tanto para o esclarecimento de equívocos, quanto para o aprimoramento dos conhecimentos já existentes.

A presença de lacunas ou equívocos nos conhecimentos prévios dos alunos, é corriqueiramente relatado em estudos na área de ensino, Vinholi-Júnior (2017), por exemplo, identificou, em alunos do ensino médio, a presença de uma base teórica superficial em ecologia, proveniente do cotidiano dos alunos, principalmente no contato com TDICs, mas de forma insatisfatória, muitas das vezes distorcida, fruto da exposição a fontes de informações não confiáveis.

O cenário levantado é preocupante, frente a análise do currículo da educação básica, onde encontra-se uma lacuna na aprendizagem dos estudantes, visto que o objeto de conhecimento “Relações Ecológicas”, já foi, ou deveria ter sido abordado no 7º ano do ensino fundamental II, com habilidades similares. Silva et al. (2016), abordam estes desafios quanto ao ensino de Biologia, o que pode ser resultado de inúmeros fatores, dependendo da realidade de cada escola e do percurso percorrido por cada aluno.

Para Costa, Duqueviz e Pedroza (2015), às TDICS, como AVA, podem suprir a necessidade de integralização de saberes, pois, uma vez que criados, ficam à disposição dos alunos para recorrer em qualquer momento de seu caminhar acadêmico, dependendo da autonomia discente e do esforço docente para fomentar com os objetos de conhecimentos alinhados

a realidade de sua prática docente. Neste aspecto, as TDICs mostraram-se como importante aliadas do ser docente, pois fornece, de forma fácil, uma visão mais completa da turma, assim como atua na mediação entre os alunos e o conhecimento científico, reestruturando os conhecimentos prévios a partir de fatos concretos e testáveis.

3.3 A construção de conhecimentos com o uso das TDICs

A partir do contato dos alunos com o AVA e com o Chatbot (Figura 2), identificou-se uma mudança significativa em relação ao desenvolvimento conceitual inicial. É perceptível, a partir do acompanhamento dos estudantes no laboratório de informática, a representatividade das tecnologias digitais no despertar do interesse dos mesmos, onde, aproximadamente 98,1% da turma, correspondendo a 51 dos 52 participantes, ressaltaram suas interações, concordando que as TDICs permitem a melhor visualização do conteúdo na prática, e que eles se sentem mais instigados a aprender, pois a abordagem foge do cotidiano de aprendizagem escolar.

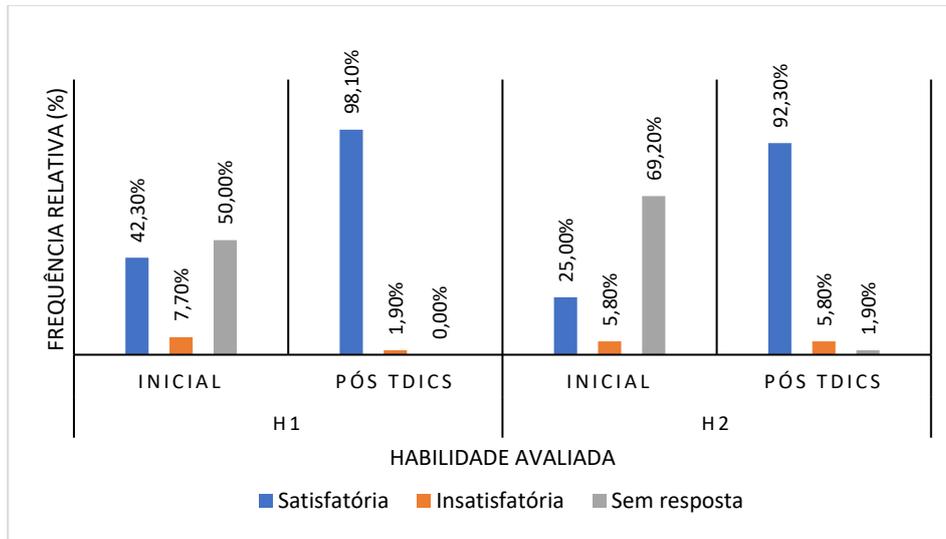
Figura 2 – Interação dos alunos com as ferramentas tecnológicas digitais.



Fonte: Autores.

As contribuições das TDICs são evidenciadas a partir da análise do desenvolvimento conceitual dos alunos medido por meio do questionário sobre o conteúdo e do diálogo dos participantes com o Chatbot (Figura 3). Observamos a inversão nas habilidades analisadas, onde percebe-se a migração dos alunos que não entendiam as relações ecológicas e nem suas implicações, para quadros em que conseguem identificá-las e conceituá-las de forma correta e/ou ainda com equívocos que merecem uma melhor análise.

Figura 3 – Desenvolvimento conceitual dos alunos a partir da interação com as TDICs (Pós TDICs), em comparação com o desenvolvimento conceitual inicial (Inicial), para habilidade 1 e 2.



Fonte: Autores.

Nesta etapa torna-se necessário ressaltar dois elementos observados, sendo o primeiro a presença de equívocos conceituais e, o segundo, o entendimento desses equívocos a partir da análise da interação dos alunos com o Chatbot. É perceptível a existência de alunos com dificuldade no desenvolvimento da habilidade H2, não havendo alteração entre a porcentagem inicial e pós aplicação tecnológica em relação a conceitos errados ou equívocos na identificação dos tipos de relações ecológicas. Nesse tocante, vale ressaltar que, apesar de 5,8% dos alunos permanecerem com erros na habilidade H2, estes não são os mesmos da fase inicial do estudo, mas sim alunos que não tinham nenhum conhecimento inicialmente, e agora demonstram, ainda que de forma superficial.

Ao analisarmos o diário de bordo e o diálogo com o Chatbot, observamos que o problema consiste nas similaridades entre termos científicos (simbiose, protocooperação, amensalismo, comensalismo, etc.) e no distanciamento destes termos do cotidiano dos alunos, o que os leva a confundir-los durante a identificação destes em exemplos reais na natureza. Este resultado evidencia a primeira limitação das tecnologias digitais utilizadas, pois, nem o Chatbot e nem o site conseguiram oferecer uma variedade de exemplos que permitissem aproximar os conceitos da realidade dos discentes, mostrando a necessidade da intervenção docente, o que é contemplado no método de sala de aula invertida.

Kuyven et al. (2018), ao analisar artigos de inclusão de Chatbots na educação, destaca a limitação quanto a base de conhecimento registrado por quase todos os usuários dos Chatbots empregados. Essa limitação demanda do aprimoramento da base de conhecimento, o que ressalta a importância da contínua interação com os alunos para o aprimoramento do diálogo estabelecido. Em relação a necessidade de uma variedade de exemplos, é preciso ressaltar que os AVAs podem suprir esta necessidade a partir do trabalho conjunto entre professores, para alimentar com informações concisas e confiáveis, que permitam os alunos a transposição da teoria para prática.

3.4 A visão discente/docente sobre as TDICs utilizadas

Embora existam limitações no uso das TDICs frente às multiplicidades do ensino de Biologia e a complexidade do dialeto científico, fica evidente a contribuição significativa que o AVA e o Chatbot ofereceram aos estudantes. Os alunos afirmaram que o uso das tecnologias digitais foi crucial para o entendimento das Relações Ecológicas, destacando-se algumas respostas.

A9: - *Sim, com certeza a junção do trabalho em sala de aula com o AVA me possibilitou um maior aprendizado, arrisco dizer que foram umas das melhores aulas de biologia que tive.*

A65: - *Sim, pois caso o amigo virtual não tivesse minha dúvida o professor iria explicar e deixaria bem claro.*

Quando indagados se repetiram a experiência, apenas um aluno foi contrário, justificando-se que há “assuntos que são legais de estudar, mas tem outros que nem com tecnologias ficam legais”. Os demais participantes disseram que adorariam utilizar as ferramentas com outros conteúdos, inclusive aqueles mais complexos. Além disso, ressaltaram que o *Linnaeus Bot* é uma boa ferramenta que deveria ser incrementada com mais conteúdo.

Para validar as contribuições levantadas e pensando nas limitações observadas a partir da identificação dos alunos que ainda não demonstram as habilidades inerentes ao objeto de conhecimento, formulou-se o relatório de rendimento da turma com o panorama dos principais tópicos do conteúdo ao qual os alunos possuíam dificuldades. Este documento foi entregue ao professor da turma que, seguindo o método da sala de aula invertida, em sala, pode esclarecer as dúvidas remanescentes em uma aula dialogada. Este momento foi importante para entender as contribuições do momento anterior para prática docente e pode ser evidenciado na fala do professor, quando indagado quanto a necessidade de ferramentas tecnológicas.

P1: - *Há necessidade, especialmente nos conteúdos que requerem muitos conhecimentos prévios e/ou de Biologia Celular e Molecular, como Genética e Embriologia, pois é mais um recurso para auxiliar os alunos no entendimento de alguns termos e conceitos de forma mais rápida, evitando a necessidade de aulas extras para revisão desse conteúdo.*

P1: - *Achei bom por mostrar aos alunos que eles podem ser protagonistas de seu próprio conhecimento, se desvincilhando das amarras do conhecimento tradicionalmente desenvolvido nas escolas.*

Outro ponto a ser considerado é a visão dos alunos em relação ao quão preparados se sentiam para dialogar sobre o conteúdo com o professor e a turma, após o uso das ferramentas. Observamos na fala destes, mais uma contribuição da inclusão das tecnologias digitais no processo de aprendizagem:

A1: - *Com o A.V.A. facilitou muito durante a aula, pois já havia aprendido o básico do assunto.*

A9: - *Depois do A.V.A., me senti mais segura no assunto.*

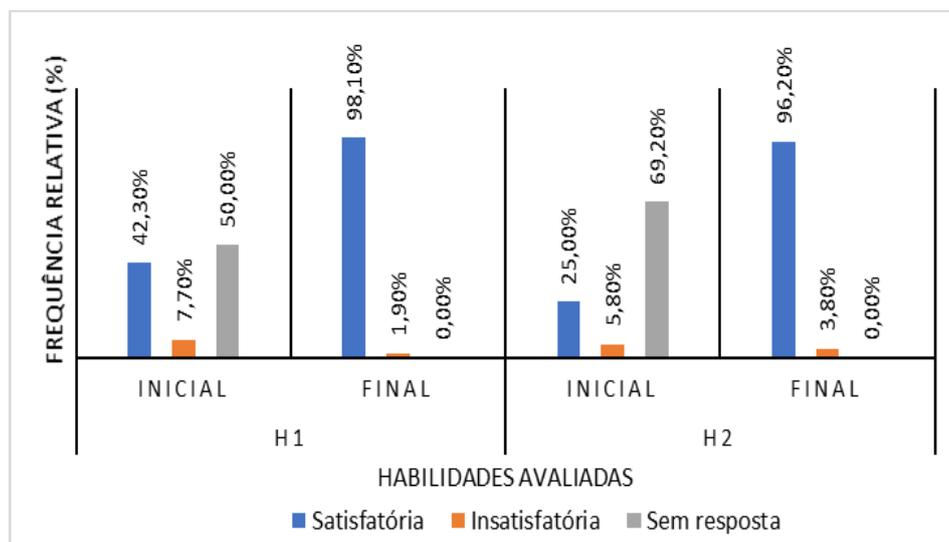
A21: - *Depois das aulas prévias eu consegui perceber ainda uma interação melhor entre a turma e o professor.*

Os estudantes destacam os benefícios do modelo de ensino oferecido no AVA, pois sua integração com o Chatbot permitiu que sanasse as dúvidas referentes ao objeto de conhecimento, permitindo que tivessem mais autonomia no processo de construção do conhecimento e reflexão com os colegas acima do conteúdo. Estes resultados, corroboram com estudos como de Duso (2009), Costa e Almeida; Lopes (2015) e Silva et al. (2019), que em seus estudos, utilizando plataformas online no processo de ensino, mostram que estas servem não só para auxiliar na atividade docente, como também fornece autonomia aos alunos na construção de seus conhecimentos, otimizando o processo de ensino e aprendizagem.

3.5 Desenvolvimento conceitual pós intervenção docente

Em uma última análise, a partir do diálogo com o professor, os alunos foram submetidos, após quatro semanas da finalização do estudo do objeto de conhecimento, a avaliação sobre o conteúdo. Os resultados obtidos (Figura 4) tornam claro um cenário otimista quanto às contribuições do uso de tecnologias digitais em metodologias de ensino.

Figura 4 – Desenvolvimento conceitual final dos alunos a partir da intervenção docente (Final) em comparação com o desenvolvimento conceitual inicial (Inicial), para habilidade 1 e 2.



Fonte: Autores.

Observa-se que os alunos, mesmo depois de quatro semanas, ainda demonstravam as habilidades referentes ao objeto de conhecimento. Destaca-se a evolução de mais de 90% da turma dentro do conteúdo e a inexistência de estudantes que não conseguiram expressar as habilidades, embora ainda existam alunos que demonstram equívocos conceituais. Estes levantaram-nos a curiosidade para identificar o motivo de ainda apresentarem erros conceituais e de identificação das relações ecológicas na natureza. A partir da análise da avaliação e diálogo com os estudantes verificamos certa resistência destes, frente a conceitos científicos, justificando-se que, (“são complexos” aluno A34), (“difíceis de entender e/ou fora da realidade deles” aluna A20).

Esta complexidade nos assuntos de biologia, também é destacado por Silva et al. (2016), que ao estudar os desafios do ensino de Biologia, destaca a complexidade dos conteúdos de Biologia oriundo de sua base científica e mutável. Temp e Bartholomei-Santos (2018), apontam que a complexidade vista pelos alunos, também é enfrentada por muitos professores, pois os conhecimentos científicos estão em constante transformação, à medida que novas descobertas vão surgindo.

4. Considerações Finais

Este estudo concentrou-se na elaboração e avaliação de um Ambiente Virtual de Aprendizagem, com um Chatbot integrado, como ferramenta educacional no processo de ensino e aprendizado de Biologia, partindo do pressuposto de que o AVA e o Chatbot possuem diversas potencialidades, entre elas, a exposição de conceitos e exemplos com embasamento científico, interações entre os alunos, reflexão crítica, mediação por inteligência artificial, flexibilidade de tempo, assim como, a promoção de autonomia discente, tornando-se um importante recurso didático.

Através dos resultados obtidos nos questionários de verificação de aprendizagem, assim como na análise da percepção discente/docente quanto ao uso das TDICS, constatou-se o potencial desse recurso em espaço escolar, contribuindo significativamente para o desenvolvimento conceitual de 52 alunos da terceira série do ensino médio, através da mediação no processo de construção de conhecimentos sobre Relações Ecológicas, permitindo o desenvolvimento das habilidades inerentes ao objeto de conhecimento. Assim, como, na otimização da atuação docente por meio da possibilidade, oferecida pela integração do Chatbot ao AVA, de diagnóstico das defasagens conceituais dos alunos e dos equívocos conceituais que cada estudante apresentou.

Os resultados e reflexões apontam para a necessidade de desdobramentos futuros com relação a temática, direcionados a ampliação das informações no *website*, visando levantar, no estudante, a percepção da interligação entre os diferentes objetos de conhecimento da Biologia, que são importantes para o entendimento das temáticas ambientais. O que implicaria no aumento da base de conhecimentos do Chatbot, visando a alfabetização científica, tão necessária para o desdobramento de muitos temas vinculados às ciências biológicas, e que auxiliará na transposição da teoria para prática a partir do momento em que o aluno se familiariza com os diversos termos científicos, antes de detalhar os conteúdos biológicos.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por fomentar este estudo. Também, agradecemos a Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Laboratório de Sistemas Inteligentes, a Universidade do Estado do Amazonas e a Secretaria de Estado de Educação do Amazonas pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos, também, à Professora Doutora Elizandra Rego de Vasconcelos pelo direcionamento no estudo apresentado.

Referências

- Amazonas. (2012). *Proposta Curricular de Biologia para o Ensino Médio*. Manaus: Seduc – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino.
- André, B. P. (2014). O lugar da didática no ambiente virtual de aprendizagem. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 7(3), 63–77. <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1972/1857>.
- Bacich, L. & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso.
- Bacichi, L., Tanzi Neto, A. & Trevisani, F. M. (2015). *Ensino Híbrido: personalização e Tecnologia na Educação*. Penso.
- Chaer, G., Diniz, R. R. P. & Ribeiro, E. A. (2011). A técnica do questionário na pesquisa educacional. *Evidência*, 7, 251–266. http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf.
- Christensen, C. M., Horn, M. B. & Staker, H. (2013). Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. *Clayton Christensen Institute*. https://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf.
- Claudino, O. R. (2013). Educar na sociedade da informação. *Revista Reflexão e Ação*, Santa Cruz do Sul, 21(2), 49-72, <http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex>.
- Coelho, P. M. F. (2012). Os nativos digitais e as novas competências tecnológicas. *Texto Livre*. 5(2). <http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivres>.
- Costa, F. J., Souza, H. T. A. & Rocha, M. L. (2017). A necessidade da inserção pedagógica de tecnologias digitais de informação e comunicação em cursos de formação inicial de professores. *Revista Tecnologias na Educação* – 9(19). [tecnologiasnaeducacao.pro.br / tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/tecedu.pro.br).
- Costa, R. D. A., Almeida, C. M. M. & Lopes, P. T. C. (2015). Avaliando um Ambiente Virtual de Aprendizagem para as aulas de Ciências no nono ano a partir de percepções dos alunos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, 8(1), 184–199. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n1.2030>.
- Costa, S. R. S., Duqueviz, B. C. & Pedroza, R. L. S. (2015). Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, SP, 19(3), setembro/dezembro: 603-610. <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0193912>.
- Duré, R. C., Andrade, M. J. D. & Abílio, F. J. P. (2018). Ensino De Biologia E Contextualização Do Conteúdo: Quais Temas O Aluno De Ensino Médio Relaciona Com O Seu Cotidiano? *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 259–272. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf.
- Duso, L. (2009). Uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem de Temas Transversais no Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 2, 60–76. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2009000300005>.
- Espíndola, M. B. & Giannella, T. R. (2018). Tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de ciências e da saúde: análise das formas de integração de ambientes virtuais de aprendizagem por professores universitários. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 11(2), 189-210, <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v11n2.5978>.
- Haguenauer, C. J. & Mussi, M. (2009). Comunicação e Interatividade em AVA: um Estudo de Caso. *Revista Educaonline*, 3(3), <http://www.latec.ufjf.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=128>.
- Kuyven, N. L., Antunes, C. A., Vanzin, V. J. B., Silva, J. L. T., Krassmann, A. L. & Tarouco, L. M. R. (2018). Chatbots na educação: uma Revisão Sistemática da Literatura. *Renote*. 16(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.86019>.
- Leandro, S. M. & Corrêa, E. M. (2018). Ensino híbrido (*blended learning*) potencial e desafios no ensino superior. *CIET:EnPED*, <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/24/19>.

- Leonhardt, M. D., Castro, D. D., Dutra, R. L. S. & Tarouco, L. M. R. (2003). ELEKTRA: Um Chatterbot para Uso em Ambiente Educacional. *Renote*, 1(2), 1–11. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14336>.
- Lima, R. M. S. (2010). Ensino de Biologia em escolas públicas estaduais: um olhar a partir das modalidades didáticas. X Jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEx. <https://eventos.ifmt.edu.br/publicacoes/3/XJornada/>.
- Lobo, A. S. M. & Maia, L. C. G. (2015). O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. *Caderno de Geografia*, 25(44). <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2015v25n44p16>.
- Lucchesi, I. L., Silva, A. R., Abreu, C. & TAROUCO, L. M. R. (2018). Avaliação de um chatbot no contexto educacional: um relato de experiência com METIS. *Renote*. 16(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.85903>.
- Ludke, M. & Andre, M. E. D. A. (2013). Pesquisas em educação: uma abordagem qualitativa. *E.P.U.*
- Marandino, M., Selles, S. E. & Ferreira, M. S. (2009). Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. *Cortez*.
- Milhorato, P. R. & Guimaraes, E. H. R. (2016). Desafios e possibilidades da implantação da metodologia sala de aula invertida: Estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior privada. *Revista de Gestão e Secretariado - GeSec*, 7(3), 253- 276. <https://www.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/607>.
- Morais, B. T., Eduardo, A. F. & Moraes, P. H. (2018). A importância dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem-AVA e suas funcionalidades nas plataformas de ensino a distância-EAD. *Anais do V CONEDU. Realize Editora*. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/45938>.
- Olgun, Ö. S. (2009). Engaging elementary preservice teachers with active learning teaching methodologies. *The Teacher Educator*, 44(2), 113-125. <https://doi.org/10.1080/08878730902721772>.
- Oliveira, H. T. A. O., Gadelha, R. N. S., Azevedo, R. R., Delfino Júnior, J. B., Dias, G. A. & Freitas, F. (2010). Dr. Pierre: Um Chatterbot com Intenção e Personalidade Baseado em Ontologias para Apoiar o Ensino de Psiquiatria. *XXI SBIE*. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2010.%25p>.
- Ovigli, D. & Bertucci, M. (2009). A formação para o ensino de Ciências Naturais nos currículos de Pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. *Ciências & Cognição*, 14(14), 194–209. <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/134>.
- Paiva, M. R. F., Parente, J. R. F., Brandão, I. R. & Queiroz, A. H. B. (2016). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *SANARE Revista de Políticas Públicas*, 15(2). <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049>.
- Paschoal, L. N., Chicon, P. M. M. & Falkembach, G. A. M. (2017). Concepção, Implementação e Avaliação de um Agente Conversacional com Suporte à Aprendizagem Ubíqua. *Renote*, 15(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.75121>.
- Pereira, A. T. C., Schmitt, V. & Dias, M. R. Á. C. (2007). AVA: Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos. *Livraria Cultura*, p. 232.
- Reategui, E., Ribeiro, A. & Boff, E. (2008). Um sistema multiagente para controle de um assistente pessoal aplicado a um ambiente virtual de aprendizagem. *Renote*. v. 6, n. 2. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14483>.
- Rocha, E. F. (2014). *Avaliação na EaD: estamos preparados para avaliar?* Maio. http://www.abed.org.br/arquivos/Avaliacao_na_EaD_Enilton_Rocha.pdf.
- Rosa, R. (2013). Trabalho docente: Dificuldades apontadas pelos professores no uso das tecnologias. *UNIUBE*, 1(1), 214–227. <http://revistas.uniube.br/index.php/%20anais/article/view/710>.
- Schuartz, A. S. & Sarmiento, H. B. M. (2020). Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. *Rev. Katálysis*, 23(3) <https://doi.org/10.1590/1982-02592020v23n3p429>.
- Sganderla, R. B., FerrarI, D. N. & Geyer, C. F. R. (2003). BonoBOT: Um Chatterbot para Interação com Usuários em um Sistema Tutor Inteligente. *SBIE*, p. 10. <http://www.nce.ufjf.br/sbie2003/publicacoes/soft10.pdf>.
- Sgobbi, F. S., Nunes, F. B., Boss, A. S., Bernardi, G. & Tarouco, L. M. R. (2014). Interação com artefatos e personagens artificiais em mundos virtuais. *XXV SBIE*. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.642>.
- Silva, D. S. L., Santos, C. R., Santos, G. B., Alves, H. C. O. & Oliveira, A. D. (2016). Desafios do ensino de biologia. *III CONEDU*, Natal, outubro. <https://edicoes.conedu.com.br/2016/>.
- Silva, E. G. M. & Moraes, D. A. F. (2014). O uso pedagógico das TDIC no processo de ensino e aprendizagem: caminhos, limites e possibilidades. *Cadernos PDE*. http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_ped_artigo_edina_guardevi_marques_silva.pdf.
- Silva, M. S., Zotti, K. S., Rehfeldt, M. J. H. & Marchi, M. I. (2019). O uso de mídias digitais, associados ao ambiente virtual de ensino e de aprendizagem, no ensino de química: explorando a radioatividade por meio da educação a distância. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 12(2), 37–52. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v12n2.7296>.
- Silveira, C., Silva, A. R., Herpich, F. & Tarouco, L. M. R. (2019). Uso de Agente conversacional como recurso de aprendizagem socioeducacional. *Renote*. 17(3), <https://doi.org/10.22456/1679-1916.99555>.
- Souza, J. L. A., Evangelista, J. L. & Hostt, A. C. G. S. (2020). Ensino híbrido: um estudo sobre experiências de aprendizagem em um modelo de sala de aula invertida. *Revista Práxis*, 17(2). <https://doi.org/10.25112/rpr.v2i0.2157>.
- Souza, T. M., Chagas, A. M. & Anjos, R. C. A. A. (2019). Ensino híbrido: Alternativa de personalização da aprendizagem. *Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*, 6(1), 59-66. <http://www.periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/587>.
- Suhr, I. R. F. (2016). Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. *R. Transmutare*, Curitiba, 1(1), 4-21, <http://dx.doi.org/10.3895/rtr.v1n1.3872>.

Teixeira, L. C.; Henz, G. L. & Strohschoen, A. A. G. (2017). O ambiente virtual de aprendizagem auxiliando no ensino de genética na educação básica. *Revista eletrônica PESQUISEDUCA*, 9(19), 485 – 694, set/dez. <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/672>.

Temp, D. S. & Bartholomei-Santos, M. L. (2018). O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. *Rev. Cient. Schola*. 2(1), 83-95. www.cmsm.eb.mil.br.

Viégas, S. R. C., Bacellar, T. M. & Rehfeldt, M. J. H. (2017). Sala de aula invertida como metodologia ativa: percepção dos estudantes do curso de pedagogia em uma faculdade do Maranhão. *Revista Tecnologias na Educação*. 9(18), Edição Temática III – I Simpósio Nacional de Tecnologias Digitais na Educação-tecnologiasnaeducacao.pro.br.

Vinholi-Júnior, A. J. (2017). Diagnóstico dos conhecimentos prévios de estudantes sobre ecologia: interfaces com a teoria da aprendizagem significativa. *Meaningful Learning Review*, 7(1), 25–38. http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID109/v7_n1_a2017.pdf.

Yin, R. K. (2015). O estudo de caso. *Bookman*.

Zabalza, M. A., Rosa, E. & Horn, M. G. S. (2004). Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. *Mediação*.