

IMPACTO DO USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

IMPACT OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE ZONE OF PROXIMAL DEVELOPMENT OF BASIC EDUCATION STUDENTS

Kiandro de Oliveira Gomes Neves¹, José Francisco de Magalhães Netto²


Recebido: abril/2023 Aprovado: abril/2024


Resumo: A relação entre aprendizagem e desenvolvimento é estreita, pois o desenvolvimento de habilidades e competências é influenciado por experiências educacionais distintas. As tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são frequentemente utilizadas para facilitar a aprendizagem e contribuir diretamente para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Este estudo teve como objetivo identificar as mudanças na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de alunos da educação básica, por meio da análise do desenvolvimento de uma abordagem pedagógica integrada com TDIC. A teoria do desenvolvimento cognitivo em zonas de Lev Vigotsky foi utilizada qualitativamente, e uma sequência didática, do tipo sala de aula invertida, foi desenvolvida com recursos midiáticos e de inteligência artificial para avaliar a influência dessas ferramentas na construção de conhecimentos em Biologia. Através de questionários estruturados, foi observado que as TDIC permitiram a transição de 41 alunos da ZDP para a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR). No entanto, a apropriação tecnológica e a disponibilidade de recursos podem ser limitantes no processo de construção de conhecimento com TDIC. O uso de TDIC ajuda no desenvolvimento cognitivo em diferentes níveis, de acordo com a complexidade do objeto de conhecimento, destacando a necessidade do professor como mediador no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; TDIC; Metodologias Ativas; Chatbot.

Abstract: The relationship between learning and development is close, as the development of skills and competencies is influenced by distinct educational experiences. Digital information and communication technologies (DICT) are often used to facilitate learning and directly contribute to students' cognitive development. This study aimed to identify changes in the Zone of Proximal Development (ZPD) of basic education students, through the analysis of the development of a pedagogical approach integrated with TDIC. The cognitive development theory in Lev Vygotsky's zones was qualitatively used, and a didactic sequence, of the flipped classroom type, was developed with media and artificial intelligence resources to evaluate the influence of these tools on the construction of knowledge in Biology. Through structured questionnaires, it was observed that DICT allowed the transition of 41 students from the ZPD to the Zone of Actual Development (ZAD). However, technological appropriation and resource availability can be limiting in the process of knowledge construction with DICT. The use of DICT helps in cognitive development at different levels, according to the complexity of the object of knowledge, highlighting the need for the teacher as a mediator in the learning process.

Keywords: Teaching Biology; TDIC; Active Methodologies; Chatbot.

¹  <https://orcid.org/0000-0003-0017-5372> – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Professor na Secretaria de Educação e Desporto Escolar do Estado do Amazonas (SEDUC/AM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço: Rua Waldomiro Lustoza, 250, Japiim II, 69076-830 – Manaus, AM, Brasil. E-mail: kiandro.gomes@seducam.pro.br

²  <https://orcid.org/0000-0002-4772-2399> - Doutorado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço: Avenida Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 6200 Setor Norte, Coroado, 69080900 - Manaus, AM, Brasil. E-mail: jnetto@icomp.ufam.edu.br

1. Introdução

A incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação segue a premissa de utilizar recursos que já fazem parte do cotidiano dos alunos, com o objetivo de criar um ambiente integrador e facilitar o processo de aprendizagem (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020). Documentos que orientam a educação básica no Brasil enfatizam a necessidade de metodologias que usem as TDIC para auxiliar na construção de conhecimentos e, além disso, ajudar os estudantes a desenvolver habilidades necessárias para seus projetos de vida (HEINSFELD; SILVA, 2018).

No entanto, o uso de TDIC ainda enfrenta diversos obstáculos, o que muitas vezes exclui essas ferramentas das abordagens de ensino na educação básica. É importante destacar que a realidade educacional no Brasil não é uniforme, com estados, como o Amazonas, enfrentando desafios específicos em relação à inclusão tecnológica na educação. Um exemplo disso é a impossibilidade de utilizar ferramentas que dependem de acesso à internet devido à falta de infraestrutura nessa região. Isso gera limitações no processo de ensino e aprendizagem em relação ao que é preconizado pela nova Base Nacional Comum Curricular (NINA; SANTOS; COSTA, 2022).

O uso inadequado de TDIC nas abordagens pedagógicas é um dos grandes desafios na sua inclusão de forma geral. Em tais casos, o objetivo não é contribuir para o desenvolvimento do aluno, mas sim repetir o modelo tradicional de ensino baseado na exposição e memorização de conteúdo para reprodução em avaliações (LEAL; BARCELOS, 2021).

Nesse contexto, é fundamental compreender as potencialidades das diversas formas de TDIC e como aplicá-las de forma efetiva na rotina escolar. Ademais, é essencial reconhecer que o indivíduo atravessa diferentes etapas de desenvolvimento, as quais estão diretamente relacionadas ao seu progresso cognitivo e, conseqüentemente, ao aprimoramento de suas habilidades e competências (RODRIGUES; SILVA; SILVA, 2021). Nesse sentido, é possível destacar estudos que buscam desenvolver sequências e abordagens didáticas, fazendo uso de TDIC, que partem da realidade escolar e colocam os alunos como protagonistas ativos no processo de aprendizagem (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020).

É importante salientar a necessidade de compreensão de como essas sequências e abordagens didáticas influenciam no desenvolvimento cognitivo dos estudantes, de forma a evitar que o aprendizado se limite apenas ao curto prazo, buscando, ao contrário, um progresso real e significativo dos discentes nas temáticas abordadas (DUMINELLI et al., 2019). Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi identificar as mudanças na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de alunos da educação básica, por meio da análise do desenvolvimento de uma abordagem pedagógica integrada com TDIC.

2. Vygotsky e as zonas de desenvolvimento cognitivo

Neste estudo aceitamos as concepções de Vygotsky quanto ao desenvolvimento cognitivo. Lev Vygotsky foi um psicólogo e teórico do desenvolvimento humano que viveu na Rússia de 1896 a 1934. Ele é conhecido por sua teoria sociocultural, que enfatiza a importância

do ambiente social e cultural na formação do desenvolvimento cognitivo humano. Para Vygotsky, a aprendizagem ocorre quando a pessoa é capaz de realizar uma tarefa com a ajuda de outro indivíduo mais experiente, como um professor ou um colega de classe (RIBEIRO et al., 2021).

A teoria das ZDP de Lev Vygotsky é uma das teorias mais importantes no campo da psicologia do desenvolvimento. De acordo com Vygotsky, o desenvolvimento humano é influenciado não apenas por fatores biológicos, mas também por fatores sociais e culturais. A ZDP é a distância entre o nível atual de desenvolvimento de uma pessoa e seu potencial máximo de desenvolvimento, com a ajuda de um adulto ou de pares mais experientes. Em outras palavras, a ZDP é a diferença entre o que uma pessoa pode fazer sozinha e o que pode fazer com ajuda (RODRIGUES; SILVA; SILVA, 2021).

Vygotsky argumentou que a aprendizagem é mais efetiva quando ocorre dentro da ZDP, onde a pessoa pode expandir suas habilidades e conhecimentos em colaboração com outros. Isso é conhecido como aprendizagem colaborativa e pode ser aplicado em vários contextos, desde a sala de aula até atividades em grupo informais. Além disso, Vygotsky enfatizou a importância da mediação no processo de aprendizagem. A mediação envolve o papel do adulto ou do par mais experiente em orientar e apoiar a aprendizagem da pessoa. Essa mediação pode incluir várias estratégias, como modelagem, instrução explícita e feedback, para ajudar a pessoa a ultrapassar seu nível atual de desenvolvimento e alcançar seu desenvolvimento real (RIBEIRO et al., 2021).

A Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), refere-se às habilidades e competências que uma pessoa é capaz de desenvolver com o suporte e orientação de alguém mais experiente. Ela se situa entre o que a pessoa já é capaz de fazer de forma independente e o que ela pode vir a fazer com a ajuda de outras pessoas (PROCOPIO; PROCOPIO; FREITAS, 2020). Em síntese, a teoria das Zonas de Desenvolvimento de Vygotsky destaca a importância da interação social e cultural no desenvolvimento humano e enfatiza a colaboração e a mediação como fatores cruciais para promover a aprendizagem. Esta teoria é fundamental para compreender como as pessoas aprendem e se desenvolvem e continua a ser relevante e influente no campo da psicologia do desenvolvimento até os dias de hoje (RODRIGUES; SILVA; SILVA, 2021).

3. Tecnologias Digitais como recurso didático

O uso de tecnologias digitais na educação básica brasileira é de extrema importância, pois possibilita o acesso a uma variedade de recursos educacionais que não estariam disponíveis de outra forma. As tecnologias digitais, como computadores, *tablets*, *smartphones* e outros dispositivos eletrônicos, oferecem recursos que podem enriquecer o processo de aprendizagem, tornando-o mais interativo, dinâmico e personalizado (BACH et al., 2020).

Através das tecnologias digitais, é possível ter acesso a uma grande variedade de materiais educacionais, como livros digitais, vídeos, jogos educativos, simuladores e *softwares* de aprendizagem. Além disso, as tecnologias digitais permitem a comunicação em tempo real entre professores e alunos, independentemente da distância geográfica, o que facilita a troca de informações e a realização de atividades colaborativas (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020).

O uso de tecnologias digitais na educação também pode ajudar a tornar os processos de ensino e aprendizagem inclusivos para alunos com deficiência - PcD, permitindo adaptações para diferentes tipos de deficiências, como visuais, auditivas e motoras. Outro aspecto importante é que o uso de tecnologias digitais na educação pode preparar os alunos para o mundo do trabalho, já que a maioria das profissões hoje em dia exigem habilidades relacionadas à tecnologia e ao uso de ferramentas digitais (FARIA; VIEIRA; MARTINS, 2021).

No entanto, é importante destacar que o uso de tecnologias digitais não deve substituir o papel do professor, mas sim complementá-lo. O professor deve ser capaz de utilizar as tecnologias digitais de forma crítica e criativa, buscando sempre integrá-las ao processo de ensino e aprendizagem de maneira significativa e eficaz. Dessa forma, o uso de tecnologias digitais na educação básica brasileira pode contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais eficiente e inclusivo, além de prepará-los para os desafios do mundo contemporâneo (BERALDO; MACIEL, 2016).

Embora haja benefícios no uso de tecnologias digitais na educação básica brasileira, há também desafios a serem enfrentados. Um dos principais desafios é a falta de infraestrutura adequada, especialmente em regiões mais carentes do país. Muitas escolas não possuem acesso à internet de qualidade, equipamentos suficientes ou *software* atualizado, o que dificulta a implementação de tecnologias digitais em sala de aula (CABRAL; LIMA; ALBERT, 2019).

Além disso, há uma necessidade de capacitação dos professores para o uso efetivo de tecnologias digitais em sala de aula. Muitos professores não foram treinados para usar essas tecnologias e podem sentir-se inseguros ou desconfortáveis com a sua utilização. É preciso oferecer formação adequada para que os professores possam entender como incorporar as tecnologias digitais em seu ensino e promover a aprendizagem dos alunos de forma mais eficaz (SARAIVA; ROCHA; ARAÚJO, 2022).

Outro desafio é a seleção e uso adequado de recursos digitais. Há uma grande quantidade de recursos disponíveis na internet, mas é importante avaliar a qualidade e relevância desses recursos para a aprendizagem dos alunos. É preciso garantir que os recursos utilizados estejam alinhados aos objetivos de aprendizagem e sejam apropriados para o nível de desenvolvimento dos alunos (BRANCO; ADRIANO; ZANATTA, 2020).

Há também a necessidade de garantir a segurança e privacidade dos alunos no uso de tecnologias digitais. É importante garantir que as informações pessoais dos alunos não sejam compartilhadas de forma inadequada ou utilizadas para fins comerciais, por exemplo. Dessa forma, embora o uso de tecnologias digitais na educação básica brasileira ofereça inúmeras oportunidades para melhorar a qualidade da educação, há desafios a serem enfrentados. É preciso garantir a infraestrutura adequada, capacitar os professores, selecionar e usar recursos digitais de forma adequada e garantir a segurança e privacidade dos alunos (MENEZES; SANTOS, 2021).

Por outro lado, existem metodologias que podem auxiliar no uso das TDIC. Um exemplo, é a sala de aula invertida, que é uma metodologia ativa de ensino que busca mudar a dinâmica tradicional de sala de aula. Nesse modelo, o aluno é incentivado a estudar o conteúdo antes da aula, por meio de materiais disponibilizados pelo professor, como vídeos, textos ou *podcasts*.

Durante a aula, o professor se torna um facilitador do aprendizado, esclarecendo dúvidas, promovendo debates e atividades que exigem a aplicação do conhecimento adquirido previamente pelos alunos (BOTTENTUIT JUNIOR, 2019).

Dessa forma, é responsabilidade da comunidade científica identificar as potencialidades e desafios no uso de diferentes metodologias com TDIC, a fim de fornecer subsídios para o aprimoramento da dinâmica de aprendizagem no ambiente escolar e favorecer o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

4. Abordagem metodológica do estudo

Este estudo é de natureza qualitativa e segue as diretrizes da sala de aula invertida, que se entende como uma abordagem de ensino que busca inverter a ordem tradicional de ensino, onde o aluno estuda o conteúdo em casa e utiliza o tempo da aula para discussões, atividades e esclarecimento de dúvidas com o professor (BOTTENTUIT JUNIOR, 2019). Para isso, foi feita a inclusão da concepção de Vygotsky quanto as ZDP, onde a abordagem foi dividida em três momentos: zona inicial, zona pós-intervenção tecnológica e zona pós-intervenção docente.

O estudo foi realizado em uma escola de tempo integral localizada na periferia do município de Manaus, Amazonas, Brasil, e contou com a participação de 52 alunos (39 meninas e 13 meninos), da 3ª série do ensino médio. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa científica, sob o número CAAE 23198319.8.0000.5020, e teve a colaboração do professor responsável pela disciplina de Biologia da instituição de ensino.

Primeiramente, no momento “zona inicial”, realizou-se a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos com o intuito de compreender o seu nível de desenvolvimento cognitivo em relação ao objeto de estudo. Em colaboração com o professor da disciplina, optou-se por abordar o tema de relações ecológicas, tendo em vista as dificuldades dos alunos em compreender as diversas interações presentes nos ecossistemas (ELIAS, 2020).

A avaliação inicial e final consistiu em um questionário com questões discursivas em três níveis: conceituais, reflexivas e de transposição, aplicado nos três momentos do estudo. As questões conceituais tinham como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos relacionados ao objeto de estudo, enquanto as questões reflexivas visavam verificar a capacidade dos alunos de identificar relações ecológicas a partir de exemplos. Já as questões de transposição buscavam avaliar a habilidade dos alunos em aplicar esses conceitos em situações cotidianas.

O momento “zona pós-intervenção tecnológica” consistiu na imersão no uso tecnologias digitais no decorrer de duas semanas (Figura 1). Para isso, foi criado o ambiente virtual de aprendizagem (AVA), intitulado “Desvendando as Relações Ecológicas” (<https://kiandrogomes.wixsite.com/desvendandoabiologia>), para auxiliar os alunos na construção de conhecimentos fora da sala de aula. O AVA seguiu as diretrizes de Haguenuer, Mussi e Cordeiro-Filho (2009) para o uso de artefatos que favorecem a autonomia dos alunos no aprendizado. E as ferramentas oferecidas foram avaliadas por meio de questionário aplicado aos alunos após a imersão no AVA.

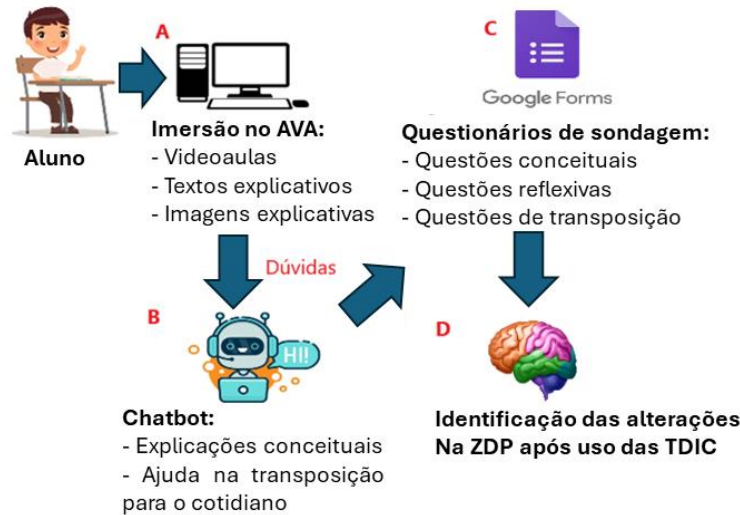


Figura 1. Fluxo da construção de conhecimentos com suporte das TDIC. Em [A] etapa de imersão no AVA com acesso a vídeos, textos e imagens; Em [B] etapa de retirar dúvidas sobre o conteúdo, com ajuda do ChatBot; Em [C] etapa de investigação do conhecimento construído; Em [D] determinação das zonas de desenvolvimento a partir do questionário de sondagem. (Fonte: Autor).

Reconhecendo a limitação do aprendizado sem ajuda de um indivíduo que detenha o objeto de conhecimento em sua ZDR, como pressupõe Vygotsky (RODRIGUES; SILVA; SILVA, 2021), foi criado um *Chatbot* intitulado Linnaeus bot. Essa ferramenta tecnológica é um *software* que usa linguagem natural para se comunicar com as pessoas e é amplamente usado em AVAs e *blogs* (MORAES; SOUZA, 2015). O *Chatbot* ajudou a orientar os alunos no ambiente virtual de aprendizagem e forneceu respostas para as perguntas mais frequentes sobre o conteúdo.

Na "zona pós-intervenção docente", última etapa do estudo, o professor conduziu discussões em sala de aula sobre o objeto de conhecimento, enfatizando sua aplicação na realidade dos alunos. Em vez de focar em conceitos teóricos, foram propostas situações cotidianas para identificar relações ecológicas. Essa fase finalizou com a aplicação do questionário final de sondagem.

A definição das Zonas de Desenvolvimento e suas variações foram baseadas nas ideias de Vygotsky (RODRIGUES; SILVA; SILVA, 2021), o que propõe uma avaliação deste estudo em duas áreas: a ZDR, que se refere a questões em que os alunos são capazes de aplicar o conhecimento adquirido em situações cotidianas, e a Zona de ZDP, que se refere a questões em que os alunos ainda não conseguem aplicar o conhecimento adquirido em situações cotidianas.

5. Análise inicial do desenvolvimento cognitivo

Após a análise inicial, tornou-se evidente o panorama geral dos alunos em relação ao objeto de conhecimento (Figura 2). Dos 52 alunos, apenas 9 (17,3%) foram capazes de conceituar todos os tipos de relações ecológicas e identificar, por meio de exemplos do cotidiano, as interações que estavam sendo estabelecidas. Com base na compreensão da ZDR, é possível afirmar que esse grupo de estudantes possui o objeto de conhecimento em sua ZDR.

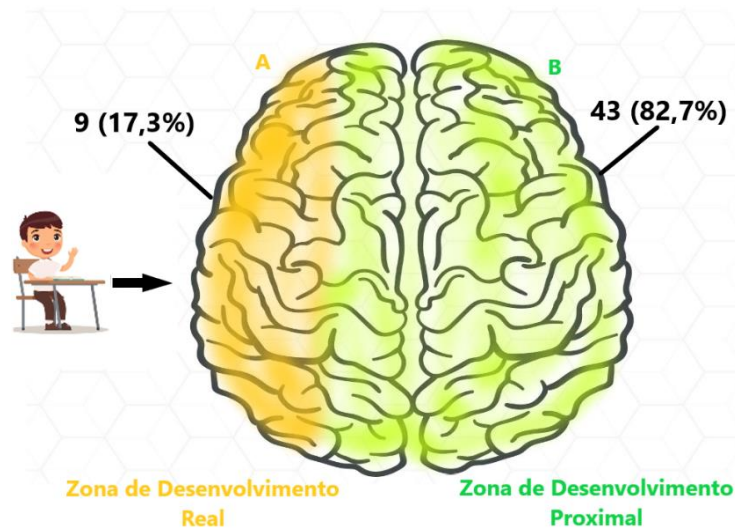


Figura 2. Nível de desenvolvimento cognitivo prévio dos alunos em relação ao objeto de conhecimento Relações Ecológica. Em [A] alunos com o objeto de conhecimento em Zona de Desenvolvimento Real. Em [B] alunos com o objeto de conhecimento em Zona de Desenvolvimento Proximal. (Fonte: Autor).

Sob a perspectiva da aprendizagem colaborativa de Vygotsky, é possível identificar dois níveis de desenvolvimento cognitivo entre os estudantes em relação ao conteúdo. Aqueles que já possuem o conhecimento em sua ZDR podem ajudar os estudantes que ainda estão na ZDP (PROCOPIO; PROCOPIO; FREITAS, 2020).

Porém, 43 dos alunos (82,7%) demonstraram possuir uma compreensão básica do objeto de conhecimento, sendo capazes de conceituá-lo, mas apresentando dificuldade em identificar exemplos do cotidiano ou apresentando conceitos equivocados ou trocados para as diferentes relações ecológicas. Nesse sentido, é possível concluir que todos os alunos tiveram algum contato prévio com a temática, mas necessitavam de auxílio para compreender corretamente os conceitos envolvidos.

Vinholi Júnior (2017), ao analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre ecologia, verificou que eles possuem uma base de experiências cotidianas, mas muitos dos conceitos apresentados são insuficientes, o que exige intervenção do professor. Entendemos, neste estudo, que essa necessidade de intervenção indica que 82,7% dos estudantes encontram-se na ZDP em relação ao objeto de conhecimento, precisando de ajuda para que ocorram mudanças em seu desenvolvimento cognitivo e para que o conhecimento correto seja construído e aplicado no cotidiano dos alunos.

6.0 panorama do aprendizado após uso de TDIC

Considerando os conhecimentos prévios dos alunos, foi possível aprimorar o AVA e o *Chatbot* Linnaeus bot para enfatizar os pontos em que os estudantes apresentaram menor compreensão. A partir da imersão no AVA, foi identificada uma reconfiguração nas Zonas de Desenvolvimento (Figura 3) dos alunos, onde 48 (92,3%) apresentavam todo o conteúdo na ZDR.

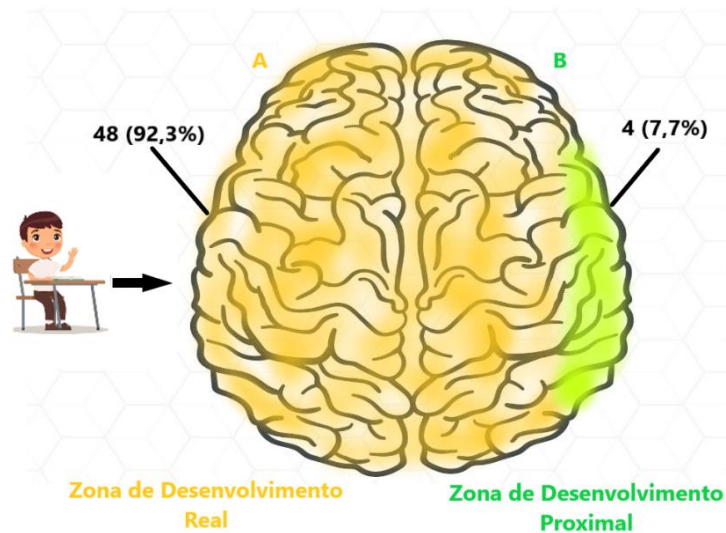


Figura 3. Nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos em relação ao objeto de conhecimento *Relações Ecológica*, pós imersão no AVA. Em [A] alunos com o objeto de conhecimento em Zona de Desenvolvimento Real. Em [B] alunos com o objeto de conhecimento em Zona de Desenvolvimento Proximal. (Fonte: Autor).

Por outro lado, é possível notar a necessidade de intervenção do professor, que foi requerida por cerca de 4 (7,70%) dos alunos. Essa intervenção se justifica pela ocorrência de confusões entre termos semelhantes (como intraespecífico e interespecífico; harmônica e desarmonica), por dificuldades na compreensão de relações ecológicas semelhantes (como colônia e sociedade) e pelo aparecimento de novas palavras para os alunos (como simbiose e protocooperação). Nesse sentido, a partir do relatório oferecido pelo *Chatbot*, foram identificados os tópicos-chave que exigem aprofundamento por parte do professor, permitindo-lhe ter uma visão geral da turma e identificar quais alunos apresentam maiores dificuldades ou pouco progresso no conteúdo.

Com efeito, compreender os termos utilizados na Biologia não é uma tarefa fácil e não se limita apenas aos alunos. Silva et al. (2016) enfatizam a persistência de equívocos na compreensão dos professores, bem como a presença de erros conceituais identificados na análise de livros didáticos, conforme abordado por Lima e Santana (2018). Diante disso, o desafio de superar esses erros conceituais requer que os alunos, desde o início de sua formação acadêmica, estejam familiarizados com a linguagem científica e que o professor seja capaz de relacioná-la com a realidade dos estudantes, conforme destacado por Duré, Andrade e Abílio (2018).

No entanto, a migração de 39 alunos da ZDP para a ZDR é uma evidência da eficácia do uso de recursos tecnológicos na abordagem pedagógica. Esses resultados sustentam a ideia de que metodologias ativas, como a sala de aula invertida, podem ser implementadas com sucesso e trazer benefícios significativos para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Isso não significa que a presença do professor seja dispensável, mas sim que a dinâmica em sala de aula pode ser otimizada, permitindo que o professor foque em tópicos que geralmente recebem menos atenção devido às restrições de tempo escolar.

7.0 aprendizado pós-intervenção docente

Os resultados obtidos anteriormente foram utilizados como base pelo professor durante a construção do conhecimento em sala de aula. É importante ressaltar que o papel do professor é semelhante ao das TDIC, uma vez que ele possui as habilidades necessárias para compreender e transmitir o conteúdo, podendo ajudar os alunos a adquirirem essas habilidades.

Para abordar o conteúdo, o docente optou por dividir em três aulas de 60 minutos cada, partindo das discussões levantadas pelos alunos e enfatizando as principais dificuldades dos estudantes, esclarecendo o conteúdo de forma dinâmica e participativa. A partir da intervenção do professor e da finalização da sala de aula invertida, foi possível identificar o real progresso dos alunos por meio da análise do questionário final sobre o conteúdo (Figura 4).

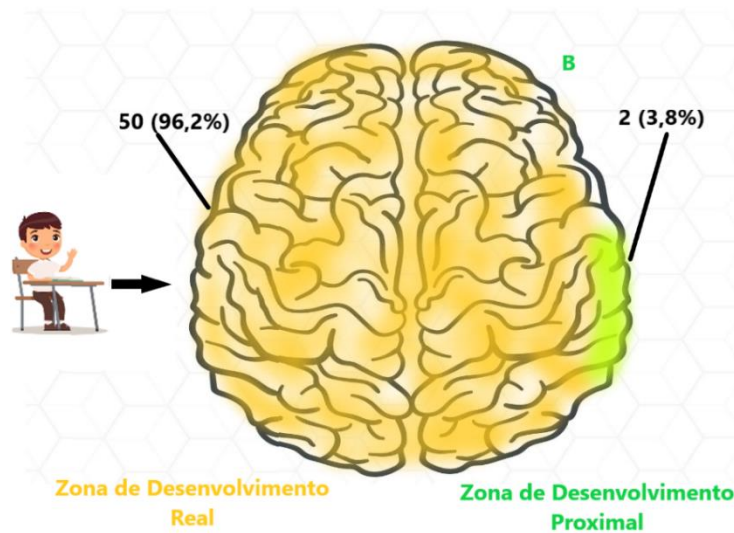


Figura 4. Nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos em relação ao objeto de conhecimento Relações Ecológica, após intervenção docente. Em [A] alunos com o objeto de conhecimento em Zona de Desenvolvimento Real. Em [B] alunos com o objeto de conhecimento em Zona de Desenvolvimento Proximal. (Fonte: Autor).

No total, 50 alunos conseguiram atingir o objeto de conhecimento em sua respectiva ZDR. Ao comparar com os conhecimentos prévios, observou-se a migração de 39 alunos após a imersão no AVA e mais 2 após a intervenção do professor. Assim, apenas dois alunos permaneceram na ZDP. Ao investigar o motivo pelo qual esses dois alunos não alcançaram a ZDR, constatou-se que eles faltaram a duas das três aulas em sala, o que prejudicou seu aprendizado, dessa forma, continuavam apresentando confusão quanto aos termos científicos.

De acordo com Duré, Andrade e Abílio (2018), Silva et al. (2016) e Nascimento et al. (2015), é ressaltado que alguns termos podem ser difíceis de serem trabalhados, pois se afastam da realidade dos alunos, tornando necessária a incorporação do pensamento científico em todas as fases do ensino. Além disso, a infrequência nas aulas sempre foi uma grande problemática educacional (COSTA; GUIMARÃES; ROCHA, 2015), que limita as abordagens pedagógicas, podendo apresentar falsos negativos quanto a sua eficácia.

Vale ressaltar, que os estudantes demonstraram maior confiança em discutir o conteúdo e enfatizaram a importância da imersão no AVA antes da aula em sala, manifestando o desejo de que os demais temas da Biologia fossem abordados da mesma maneira. A metodologia de

sala de aula invertida, então proporcionou maior autonomia para os discentes, algo que é preconizado em metodologias ativas (BONDIOLI; VIANNA; SALGADO, 2018).

8. Análise dos recursos tecnológicos

Ao analisar as ferramentas disponíveis no ambiente, foi verificado que 7,69% dos alunos não consideram necessários os ambientes "vídeos ilustrativos" e "imagens ilustrativas", pois todas as dúvidas foram sanadas pelo *Chatbot* Linnaeus e as informações necessárias foram encontradas no ambiente "conteúdo". Apenas um aluno não gostou desses ambientes por achar que faltou informação relacionada ao conteúdo. Por outro lado, 90,38% dos alunos afirmaram que esses ambientes contêm informações relevantes, destacando a importância dos vídeos e imagens no AVA, conforme evidenciado em algumas respostas dos alunos.

Os vídeos e imagens presentes na página do projeto continham informações suficientes para lhe auxiliar no entendimento do assunto? A4: - sim, sanaram várias dúvidas que eu tinha. A7: - Sim, tinha os conteúdos explicados. A26: - Sim, facilitou o aprendizado. A47: - Sim, são bem explicados e dá para entender melhor.

Oliveira e Dias Júnior (2012) também ressaltaram a importância dos vídeos e imagens no ensino de outros tópicos da Biologia. Segundo os autores, essas ferramentas têm um grande impacto na educação, o que faz com que professores e escolas precisem se adaptar rapidamente às novas tecnologias. Assim, percebe-se que os recursos de mídia oferecem uma nova proposta de prática docente e um novo desafio para a construção de uma aprendizagem significativa, algo que também foi buscado na inclusão dessas ferramentas no AVA Desvendando as Relações Ecológicas.

Quando questionados se gostariam de participar novamente de uma experiência de estudo com o auxílio de um AVA, apenas um aluno (A12) respondeu que talvez, justificando-se pelo fato de que alguns assuntos são interessantes para estudar, enquanto outros não. No entanto, a maioria dos alunos demonstrou interesse em participar novamente, destacando-se as justificativas apresentadas por alguns deles.

A2: - Sim, chamaria atenção estudar dessa forma com assuntos mais difíceis de lidar, pois temos professor virtual para tirar dúvidas a qualquer momento. A8: - sim, foi uma boa experiência onde aprendi um novo método de aprendizagem. A15: - Sim, tornaria as aulas mais práticas. A32: - Sim, com esse método de estudo pude entender bastante o conteúdo e discutir o mesmo. A47: - Sim, pois tenho certeza que ajudaria bastante nas provas e até mesmo na fixação do conteúdo.

Foi avaliado também se os alunos se sentiram mais preparados para discutir e compreender o conteúdo a partir da utilização do AVA. Apenas seis alunos responderam negativamente (três), de forma neutra (um), talvez (um) e não sabiam (um). Os alunos que responderam negativamente justificaram que ainda não se sentiam seguros com o conteúdo em sua totalidade. Por outro lado, os demais alunos responderam positivamente, enfatizando a contribuição oferecida pelo AVA. O aluno A21 destacou que "após as aulas prévias, percebi uma interação ainda melhor entre a turma e o professor".

A nota média dos alunos para o AVA foi 9,56, considerado ótimo. 75% dos alunos acharam que o AVA não precisava de melhorias, enquanto 25% sugeriram mais exemplos, vídeos, mapas conceituais, paródias e exercícios sobre o tema, além da necessidade de internet.

Mesmo que haja espaço para melhorias, é possível observar que o AVA cumpriu sua função de auxiliar os alunos, ao fornecer informações seguras de diversas fontes, permitir que dúvidas sejam sanadas a qualquer hora do dia e disponibilizar exercícios para guiar o processo de aprendizagem. Estudos como o de Šorgo, Verčkovnik e Kocijančič (2010) já apresentaram resultados semelhantes ao utilizar Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Biologia, demonstrando que os alunos avançaram de forma sistemática na construção de competências teóricas.

Outros trabalhos, como o de Silva et al. (2019), Costa, Almeida e Lopes (2015) e Duso (2009), também destacam a importância significativa do AVA no ensino de ciências, visto que permite a aprendizagem de tópicos que, geralmente, não são abordados ou aprofundados em sala de aula. É importante ressaltar as contribuições de André (2014), que, assim como neste estudo, enfatiza a necessidade de incorporar o AVA a uma didática de ensino consistente, para que a tecnologia possa contribuir de forma mais efetiva para o desenvolvimento dos alunos.

9. Considerações Finais

Com intuito de identificar as mudanças na ZDP de alunos da educação básica, foi utilizado como recurso didático a integração entre uma abordagem pedagógica e recursos tecnológicos, permitindo a análise do desenvolvimento cognitivo dos estudantes em diferentes estágios da construção do conhecimento.

Dessa forma, observa-se que a implementação do estudo resultou na evolução dos alunos em suas zonas de desenvolvimento, com 41 estudantes alcançando a Zona de Desenvolvimento Real em relação ao tema de Relações Ecológicas. Isso indica que os alunos não apenas compreenderam o conceito, mas também foram capazes de aplicá-lo em situações cotidianas e identificá-lo no seu dia a dia. Vale ressaltar que, embora as tecnologias tenham auxiliado na construção inicial de conhecimentos, a intervenção docente se mostrou necessária para ajudar os alunos a incorporarem o conhecimento científico de forma mais dinâmica, evitando equívocos causados apenas pela construção de conhecimentos com TDIC. Portanto, o uso de metodologias ativas com TDIC contribuiu significativamente para o desenvolvimento cognitivo dos alunos e pode ser uma abordagem adaptável para diferentes realidades educacionais no Brasil.

10. Referências

ANDRÉ, B. P. O lugar da didática no ambiente virtual de aprendizagem. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, p. 63–77, 2014.

BACH, S. P.; MORIGUCHI, E. A.; COITIM, R. D.; MALACARNE, V.; GRANDO, M. O uso das TDIC no ensino de ciências: Um olhar terminológico para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Anais do CIET:EnPED:2020**, São Carlos, ago. 2020. ISSN 2316-8722. <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/996>.

BERALDO, R. M. F.; MACIEL, D. A. Teacher skills in the use of TDIC and virtual environments. **Revista Psicologia Escolar e Educacional**, n. 20, v.2, 2016. <https://doi.org/10.1590/2175-353920150202952>.

BONDIOLI, A. C. C. V.; VIANNA, S. C. G.; SALGADO, M. H. V. Metodologias ativas de Aprendizagem no Ensino de Ciências: práticas pedagógicas e autonomia discente. **Revista Caleidoscópio**, v. 10, n. 1, 2018. <https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/view/569>.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. Sala de Aula Invertida: Recomendações e Tecnologias Digitais para sua Implementação na Educação. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 11–21, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.96583.

BRANCO, E. P.; ADRIANO, G.; ZANATTA, S. C. Educação e TDIC: contextos e desafios das aulas remotas durante a pandemia da COVID-19. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 12, n. Esp2, p. 328–350, 2020. DOI: 10.28998/2175-6600.2020v12nEsp2p328-350.

CABRAL, A. L. T.; LIMA, N. V.; ALBERT, S. TDIC na educação básica: Perspectivas e desafios para as práticas de ensino da escrita. **Revista Trabalhos em Linguística Aplicada**, n. 58, v. 3, 2019. <https://doi.org/10.1590/01031813554251420190620>.

COSTA, M. R.; GUIMARÃES, E. dos S.; ROCHA, S. M. O. da. Sobre a infrequência de alunos no ensino médio numa escola pública estadual do maranhão. **Ensino & Multidisciplinaridade**, São Luís, p. 122–137, 2015. DOI: 10.18764/.

COSTA, R. D. A.; ALMEIDA, C. M. M.; LOPES, P. T. C. 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**, v. 8, n. 1, p. 184–199, 2015.

DUMINELLI, M. V.; REDIVO, T. S.; BARDINI, C.; YAMAGUCHI, C. K. Metodologias ativas e a inovação na aprendizagem no ensino superior / Active methodologies and innovation in learning in higher education. **Brazilian journal of development**, Vol. 5, N. 5, 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n5-1570>.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D. DE; ABÍLIO, F. J. P. Ensino De Biologia E Contextualização Do Conteúdo: Quais Temas O Aluno De Ensino Médio Relaciona Com O Seu Cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259–272, 2018.

DUSO, L. Uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem de Temas Transversais no Ensino de Ciências Using a Virtual Learning System in transversal themes in Science Teaching. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 2, p. 60–76, 2009.

ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, 17(2), 392–406, 2020. <https://doi.org/10.15536/thema.V17.2020.392-406.1666>.

FARIA, A. V.; VIEIRA, E. A. O.; MARTINS, R. X. Educação Especial Inclusiva: uso de Recursos Educacionais Digitais nas Salas Multifuncionais. **Revista Educação Especial**, vol. 34, pp. 1-19, 2021. <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X61433>.

HAGUENAUER, C.; MUSSI, M. V.; CORDEIRO FILHO, F. Ambientes virtuais de aprendizagem: definições e singularidades. **Revista EducaOnline**, v. 3, n. 2, Rio de Janeiro: Latec-UFRJ, maio/ago. 2009.

HEINSFELD, B. D.; SILVA, M. P. R. N. As versões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o papel das tecnologias digitais: conhecimento da técnica versus compreensão dos sentidos. **Currículo sem Fronteiras**, v. 18, n. 2, p. 668-690, maio/ago. 2018.

LEAL, V. A. L.; BARCELOS, A. M. F. Por que eu ensino como ensino? crenças de professores de LE em formação sobre o uso das TDIC e suas práticas em sala de aula. **Pensares em revista**. n. 23, 2021. <https://doi.org/10.12957/pr.2021.60584>.

LIMA, R. M. S. et al. Ensino de Biologia em escolas públicas estaduais: um olhar a partir das modalidades didáticas. **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX**, 2010.

MENEZES, S. K. DE O.; SANTOS, M. D. F. tecnologias digitais da informação e comunicação e COVID-19 no contexto educacional: Revisão sistemática da literatura. **HOLOS**, 1, 1–18, 2021. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.11668>.

MORAES, S. M. W.; SOUZA, L. S. DE. Uma Abordagem Semiautomática para Expansão e Enriquecimento Linguístico de Bases AIML para *Chatbots*. **Congresso Internacional de Informática Educativa**, p. 600–605, 2015.

NASCIMENTO, M. S. B. et al. Desafios à prática docente em Biologia: o que dizem os professores do ensino médio? **EDUCERE:XII Congresso Nacional de Educação**, 2015.

NINA, M. M.; SANTOS, C. P.; COSTA, R. D. S. O ensino remoto e as práticas pedagógicas: vivências do estágio supervisionado de Ciências em uma escola pública na região Sul do Amazonas. **Revista Cocar**, v. 16, n. 34, 2022. <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4960>.

OLIVEIRA, N.; DIAS JÚNIOR, W. O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, 7(13), 2011. Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4073>.

PROCOPIO, M. V. R.; PROCOPIO, L. V. F. C.; FREITAS, R. A. M. da M. Zona de desenvolvimento proximal (ZDP) como fonte de análise para um problema de aprendizagem em ciências. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 1, p. e020010, 2020. <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/95>.

RIBEIRO, J. R. P.; ARÊAS, A. B. M.; FARIA, P. C. A.; SOUZA, T. M. Zona De Desenvolvimento Proximal. v. 2 n. 12, 2021: **Anais do Congresso Nacional Universidade EAD e Software Livre 2021.2**. <https://revistas.nasnuv.com.br/index.php/UEADSL/article/view/681>.

RODRIGUES, R. G.; SILVA, J. L. T.; SILVA, M. A. Aprofundando o conhecimento sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky. **Revista Carioca de Ciência Tecnologia e**

Educação, v. 6, n. 1, 2021.
<https://recite.unicarioca.edu.br/rccte/index.php/rccte/article/view/123>.

SARAIVA, V. C.; ROCHA, R. S.; ARAÚJO, M. S. Desafios na prática docente durante à pandemia da COVID-19. **Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista** – ENCITEC, 12(3), 37-46, 2022. <https://doi.org/10.31512/encitec.v12i3.749>.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Rev. Katálysis**, n.23, v. 03, 2020. <https://doi.org/10.1590/1982-02592020v23n3p429>.

SILVA, D. S. L.; SANTOS, C. R.; SANTOS, G. B.; ALVES, H. C. O. Desafios do ensino de biologia. III **CONEDU: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, 2016. <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/20643>.

SILVA, M. S.; ZOTTI, K. S.; REHFELDT, M. J. H.; MARCHI, M. I. 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**, v. 12, n. 2, p. 37–52, 2019. DOI: 10.3895/rbect.v12n2.7296.

ŠORGO, A.; VERČKOVNIK, T.; KOCIJANČIČ, S. Information and communication technologies (ICT) in biology teaching in Slovenian secondary schools. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 6, n. 1, p. 39–46, 2010. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75225>.

VINHOLI JÚNIOR, A. J. Diagnóstico dos conhecimentos prévios de estudantes sobre ecologia: Interfaces com a teoria da aprendizagem significativa. **Meaningful Learning Review**, v. 7, n. 1, p. 25–38, 2017. http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID109/v7_n1_a2017.pdf.