

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Escola Superior de Desenho industrial

Desenvolvimento de material didático para o ensino médio na área da biologia

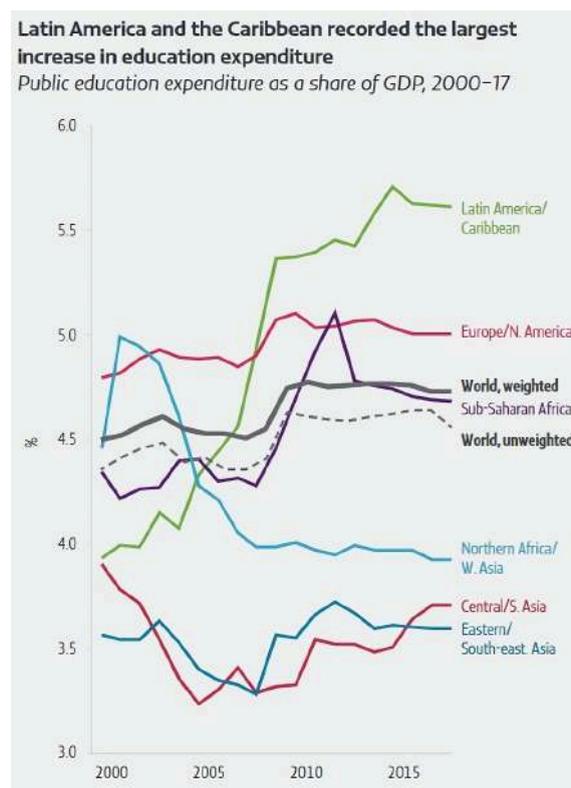
Renato Menezes de Oliveira
Orientador: Pedro Zöhner

Introdução

A educação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades, na formação de cidadãos e na construção de um futuro melhor a todos. Ao longo dos anos, podem ser vistos avanços significativos na área da educação, impulsionados pelo advento das novas tecnologias. Essas inovações têm o potencial de transformar a forma como ensinamos e aprendemos, abrindo novas possibilidades para o engajamento de alunos e professores, além do aprimoramento do processo educacional como um todo.

De acordo com o Relatório de Monitoramento Global da Educação em 2020, publicado pela UNESCO, o acesso à educação tem aumentado no mundo todo, com mais crianças e jovens matriculados nas escolas do que nunca. No entanto, ainda existem desafios a serem enfrentados, principalmente quando pensamos na qualidade do ensino. O estudo aponta que apesar de um aumento do investimento em educação da América Latina (Figura 1), muitos estudantes apresentam baixo nível de motivação e interesse nas aulas, o que impacta diretamente seu desempenho e aproveitamento acadêmico. Isso põe em xeque, então, a efetividade das formas de se ensinar que estão presentes nas escolas atualmente.

Figura 1 - Despesa em educação pública como parcela do PIB, 2000-17



Fonte: Unesco 2020

Nesse contexto, novas tecnologias têm se destacado como aliadas promissoras no campo da educação. De acordo com diversas análises sobre futuras tendências nesse campo, como o Relatório EDUCAUSE Horizon 2023, publicado pela New Media Consortium, o uso de tecnologias no ensino pode melhorar o engajamento dos alunos, aumentar sua

motivação e proporcionar experiências de aprendizagem mais interativas e personalizadas. Por exemplo, o uso de tablets e dispositivos móveis permite a incorporação de recursos multimídia em sala de aula, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e atraente para os estudantes.

Além disso, a introdução de metodologias pedagógicas inovadoras, como a aprendizagem baseada em projetos e o ensino híbrido, tem se mostrado eficaz no aumento do engajamento dos alunos. A aprendizagem baseada em projetos, na qual os estudantes aplicam conceitos teóricos em situações práticas e contextualizadas em experiências pessoais dos alunos, tem o potencial de aumentar a motivação, a retenção de conhecimento, além do desenvolvimento de habilidades essenciais na formação social, como o pensamento crítico e a resolução de problemas.

No cenário brasileiro, a educação enfrenta desafios ainda mais significativos. Dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2018 (Figura 2) revelaram que o Brasil ainda possui índices preocupantes de desempenho acadêmico, com uma porcentagem significativa de alunos abaixo do nível básico de proficiência em leitura, matemática e ciências. Outro dado importante é a falta de infraestrutura denotada pelos diretores de escolas públicas do Brasil, em que a maioria aponta ser impedida de realizar certas atividades pela falta ou inadequação de recursos educacionais. Essa realidade reforça a necessidade de promover transformações no sistema educacional, buscando alternativas que incentivem o engajamento dos estudantes e a melhoria da qualidade do ensino.

Diante desse contexto, esse trabalho tem como objetivo explorar o potencial das novas tecnologias e metodologias pedagógicas inovadoras na promoção do engajamento dos alunos e na melhoria da qualidade do ensino. Através da análise e desenvolvimento de um material didático para a disciplina de biologia, com enfoque no uso de tecnologias como modelagem 3D e realidades virtuais, pretende-se investigar como essas ferramentas podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa, envolvente e eficaz na área da biologia.

No decorrer deste trabalho, serão apresentados estudos e pesquisas relevantes e exemplos de práticas inovadoras no campo da educação e tecnologia. Serão analisados os desafios e as oportunidades associados à implementação dessas novas abordagens, levando em consideração as particularidades do contexto educacional brasileiro e do projeto em si. Ao final, espera-se contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e o engajamento dos alunos, fornecendo subsídios para a criação de materiais didáticos que sejam eficazes, atraentes e alinhados com as demandas identificadas.

Figura 2 - PISA 2018



Fonte: MEC (2019)

Ensino de biologia

No contexto deste projeto, o foco será direcionado para a biologia, no que diz respeito a forma que é ensinada no Brasil e no mundo, bem como as tecnologias utilizadas em salas de aula do ensino médio público e privado.

O ensino de biologia desempenha um papel crucial no desenvolvimento dos alunos, capacitando-os a compreender os princípios fundamentais da vida, as interações entre os seres vivos e o ambiente, além de aplicações práticas em nosso cotidiano. No entanto, a forma como o ensino de biologia é conduzido enfrenta desafios, especialmente em um contexto de constante evolução tecnológica. No âmbito educacional, novas tecnologias têm apresentado um potencial significativo para transformar o ensino e a aprendizagem da biologia.

O uso de tecnologias no ensino de biologia pode promover uma maior motivação dos alunos, melhorar a compreensão dos conceitos da disciplina e facilitar a construção do conhecimento de forma mais eficaz (Castoldi e Polinarski 2009). Nesse pensamento, a incorporação de recursos como modelagem 3D, realidades virtuais e aplicativos interativos possibilita uma abordagem mais imersiva e envolvente, permitindo que os alunos explorem os conceitos biológicos de maneiras mais interessantes e engajantes.

No contexto brasileiro, a educação de biologia enfrenta desafios específicos. Novamente dados do PISA 2018 revelaram que os estudantes brasileiros obtiveram baixos índices de proficiência em ciências da natureza em comparação à média mundial. Esse cenário estimula a necessidade de novas estratégias inovadoras que aumentem o interesse dos alunos, promovam o pensamento crítico e aproximem os conceitos biológicos de sua realidade. Diante disso, é essencial explorar as oportunidades proporcionadas pelas novas tecnologias no ensino de biologia.

O uso de tecnologias digitais no ensino de ciências pode estimular a curiosidade, incentivar a investigação e melhorar a compreensão dos conceitos biológicos complexos. Por exemplo, a modelagem 3D permite que alunos visualizem estruturas celulares, órgãos e processos biológicos em detalhes, tornando o aprendizado mais concreto e tangível. Outra ferramenta relevante seria a utilização de realidades virtuais, que pode proporcionar aos alunos experiências imersivas, nas quais eles podem explorar ambientes virtuais que simulam ecossistemas, reações químicas e até mesmo fenômenos biológicos em escala molecular, aproximando os estudantes do universo da biologia de maneira atrativa e interativa.

Assim, ao explorar o potencial das novas tecnologias no ensino de biologia, podemos proporcionar aos estudantes uma experiência educacional mais enriquecedora, que se relacione com experiências pessoais dos alunos. A educação de biologia, quando aliada a abordagens inovadoras, tem o poder de formar cidadãos conscientes, críticos e com uma base sólida de conhecimento científico, capacitando-os a compreender, questionar e contribuir para avanços no campo da biologia. Portanto, é imprescindível investir nessa abordagem para fortalecer a educação de biologia no Brasil, visando o desenvolvimento integral dos alunos e o avanço da ciência e tecnologia na sociedade.

Interatividade e inovação

A interatividade e o estímulo dos cinco sentidos no ensino desempenham um papel fundamental na promoção do engajamento dos alunos e na melhoria do ensino. No contexto da biologia, esses aspectos são especialmente relevantes, pois permitem uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos científicos. Com o uso de ferramentas inovadoras, como tecnologias imersivas e interativas, é possível criar experiências educacionais envolventes que potencializam o aprendizado.

A interatividade é uma característica essencial para engajar os alunos no processo de aprendizagem. Ao permitir que os estudantes interajam ativamente com o conteúdo, seja por meio de manipulação de objetos virtuais, exploração de cenários simulados ou participação em atividades práticas, eles se tornam protagonistas do próprio aprendizado. corroboram que a interatividade pode melhorar a motivação e o desempenho dos alunos, principalmente em matérias com conceitos distantes do habitual do aluno, como na biologia.

Neste mesmo pensamento, o estímulo dos cinco sentidos durante o ensino, desempenha um papel importante na retenção e compreensão do conhecimento. Ao envolver mais sentidos, visão, audição, tato, olfato e paladar, as informações se tornam mais vívidas e

memoráveis. No contexto do ensino de biologia, o estímulo dos sentidos pode ser alcançado por meio de recursos como vídeos, animações, simulações e experimentos práticos, se utilizando de recursos multimídia envolvendo os sentidos para a retenção de informações.

Ferramentas inovadoras no ensino de biologia desempenham um papel fundamental na promoção dessa interatividade e do estímulo dos sentidos. A modelagem 3D, por exemplo, permite que os alunos explorem estruturas biológicas complexas de maneira tridimensional, proporcionando uma compreensão mais aprofundada e concreta. Outra ferramenta inovadora é a realidade virtual, que permite aos alunos serem imersos em ambientes simulados e interativos, podendo explorar diferentes temáticas e conexões aproveitando o uso de vários sentidos ao mesmo tempo, destacando seu potencial na promoção do engajamento e na melhoria da compreensão conceitual. Além disso, ferramentas inovadoras como aplicativos móveis e plataformas de aprendizagem online oferecem recursos interativos, como quizzes, jogos e atividades colaborativas, que estimulam a participação ativa dos alunos.

Em resumo, a interatividade, o estímulo dos cinco sentidos e o uso de ferramentas inovadoras desempenham um papel crucial no ensino de biologia. Ao proporcionar experiências educacionais envolventes e imersivas, essas abordagens promovem uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos científicos. A pesquisa acadêmica apoia a eficácia dessas estratégias, demonstrando seus benefícios na motivação dos alunos, na retenção de informações e no desenvolvimento de habilidades essenciais. Portanto, a incorporação dessas abordagens inovadoras no ensino de biologia é fundamental para fornecer uma educação de qualidade e estimulante.

Ensino-aprendizagem e material didático

O ensino engloba principalmente a ação de direcionar alguém a uma melhoria de certo aspecto, justamente o objetivo de um professor, que direciona um aluno ao entendimento de um conceito ou matéria. Do mesmo modo, a aprendizagem caracteriza a relação entre o aluno com o conhecimento apresentado, e de que forma irá internalizar e reconhecer o tema ou conceito apresentado.

Portanto, a relação entre o ensino e a aprendizagem desempenha um papel central na educação, pois envolve a transmissão de conhecimento e sua assimilação pelos alunos. Nesse processo, o material didático desempenha um papel fundamental, servindo como uma ferramenta essencial para auxiliar no ensino e facilitar a aprendizagem.

O material didático engloba recursos, como livros, apostilas, vídeos, apresentações e outros materiais utilizados para apoiar o processo educacional. Ele se faz importante na organização, estruturação e apresentação dos conteúdos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis para os alunos. Além disso, o material didático pode incluir atividades, exercícios e exemplos práticos que promovem a aplicação dos conhecimentos. Um material didático bem elaborado pode melhorar a compreensão dos conceitos, fornecer exemplos

relevantes, estimular a participação ativa dos alunos e fornecer um guia estruturado para o aprendizado.

O tipo de material didático pode ajudar os alunos a visualizarem, relacionarem e aplicarem o conhecimento de forma mais efetiva. A seleção e criação de um material didático adequado é um desafio para os educadores, pois deve ser adaptado ao conteúdo, ao nível de ensino, ao perfil dos alunos e às demandas do currículo. É importante ressaltar que tanto o professor quanto o aluno são usuários do material didático, já que as duas partes interagem com o material, seja ele físico ou digital, e essa utilização auxiliará no relacionamento entre professor e aluno durante o aprendizado. Materiais didáticos eficazes devem ser claros, coerentes, envolventes, atualizados e alinhados com os objetivos educacionais, tornando a relação entre o ensino e o material didático, bidirecional. O material didático serve como suporte para o professor, auxiliando-o na organização e estruturação dos conteúdos a serem ensinados. Ao mesmo tempo, o professor desempenha um papel fundamental na seleção e adaptação do material didático, personalizando-o de acordo com as necessidades e características dos alunos.

Em conclusão, a relação entre o ensino, a aprendizagem e o material didático é fundamental na educação. O material didático desempenha um papel crucial na apresentação dos conteúdos, auxiliando os alunos na assimilação do conhecimento. Ao selecionar e criar materiais didáticos adequados, os educadores podem promover uma aprendizagem mais significativa, envolvente e eficaz. Portanto, é essencial investir na elaboração e utilização de materiais didáticos de qualidade, que atendam às necessidades dos alunos e promovam um ambiente de aprendizagem estimulante e enriquecedor.

Metodologia

A metodologia projetual escolhida é a desenvolvida por Gui Bonsiepe (1984), atrelada à técnica de problematização de Baxter (2005), possibilitando uma abordagem abrangente e que visa orientar o processo de criação do produto desde o entendimento até a confecção. A escolha de mais de um autor, se justifica na demanda diferente para diferentes etapas do projeto de produto.

O ponto de partida da metodologia foi a identificação de um problema a ser solucionado, ou uma melhoria/ inovação a ser trabalhada. Baxter destaca a necessidade de um profundo questionamento sobre o problema identificado, pensando em todas as questões que o envolvem. Foi feita uma adaptação ao uso do termo usuários, já que Baxter utiliza o termo consumidores, com uma visão mais mercadológica, ao mencionar o público do projeto. Esse aprofundamento no contexto do projeto é essencial para estabelecer uma base sólida e direcionar as etapas subsequentes.

Na sequência, Bonsiepe propõe uma fase de análises detalhadas. Nesse estágio, são realizadas diferentes abordagens para compreender o produto em seu contexto mais amplo. Isso inclui análises sincrônicas e diacrônicas, funcionais, estruturais, morfológicas e de características de uso. O objetivo é obter um panorama completo, desde o histórico até a

utilização atual do produto, a fim de identificar todos os possíveis problemas a serem abordados e solucionados no projeto final.

A terceira fase concentra-se na definição do problema de forma estruturada. Bonsiepe propõe a criação de uma lista de requisitos e a hierarquização desses requisitos. Isso permite uma compreensão clara e precisa do problema a ser solucionado, auxiliando na elaboração de estratégias adequadas para o desenvolvimento do projeto.

A quarta fase é o momento de estimular a criatividade do designer. Bonsiepe sugere o uso de diversas ferramentas, como brainstorming, métodos de transformação e busca de analogias, caixa morfológica e criação sistemática de variantes. Essas técnicas visam expandir as possibilidades de solução, encorajando o designer a explorar diferentes abordagens e escolher a alternativa mais adequada ao problema identificado anteriormente.

Por fim, a quinta fase abrange a concretização do projeto. Isso envolve a elaboração de estudos de custo, produção e série, além da avaliação do produto após seu lançamento no mercado e eventuais modificações. Essa etapa é caracterizada por estimativas e caracterizações do projeto final, considerando sua viabilidade e adequação ao tempo delimitado para tais etapas.

Em suma, a metodologia projetual oferece uma estrutura sólida para o processo de design de produtos. Ela promove uma abordagem cuidadosa e abrangente, desde a identificação do problema até a materialização do projeto, por meio de análises detalhadas, estímulo à criatividade e consideração de aspectos práticos. Essa metodologia auxilia os designers na criação de produtos funcionais e inovadores, adaptando-se às particularidades de cada contexto de design. No contexto desse trabalho acadêmico, certas etapas serão estimadas ou não serão contempladas a fim de se adequar ao projeto final.

Problematização

Como foi visto, no contexto educacional brasileiro, o ensino de biologia enfrenta desafios significativos, especialmente quando se trata da promoção do engajamento dos alunos e da melhoria da qualidade do material utilizado. Diante desse cenário, surge a necessidade de explorar abordagens inovadoras que possam potencializar a aprendizagem e despertar o interesse dos estudantes pela biologia.

Ao longo dos últimos anos, as novas tecnologias têm se mostrado uma aliada valiosa no campo educacional, trazendo novas possibilidades para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, é essencial explorar de forma adequada e estratégica essas tecnologias, para aproveitar todo o seu potencial no contexto específico do ensino de biologia. Com isso, surge a possibilidade de desenvolver um projeto de design de produto, com o intuito de criar um material didático inovador, interativo e eficaz para o ensino de biologia no ensino médio.

Esse projeto busca ir além das abordagens tradicionais de ensino de biologia, explorando o potencial das tecnologias 3D para aprimorar a compreensão dos conceitos e promover a

participação ativa dos alunos. A incorporação de elementos visuais em três dimensões permite uma visualização mais interessante das estruturas e processos biológicos, aproximando os alunos do mundo da biologia de maneira concreta e estimulante. Além disso, a utilização de tecnologias de realidade virtual e aumentada, possibilitam uma abordagem mais interativa e imersiva, incentivando os estudantes a explorarem os conteúdos de forma autônoma e envolvente.

- O que é?

Projeto de material didático para o ensino de biologia no ensino médio no âmbito do projeto de design de produto com foco em tecnologias 3D inovadoras a fim de auxiliar no engajamento dos alunos durante as aulas, facilitando o processo de ensino.

- Por que?

Estudos recentes mostram um baixo desempenho e uma falta de conhecimento básico por parte de jovens do Brasil em Ciências Naturais, independentemente do aumento do investimento em escolas públicas e privadas. Nesse contexto é importante a inclusão de novos e mais eficazes métodos de ensino, a fim de auxiliar ambos alunos e professores no processo de ensino aprendizagem em sala de aula.

- Como?

Serão utilizadas neste projeto as metodologias projetuais de Baxter (2005) e Bonsiepe (1984), de acordo com o momento necessário, que irão orientar desde a análise de soluções similares até a geração de alternativas e do produto final. Além disso, espera-se a utilização dos espaços e materiais disponíveis na ESDI, como livros e maquinário, para pesquisas e confecção de protótipos conforme o andamento do projeto.

Pesquisa e entrevistas

Parte do interesse pela produção de material didático para biologia veio da experiência de iniciação tecnológica que tenho feito no Laboratório de parasitologia no Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE) desde Janeiro de 2022. A iniciação tem como objetivo a integração de práticas do design com materiais produzidos a partir de experiências de microscopia de parasitas. Mais especificamente o trabalho foca na modelagem e impressão 3D de estruturas interessantes do universo da Parasitologia para a utilização desde salas de aula de ensino médio de escolas parceiras até no superior e em palestras de simpósios de biologia.

Essa experiência possibilitou um mergulho maior nas necessidades desse tipo de produção, além do contato com profissionais relevantes para obter informações para o projeto. Nesse pensamento foram feitas 2 entrevistas semi-estruturadas, ou seja, com perguntas norteadoras, porém com a possibilidade de expandir para outros assuntos de acordo com as respostas do entrevistado.

A primeira pessoa que conversei foi meu orientador da Iniciação e meu coorientador de Anteprojeto, Eduardo José Lopes Torres, professor de Parasitologia na UERJ, para tentar entender sua experiência com a produção de material em 3D na biologia. Segundo ele,

começou a explorar a visualização e impressão em 3D para a análise morfológica de parasitas para a produção de artigos científicos e apresentações em congressos. A utilização em sala de aula também é pensada no escopo do projeto, porém se depara com obstáculos durante a implementação efetiva. Eduardo conta que apesar de haver a vontade de diferenciar a forma de explicar o conteúdo, não utiliza muito as impressões 3D feitas durante o projeto em suas aulas pela necessidade de alterar sua metodologia inteira de aula para se adaptar ao uso adequado: “ Vou ficar falando enquanto o modelo passa pelos alunos?”. Ainda que uma turma de ensino superior tenha mais alunos por aula, essa falta de uma metodologia pensada para a inclusão de materiais didáticos menos comuns se mostra presente como um aspecto relevante como um todo, incluindo no ensino médio.

Perguntando sobre a adaptação de um mesmo modelo 3D para níveis de ensino diferentes, Eduardo concordou que possivelmente a quantidade de detalhes e a fidelidade em relação a estrutura real que está representada deve variar. Questões como essa virão a ser úteis durante o processo de definição de requisitos, que ajudará a determinar cada vez mais a direção do projeto.

A segunda pessoa que me ajudou foi outro professor da UERJ que já esteve envolvido no projeto da iniciação, Lúcio Paulo Machado do Departamento de Ensino de Ciências e Biologia da UERJ. Lúcio contou que ensina sobre a utilização de novas ferramentas na biologia para estudantes de licenciatura. Ele conta que tem como principal foco a introdução do 3D nas práticas de sala de aula, seja na impressão 3D ou realidade aumentada, duas modalidades que desenvolveu materiais com alunos. Apesar disso, Lúcio comentou que a maioria dos alunos não dão continuidade ao uso de tais ferramentas ao se formar, muito por falta de apoio das escolas que não possuem a infraestrutura para tal e novamente não existe um material de apoio para a implementação em sala de aula. Conversando rapidamente com um ex-aluno de Lúcio que achava que poderia estar trabalhando com impressão 3D, comentou que está fazendo mestrado e vê a possibilidade de utilizar ferramentas de visualização em três dimensões, mas não planejou nem sistematizou como utilizaria, já que precisaria se ajustar com as necessidades da escola parceira onde desenvolverá o mestrado.

Assim, é possível ver que existe a necessidade de modernizar a forma de se ensinar biologia na escola, desde a implementação de novos tipos de material didático, até a adaptação da metodologia dos professores atuais para o melhor proveito por parte de todos os usuários, ou seja, professores e alunos.

Tecnologias de ensino

Nas salas de aula, existem uma variedade de tecnologias que são usadas como material didático, que auxiliam na transmissão do conteúdo da aula; algumas mais comuns e outras menos exploradas. alguns exemplos de ferramentas mais facilmente encontradas nas salas de aula:

Livros didáticos: Os livros didáticos são uma forma tradicional de material de ensino, fornecendo informações estruturadas sobre os conteúdos abordados.

Quadro branco ou lousa: O quadro branco é utilizado para escrever e apresentar informações durante as aulas, permitindo uma comunicação visual direta entre o professor e os alunos.

Projektor multimídia: Permite a exibição de slides, vídeos e outros recursos visuais em uma tela ou parede, facilitando a apresentação de informações e conceitos complexos.

Computadores e dispositivos móveis: Laptops, tablets e smartphones são amplamente utilizados nas salas de aula, permitindo o acesso a recursos educacionais online, pesquisas, aplicativos educacionais e ferramentas de produtividade.

Internet: A conexão à internet possibilita o acesso a uma ampla gama de recursos educacionais online, como pesquisas, vídeos, plataformas de aprendizagem e colaboração virtual.

Juntamente existem as tecnologias menos comuns, que podem vir a compor as salas de aula, cada uma de acordo com a necessidade e disponibilidade de recursos:

Realidade Aumentada (RA): A RA combina elementos virtuais com o mundo real, sobrepondo informações digitais no ambiente físico, permitindo aos alunos visualizar objetos, animações e informações adicionais interativas no contexto real.

Modelagem 3D: A modelagem tridimensional permite criar representações detalhadas de estruturas, objetos e processos, possibilitando aos alunos explorar conceitos de maneira visual e tátil, por meio da impressão 3D, além do desenvolvimento de habilidades criativas por meio da modelagem digital.

Realidade Virtual (RV): A RV cria ambientes virtuais imersivos, nos quais os alunos podem interagir e explorar experiências educacionais altamente envolventes e realistas, como visitar locais históricos ou explorar ecossistemas.

Gamificação: A aplicação de elementos de jogos no contexto educacional pode estimular a motivação, o engajamento e a aprendizagem dos alunos. Jogos educativos, gamificação de atividades e recompensas podem ser incorporados para tornar o processo de aprendizagem mais divertido e envolvente.

Esses são alguns exemplos de tecnologias cotidianas e inovadoras que podem ser incorporadas na educação para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem.

A seleção e implementação adequadas dessas tecnologias devem ser feitas considerando o contexto educacional, os objetivos de aprendizagem, a infraestrutura disponível e a formação dos educadores. O objetivo dessas tecnologias é promover uma aprendizagem mais engajadora, interativa e significativa para os alunos utilizando-se de ferramentas mais interessantes para transmissão do conhecimento. Vale notar que a principal característica do uso de tais ferramentas é a participação ativa do aluno durante o aprendizado.

Uma das vantagens desse tipo de abordagem, é a maior participação do aluno durante a aula, o que desenvolve habilidades cognitivas importantes como a de resolução de problemas, e parece ter gerado resultados melhores em quesitos como engajamento e retenção de assuntos durante as aulas.

Análises preliminares

Análise Diacrônica

Uma análise diacrônica dos materiais didáticos, com um foco nos de biologia ao longo dos anos, revela uma evolução significativa na forma como o conteúdo é apresentado e na diversidade de recursos utilizados para facilitar a aprendizagem dos alunos.

Antigamente os materiais didáticos eram predominantemente baseados em livros impressos, que forneciam informações textuais e ilustrações. As aulas eram baseadas principalmente em palestras expositivas e memorização de fatos. A fotografia também é utilizada para mostrar espécimes reais e fenômenos biológicos, principalmente a partir do uso de retroprojetores em sala.

Ao longo dos anos, a disponibilidade de tecnologias digitais aumentou. Materiais de biologia, por exemplo, começaram a incorporar elementos multimídia, como animações em 2D, vídeos e filmes educativos. Os livros didáticos foram acompanhados por CDs ou DVDs complementares, que ofereciam recursos adicionais. No entanto, a ênfase ainda estava na transmissão de informações, com poucas oportunidades de interação e experimentação por parte dos alunos.

O uso da internet também aumentou a quantidade de informações que podem ser acessadas, tanto por parte dos professores quanto dos alunos. O uso dela juntamente com a evolução tecnológica dos últimos anos, ocasionou uma explosão de novas ferramentas educacionais e recursos digitais para o ensino de biologia. Os materiais se tornaram cada vez mais interativos e imersivos. A Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) entraram em cena, a modelagem 3D ganhou destaque, permitindo a visualização detalhada e a manipulação de objetos virtuais. Jogos educacionais e aplicativos móveis também se tornaram populares, oferecendo uma abordagem lúdica e interativa para o ensino de biologia.

Essa análise revela uma mudança significativa na forma como os materiais de biologia foram desenvolvidos e apresentados ao longo dos anos. Houve uma transição de uma abordagem mais textual e expositiva para uma abordagem mais visual, interativa e imersiva. Apesar disso, essas novas formas de ensinar ainda não são suficientemente exploradas na grande maioria das escolas, tendo ainda o livro didático ou apresentações de slide como protagonistas.

Levantamento de similares

Para esta análise, foi feito um apanhado de diferentes exemplos do uso de materiais em 3D e semelhantes, que foram usados em sala de aula como material didático interativo. É importante ressaltar que os exemplos selecionados, apesar de estarem no campo do material didático, não fazem parte todos de uma mesma categoria, exigindo uma visão mais focada de seus objetivos e características próprias do que a comparação de componentes e usos mais específicos.

- Modelos didáticos para o ensino de Biologia e Saúde: produzindo e dando acesso ao saber científico - Rosana Lima Gerpe

Nesse artigo, Rosana apresenta uma prática feita em uma escola particular do município do Rio de Janeiro, com a criação de modelos didáticos de vírus, utilizando materiais de baixo custo encontrados em casa.



Vantagens:

- Baixo ou nenhum custo na obtenção de materiais para a produção
- Reutilização de objetos existentes
- Maior interatividade e clareza na apresentação do conteúdo
- Participação ativa do aluno durante o aprendizado
- Inclusivo para alunos de baixa visão
- Exploração da criatividade dos alunos

Desvantagens:

- Menor fidelidade à estrutura biológica representada
- Pode gerar comparações entre as criações dos alunos
- Menos resistência dos materiais dependendo da construção
- Baixa coesão entre os modelos
- Menor replicabilidade

- Cursoteca Coltec: Impressão 3D no Ensino de Ciências de Alfredo Mateus

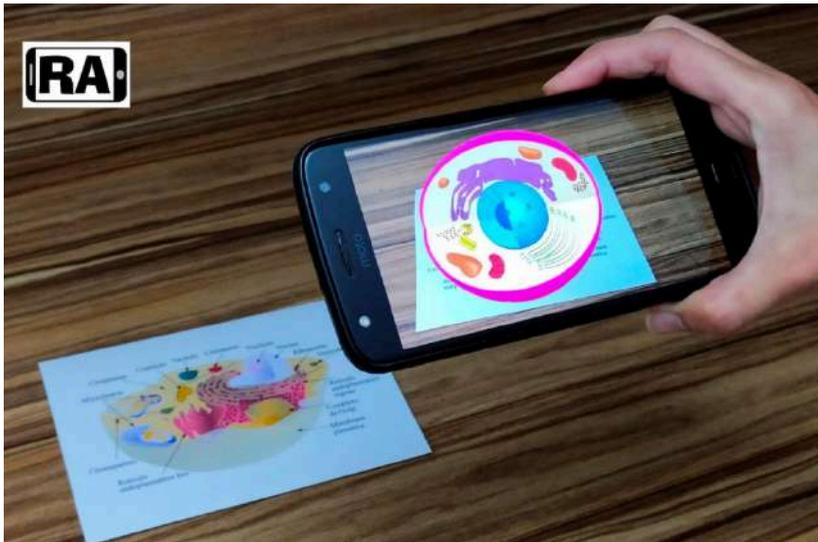
A plataforma fornece um resumo do curso: “Este curso introdutório tem como público principal professores de ciências do ensino fundamental e de Química, Física e Biologia no Ensino Médio e alunos de licenciatura dessas disciplinas. O principal objetivo é mostrar como professores podem produzir seus próprios recursos didáticos usando a impressão 3D. O curso também discute a Abordagem Maker na sala de aula, mostrando como os alunos podem resolver problemas e criar protótipos usando a impressão 3D.”



Esse exemplo mostra que existe a intenção de adicionar novas dinâmicas em salas de aula, com o uso de tecnologias diferenciadas, além da necessidade de adaptar o conteúdo e metodologia da aula para incluir tais dinâmicas. O curso também apresenta diversos espaços Maker que podem ser contatados para a impressão 3D de materiais conforme a demanda do professor.

- O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro de Alan Portella de Souza

Essa dissertação de mestrado, inclusive orientada por Lúcio que entrevistei previamente no projeto, demonstra o uso da RA como instrumento de visualização 3D juntamente com fichas explicativas de estruturas celulares.



Vantagens:

- Baixo custo na obtenção de materiais para a produção
- Maior interatividade e clareza na apresentação do conteúdo
- Maior fidelidade à estrutura biológica representada
- Maior coesão entre modelos propostos
- Acessível e replicável (necessita de um celular e do papel que pode ser impresso em qualquer lugar)

Desvantagens:

- Não aproveita o sentido tátil durante o ensino
- Necessita de habilidade específica (modelagem simples)

- ClassVR: Empresa que disponibiliza equipamento e materiais de realidade virtual, alinhado ao currículo estudantil dos EUA e Reino Unido.



De acordo com o site da empresa, mais de 40 mil salas de aula em mais de 80 países utilizam o serviço, desde que foi disponibilizado em 2017. Segundo ela, a realidade virtual pode aumentar em 20% a memorização dos conteúdos dados durante a aula, por conta da imersão prática advinda desse tipo de tecnologia, oferecendo uma maneira mais eficaz de reter e conseqüentemente botar usar os conhecimentos posteriormente.

Apesar dos produtos analisados não pertencerem concretamente em uma mesma categoria, todos demonstram exemplificam a eficácia que diferentes métodos de ensino podem ter, se aplicados de acordo com a disponibilidade, recursos e objetivos do professor.

Requisitos preliminares

De acordo com a análise inicial dessas atividades, é possível identificar e ranquear por ordem de relevância requisitos e restrições dentro do projeto, para a produção e experimentação durante as próximas fases. Ainda sim, conforme o desenvolvimento da solução final e novas informações relevantes forem identificadas, essa lista tende a se alterar, para melhor direcionar o projeto. São eles, em ordem decrescente de importância:

1. Interatividade e engajamento: O produto deve oferecer recursos interativos que envolvam os alunos de forma ativa, estimulando a exploração e a experimentação dos conceitos biológicos.
2. Conteúdo abrangente e alinhado aos currículos educacionais: O material deve abranger os principais tópicos e conceitos da biologia, seguindo as diretrizes e objetivos dos currículos educacionais estabelecidos.
3. Visualização em 3D e/ou Realidade Aumentada: A incorporação de elementos visuais em 3D ou Realidade Aumentada deve ser contemplada na exploração de uma apresentação mais eficaz dos conteúdos de biologia.
4. Acessibilidade: O material deve ser acessível a todos os alunos, considerando diferentes estilos de aprendizagem, necessidades especiais e recursos de acessibilidade, como suporte para leitores de tela ou tatilidade.
5. Personalização: O produto deve permitir a personalização de acordo com as necessidades individuais dos alunos e professores, oferecendo diferentes níveis de dificuldade, opções de caminhos de aprendizagem e recursos adaptativos.
6. Atualizações e suporte contínuos: O produto deve ter a capacidade de receber atualizações periódicas e contar com um suporte técnico eficiente, garantindo que esteja sempre atualizado e funcionando corretamente.

Restrições preliminares

1. Limitações de recursos financeiros: Restrições orçamentárias podem afetar a escolha e a implementação da solução. O projeto precisa considerar um orçamento adequado para o desenvolvimento e aquisição de tecnologias, softwares e materiais necessários para a criação do material.

2. Infraestrutura tecnológica disponível: Deve ser levada em conta a infraestrutura tecnológica já existente nas instituições de ensino. Restrições como disponibilidade de computadores, dispositivos móveis, conexão à internet e capacidade de armazenamento podem limitar a implementação de determinadas soluções.
3. Necessidade de treinamento e capacitação: A adoção de tecnologias inovadoras pode exigir treinamento e capacitação dos educadores para utilizá-las de forma efetiva. Restrições de tempo, recursos ou disponibilidade de programas de capacitação podem afetar a implementação e o uso adequado da solução.

Novas entrevistas

Para entender mais profundamente as necessidades e desafios enfrentados pelos professores de biologia ao incorporar técnicas inovadoras em suas aulas, foram realizadas entrevistas com professores com experiência com materiais didáticos interativos. Essas conversas proporcionaram insights valiosos sobre as experiências com diferentes métodos de ensino e suas percepções sobre a eficácia dessas abordagens que ajudam a orientar o andamento do projeto.

A primeira entrevista realizada foi com o professor Waldiney Mello, professor de biologia no CAP da UERJ. Durante o ano de 2023 Waldiney empregou a integração de jogos e modelagem em suas aulas como material didático alternativo. Suas iniciativas transformadoras estão alinhadas com uma abordagem prática e lúdica no ensino de biologia, utilizando desde quizzes e questionários interativos com a plataforma Wordwall, até o uso do Minecraft Education, versão educativa do jogo Minecraft, que aproveita a familiaridade dos alunos pelo jogo para inseri-los em experiências dedicadas à biologia e seus conceitos (Figura 3).

Waldiney começou a se interessar pela temática de modelagem 3D após ter feito um curso de modelagem e impressão 3D básica. Após isso comprou uma impressora 3D e computador para serem usados em seu laboratório no CAP, e de forma autônoma começou a imprimir modelos gratuitos disponíveis pela internet, para serem usados em sala de aula. Hoje trabalha com diversas ferramentas como as já citadas, além da criação de um jogo didático que se passa dentro do colégio, usando o RPG Maker, ferramenta que facilita esse trabalho com diversos tutoriais e recursos disponíveis. Comenta também que muitos conteúdos são abordados de maneira interdisciplinar, principalmente com a matéria de Desenho, para que essa familiaridade com os temas ajude os alunos na aprendizagem. Um exemplo dado por ele foi que em uma prova de matemática, havia uma questão com a temática de gamificação, que ficou marcada para os alunos, justamente por essa familiaridade com o conceito.

Ele comenta também da importância de ensinar os alunos a utilizar as próprias ferramentas, não só ter esses conteúdos disponíveis, mas sim ter a experiência de como os materiais são feitos. Afirma que o professor do CAP tem o dever de passar esse conhecimento, do que é, para que serve, e como ele se relaciona com outros materiais e conceitos. Vários alunos dele já demonstraram interesse em aprender mais a fundo as ferramentas mostradas em sala, pedindo para que fora do período de aula, mostrasse como mexer na

impressora 3D, desde a concepção até o produto final. Neste sentido, Waldiney tem começado a ensinar modelagem 3D mais básica durante as aulas, utilizando o programa Tinkercad, por ser fácil de usar e poder ser acessado pela internet em browser, o que facilita a utilização por todos os alunos.

Ao explorar suas práticas, entende-se como a prática e a ludicidade podem ser empregadas para tornar conceitos complexos mais acessíveis, proporcionando uma experiência de aprendizado envolvente e eficaz. Outro relato importante foi de que um aluno no espectro autista, que não conseguia realizar questões dispostas em um teste comum, em papel, foi capaz de demonstrar que tinha de fato aprendido e acertar as questões feitas em formato de quiz na tela, com o uso de imagens e desenhos coloridos, confirmando a eficácia inicial desse tipo de abordagem.

Figura 3 - Materiais produzidos pelo professor Waldiney



Fonte: Compartilhada pelo entrevistado

A segunda entrevista foi feita com Ricardo Michel, professor do Laboratório de Desenvolvimento e Avaliação de Material Didático de Química na UFRJ, que trouxe uma perspectiva valiosa sobre o desenvolvimento de materiais didáticos alternativos em uma disciplina desafiadora como a química. Durante a conversa, foi vista a complexidade inerente ao processo de criação de recursos que não apenas transmitem informações, mas também inspiram uma compreensão mais profunda dos conceitos químicos. Ricardo mostrou diversos exemplos de materiais desenvolvidos por ele e alunos da sua matéria, tendo dividido em baixa, média e alta complexidade, pensando em facilidade e custo de

produção. Esses materiais foram de abrir os olhos para as diferentes possibilidades disponíveis quando se fala de material didático alternativo, demonstrando que existem de fato maneiras de se trabalhar conceitos mais abstratos e de difícil compreensão, utilizando materiais de baixo custo.

Essa demonstração foi importante também para evidenciar a presença da ttilidade e da visão espacial durante o aprendizado desses conceitos. Objetos tridimensionais mostrados, como tabelas periódicas em 3D (Figura 4), relevos produzidos com moldes e papel machê (Figura 5), dominós e outra peças de encaixar (Figura 6 e 7), são ótimos para apresentar os conteúdos mais e menos abstratos, de maneira eficaz, ainda mais pensando tanto em alunos com dificuldades de raciocínio tridimensional, quanto alunos com baixa visão. Outras técnicas, também exploram a visão de elementos em 3D, sem a necessidade de construção física, como a realidade aumentada e, ainda mais simples, os anaglifos, as imagens formadas por 2 versões, uma vermelha e outra azul, impressas em papel, que quando vista usando um óculos 3D de papel, formam a ilusão de três dimensões (Figura 8 e 9).

Figura 4 - Objeto impressos em 3D



Figura 5 - Molde para confecção da peça em papel machê



Figura 6 - Dominó de elementos químicos

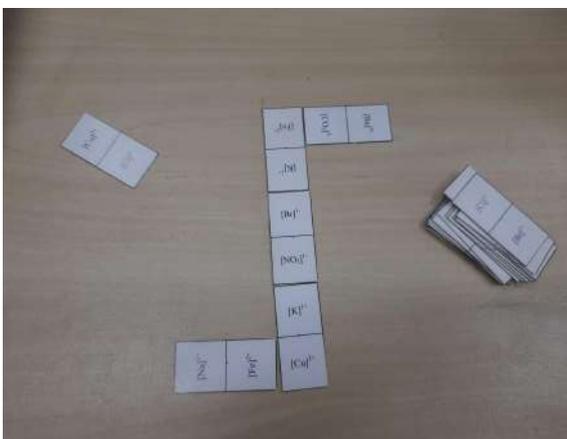


Figura 7 - Jogo de encaixe de matemática

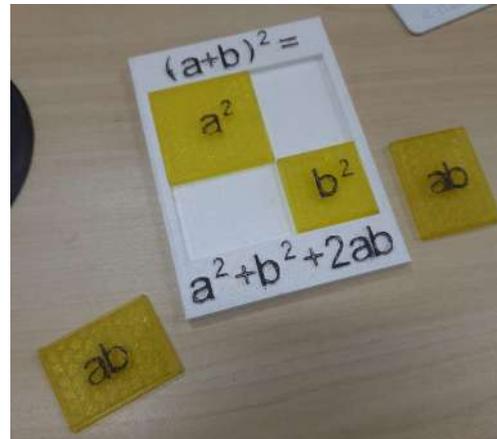


Figura 8 - Anaglifo em apostila de química

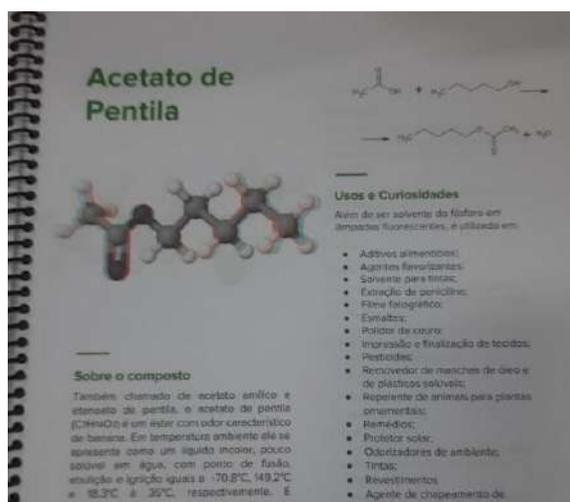
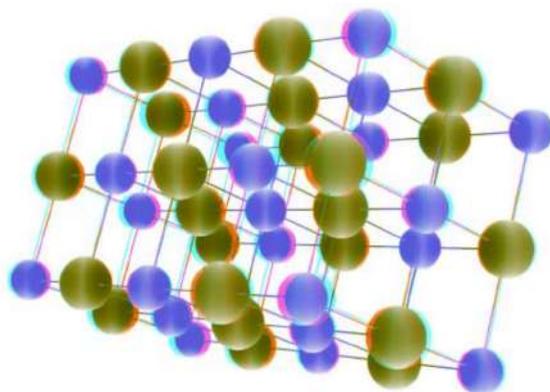


Figura 9 - Exemplo de anaglifo



Fonte: Compartilhada pelo entrevistado

Ricardo também comentou da relevância que a interação tem durante a aprendizagem, exemplificado pelo modelo de formação de moléculas com peças de papel e imã, sendo usados em um quadro branco ou qualquer superfície de metal (Figura 10). Outro exemplo é a utilização de moldes, sejam de qualquer material, nesse caso feitos por termoformagem à vácuo, que podem ser usados para reproduzir peças detalhadas em novos materiais. Neste caso se usa areia e cola para formar uma massa, gerar uma peça usando o molde e ensinar sobre a escavação de objetos pré-históricos (Figura 11). Ambos os casos trazem a manualidade no processo de aprendizagem à tona, que se aliada aos conceitos anteriores de ttilidade e tridimensionalidade, se demonstram exemplos perfeitos para a concretização das ideias estabelecidas.

Figura 10 - Montagem de moléculas com imãs



Figura 11 - Molde de plástico de trilobita



Fonte: Compartilhada pelo entrevistado

Foi feita também uma entrevista com a professora Lucimeri Ricas Dias, que leciona Design para o 9º e 1º ano no CAP da UERJ, e oferece uma perspectiva única sobre a influência do design no desenvolvimento de projetos manuais.

Lucimeri contou que aborda as diversas áreas do design com os alunos, Comunicação Visual, Interação, Produto e Serviços, mas acaba por focar mais na produção de peças gráficas. Com esse foco, as temáticas das aulas se tornam as técnicas e ferramentas que se pode usar na produção dessas peças, como serigrafia, ilustração, lettering e vetorização, já que existe essa liberdade e incentivo da experimentação em sala de aula. Muitos projetos não acabam em sala de aula, e se tornam presentes na escola, como a ilustração das camisas da olimpíada escolar do CAP, que foi feita por alunos e escolhida dentre as opções.

Além da experimentação, outro aspecto notado foi a colaboração durante as práticas. O principal símbolo disso é a mesa da sala de Design, onde os alunos sentam todos juntos (Figura 12), possibilitando a troca de informações e experiências durante a aula. Essa colaboração, juntamente com a oportunidade de experimentar diferentes abordagens e técnicas, tornam as práticas muito mais ricas para os alunos, um aprendizado ativo, em que o professor assume um papel de facilitador durante a aula.

Figura 12 - Sala de Design do CAP



Fonte: Instagram do projeto de extensão da professora, CarioCAP

Lucimeri comentou que ainda não teve a chance de organizar práticas conjuntas com a biologia, mas afirmou ter iniciado contato com Waldiney, para introduzir a impressão 3D para os alunos como mais uma técnica a ser explorada. Comentou também que tem vontade de explorar ainda mais os conceitos da cultura Maker, organizando mais workshops e projetos de extensão, como o CarioCAP Design, portfólio digital das atividades feitas em sala do 9º e 1º ano, com foco na divulgação dos trabalhos.

Ambos os professores do CAp reportaram que a falta de recursos atual, limita o andamento dos projetos de cada um. Ainda que exista a tentativa atual de conseguir a aprovação de apoio pela Faperj, há esse sentimento de escassez de recursos financeiros.

As entrevistas com os professores Waldiney Mello, Ricardo Michel e Lucimeri Ricas Dias proporcionaram uma visão inspiradora sobre as práticas inovadoras no desenvolvimento de material didático. Cada educador, com sua expertise única, destacou a importância de abordagens diversificadas no ensino, desde a incorporação de jogos e modelagem tridimensional até o desafio intelectual da química e a influência vital do design educacional. Essas conversas revelaram não apenas a riqueza e complexidade do cenário educacional atual, mas também a necessidade de evoluir as estratégias de ensino para atender às demandas de uma geração cada vez mais orientada pela tecnologia e pela criatividade.

Análise de similares

- Scopa Bits da Bu-go:

<https://www.bugo.design/downloads> // Empresa que comercializa kits maker de eletrônicos, e guias em pdf sobre como criar projetos e guias com sugestões de uso do kit.

Pontos positivos:

- disponibiliza material gratuito além do kit
- creative commons
- preço relativamente acessível
- componentes eletrônicos fáceis de usar
- desenvolve criatividade do usuário

Pontos Negativos:

- não disponibiliza componentes auxiliares necessários para realizar a atividade: palitos de picolé, mdf, isopor, etc
- foco somente na eletrônica

- Ciência interativa:

<https://www.cienciainterativa.com.br/produto/atividades-ludicas-domino-cientifico-das-organelas/> // Plataforma que disponibiliza plano mensal e conteúdos digitais avulsos sobre ciências no geral, desde e-books até jogos interativos de papel, em pdf.

Pontos Positivos:

- fornece conteúdo relevante de biologia
- preço acessível
- diferentes temas incluídos na plataforma
- oferece assinatura mensal com acesso aos conteúdos

Pontos Negativos:

- não fornece uma sugestão de uso do material em sala
- identidade visual muda para cada material

- exige que o usuário imprima tudo
- utiliza somente papel
- não trabalha a parte da criação/ construção do material

Cultura Maker

À medida que o projeto foi se desenvolvendo, tornou-se evidente que os ideais adotados para o trabalho e insight reconhecidos durante as entrevistas conversam com os fundamentos da cultura Maker. A cultura maker, intrinsecamente centrada na criação, inovação e aprendizado prático, ofereceu uma estrutura sólida para orientar a evolução do projeto:

Ênfase na Criação: O cerne da cultura maker é a ideia de criar, construir e prototipar. Essa ênfase ressoa diretamente com o objetivo de capacitar os professores na criação de seus próprios materiais didáticos, promovendo uma mentalidade ativa e criativa na sala de aula.

Inovação Contínua: Assim como a cultura maker incentiva a busca por soluções inovadoras e o aprimoramento constante, o projeto abraça a ideia de que a educação em biologia deve ser uma jornada de descoberta contínua tanto para os professores quanto para os alunos.

Aprendizado Prático: A cultura maker valoriza a aprendizagem por meio da experiência prática, evidenciando a necessidade de “colocar a mão na massa” e realizar atividades com esse foco. Capacitar os professores na utilização de diferentes ferramentas e materiais faz com que ele possa proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e significativa.

Compartilhamento de Conhecimento: A ideia de compartilhar conhecimento e colaborar é uma parte importante da cultura maker. Da mesma forma, o projeto evidencia os benefícios da interdisciplinaridade entre as práticas e conceitos da biologia, não só com outras ciências, como a física e a química, mas também com o próprio Design.

O entendimento dessas semelhanças levou a adotar a cultura maker como uma orientação fundamental para o projeto. Isso se traduziu não apenas na abordagem, mas também na identificação de soluções que refletem os princípios da cultura maker.

Se torna necessário então que o professor se torne um maker, dotando-o de habilidades e mentalidade criativa que reconfigure a forma de transmitir o conteúdo em sala. A intenção é que o professor não seja apenas um receptor de materiais, mas um construtor de recursos didáticos, e cada vez mais um facilitador para os alunos, tratando o aluno como o protagonista do processo de aprendizado. Ao internalizar os princípios da cultura maker, o professor se torna um arquiteto educacional, capaz de moldar experiências de aprendizado que se adaptam às nuances de sua sala de aula e às necessidades específicas dos alunos. Essa transformação visa não apenas enriquecer o repertório do professor, mas também criar um ambiente de aprendizado dinâmico e participativo.

Requisitos, Restrições

Com base nas informações coletadas e análise dos produtos identificados, é possível estabelecer uma nova e mais adequada lista de requisitos e restrições para a solução final.

Requisitos:

1. Experimentação e Interatividade: Colocar a experiência ativa e interativa do aluno como prioridade máxima, visando estimular a curiosidade e o envolvimento direto no processo de aprendizado.
2. Introdução a Técnicas e Ferramentas Modernas: Capacitar alunos e professores na utilização de tecnologias modernas, preparando-os para desafios tecnológicos em constante evolução.
3. Inclusão e Acessibilidade: Assegurar que os materiais sejam acessíveis a todos os alunos, independentemente de suas habilidades e estilos de aprendizagem.
4. Colaboração e Interação Social: Incentivar a colaboração entre os alunos, favorecendo a aprendizagem social e a troca de ideias como componente essencial do ambiente de aprendizado.
5. Adaptabilidade e Personalização: Criar materiais adaptáveis para atender às necessidades específicas de diferentes contextos educacionais, permitindo a personalização por parte dos professores.
6. Abordagem Interdisciplinar: Integrar conceitos de diferentes disciplinas para proporcionar uma visão mais holística do conhecimento, refletindo a natureza interdisciplinar da ciência e do aprendizado.
7. Sustentabilidade: Considerar práticas e materiais sustentáveis na criação do material didático, promovendo responsabilidade ambiental e discussões sobre sustentabilidade.
8. Avaliação Formativa: Integrar elementos de avaliação contínua para fornecer feedback imediato, promovendo uma compreensão mais profunda e contínua dos conceitos.

Restrições:

1. Limitação Orçamentária: A restrição financeira é crítica para o projeto, exigindo a otimização de recursos disponíveis para garantir a viabilidade financeira e a acessibilidade do material a diversas instituições educacionais.
2. Acesso à Tecnologia: Considerar a infraestrutura tecnológica disponível nas escolas, garantindo que as tecnologias incorporadas sejam acessíveis e utilizáveis em uma variedade de contextos, inclusive em escolas com recursos limitados.

3. Aceitação Educacional: Garantir que o material desenvolvido atenda aos requisitos curriculares e pedagógicos estabelecidos pelas escolas, para que seja aceito tanto por professores e responsáveis, como pelos próprios alunos.

Geração de alternativas

Com os pontos principais do projeto definidos, se deu início a etapa de proposição de alternativas, e finalmente a escolha da que mais se adeque aos parâmetros definidos.

De início foi imaginado um manual físico, tangível e de fácil manuseio, contendo instruções detalhadas sobre técnicas e materiais para a produção de material didático alternativo em biologia. Esse manual seria destinado aos professores, oferecendo um guia prático que poderia ser consultado durante a preparação das aulas. Essa alternativa acaba por ter diversos pontos negativos, como a dificuldade de atualização, já que manuais físicos podem se tornar rapidamente desatualizados, exigindo reimpressões frequentes para incorporar novas técnicas ou materiais. Além disso, há o custo de produção e distribuição que podem ser dispendiosas, especialmente em grande escala. A falta de materiais físicos que o leitor possa utilizar enquanto lê também vai de encontro com a necessidade de transformar o próprio professor em um maker.

Um guia de técnicas e materiais digital também foi pensado, com criação de um documento PDF detalhado, acessível online, que serviria como guia abrangente para técnicas e materiais na produção de material didático. A vantagem dessa abordagem para a anterior é a acessibilidade global, que permite professores de diversas regiões e contextos educacionais a terem acesso ao conhecimento necessário. Apesar disso, ainda há a escassez de material físico que possa testar os conhecimentos do guia.

Houve também a ideia de um curso breve, hospedado em plataformas populares como Instructables, voltado para capacitar os professores em técnicas e materiais para a criação de material didático inovador. Essa alternativa visa a conveniência e flexibilidade, permitindo que os educadores aprendam no seu próprio ritmo. Mesmo tendo a vantagem de vídeos em geral serem mais fáceis de se acompanhar, existe uma dificuldade a mais na produção desse tipo de conteúdo, além da falta de material citada nas alternativas anteriores.

Discutindo com o orientador do projeto, surgiu a ideia de um Kit Maker sobre materiais de biologia, que sugere a criação de um kit físico, contendo diversos materiais como EVA, palitos de picolé, elásticos, entre outros, acompanhado de um guia prático. Esse kit seria distribuído aos professores, proporcionando uma experiência prática na criação de material didático interativo, seguindo a filosofia da cultura maker.

Analisando as alternativas pensadas, a solução de um Kit Maker foi a mais interessante de ser trabalhada, pela combinação de partes de leitura e observação, com a experimentação rápida dos conceitos e exemplos do guia, utilizando os materiais básicos contidos no kit.

Relevância

O projeto de um kit maker se mostra ainda mais relevante com os últimos esforços do governo de aumentar a presença da cultura maker nas escolas federais. Segundo o edital de Apoio à criação dos Laboratórios IFMaker na Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica (Rede Federal) há o objetivo de:

“Auxiliar os Professores e Técnicos Administrativos em Educação no desenvolvimento da cultura learning by doing, levando-os a refletir sobre o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos e sobre como ela pode ser utilizada nestes espaços como suporte ao processo de ensino-aprendizagem de todas as áreas do conhecimento, o que permitirá que o aluno seja protagonista no processo ensino/aprendizagem, e que o envolvimento com as necessidades da sociedade onde a unidade acadêmica está inserida seja estimulado.”

Isso demonstra a oportunidade de um kit maker introdutório ser bem-vindo em escolas públicas, mesmo não tendo acesso à equipamentos avançados como impressora 3d, máquina de corte à laser e ferramentas manuais.

Outras justificativas também já foram mencionadas, como a própria deficiência no material didático atual que muitas vezes é estático e não consegue envolver os alunos de maneira significativa.

Refinamento

Seguindo o desenvolvimento do projeto, foi feita a definição dos elementos que compõem o kit. Foi também escolhido o nome Mão na Massa, como nome do kit, para dar mais personalidade à solução. Foi definido então o conteúdo do guia explicativo em si:

1. Introdução ao Kit: Apresentação do conteúdo do kit e sua finalidade educativa.
2. Objetivos: Declaração clara dos objetivos educacionais e pedagógicos do kit. Destaque para o desenvolvimento de habilidades práticas e criativas.
3. Importância de Materiais Didáticos Alternativos: Ressaltar a relevância do kit no contexto educacional. Destacar como ele contribui para a inovação e engajamento dos alunos.
4. Ser Maker e a Cultura Maker: Definição de "maker" no contexto educacional. Exploração da cultura maker, enfatizando a criação, inovação e aprendizado prático.
5. A Filosofia do Faça Você Mesmo (DIY): Explicação da filosofia DIY e como ela se aplica ao kit. Estímulo ao pensamento independente e à resolução de problemas.
6. Desenvolvimento de Habilidades: Identificação das habilidades específicas que podem ser desenvolvidas usando o kit. Enfatizar a importância dessas habilidades no século XXI.
7. Como Usar o Kit: Instruções detalhadas sobre o que é e como utilizar cada componente do kit.
8. Sugestões de Atividades: Descrição de atividades práticas que podem ser realizadas com o kit. Sugestões de adaptações e usos em sala de aula
9. Recursos Adicionais: Indicação de recursos externos para ampliar o conhecimento. Referências a livros, sites e comunidades relacionadas à cultura maker.

10. FAQ (Perguntas Frequentes): Respostas a perguntas comuns sobre o kit e seu uso, facilitando ainda mais o entendimento do usuário.
11. Contato e Suporte: Informações de contato para suporte e perguntas adicionais. Incentivo à comunicação contínua para feedback e melhorias.
12. Conclusão e Incentivo: Resumo final enfatizando a importância da experimentação e da abordagem prática na educação. Incentivo à exploração contínua e ao compartilhamento de experiências.

A quantidade de cada material também foi definida, pensando na utilização deles em uma escala menor, para a experimentação do kit pelo professor, podendo ser adquiridos por ele no caso da atividade ser feita em sala com vários alunos.

- Palitos de Picolé: 50 unidades
- EVA (Etil Vinil Acetato): 5 folhas de 30 x 30 x 1.4 cm
- Cola: 1 tubo de 110g
- Massinha de Modelar: Pacotes de 90g de cada cor (azul, amarelo, verde, vermelho)
- Elásticos: 100 unidades
- Fita Crepe: 1 rolo de 18mm x 50 m
- Barbante: 1 rolo de 50g
- Velcro: 1 metro com faces adesivas
- Ímãs: 50 unidades de 12x3 mm
- Folhas Transparentes: 5 unidades A4

Com esse conteúdo mapeado, foi pensada a melhor forma de se comunicar com o leitor, que deveria incentivar a leitura e conseqüentemente a experimentação e criação utilizando os materiais disponíveis. Assim, foi adotada uma linguagem menos formal e mais amigável.

O kit seria concentrado em em uma caixa de papelão com divisórias para cada componente, respeitando o espaço necessário de cada um e as devidas maneiras de embalagem, como por exemplo a massa de modelar, que deve evitar ter contato com o ar para não secar previamente.

Uma identidade visual simples foi criada para representar a parte de biologia do kit, com cores verde, bege e coral. Além disso, ela faz relação com a parte manual do projeto pelo uso de elementos que imitam a escrita à mão.

O guia que acompanha o kit tem o tamanho A5 quando fechado, sendo impresso em papel couchê 120g/m² brilhoso como teste, mas deve ser impresso em papel reciclado 120g/m², para acompanhar a temática do kit. A impressão é feita colorida e o livreto de 24 páginas é fechado com grampos.

As ilustrações utilizadas no guia possuem licença Creative Commons e foram retiradas prontas da internet.

Com o detalhamento e identidade definidos, foi montado uma versão de teste do kit, com todos os materiais previstos.

Figura 13 - Versão de teste do kit



Fonte: Elaborado pelo autor

O pdf do guia pode ser acessado pelo seguinte código QR:



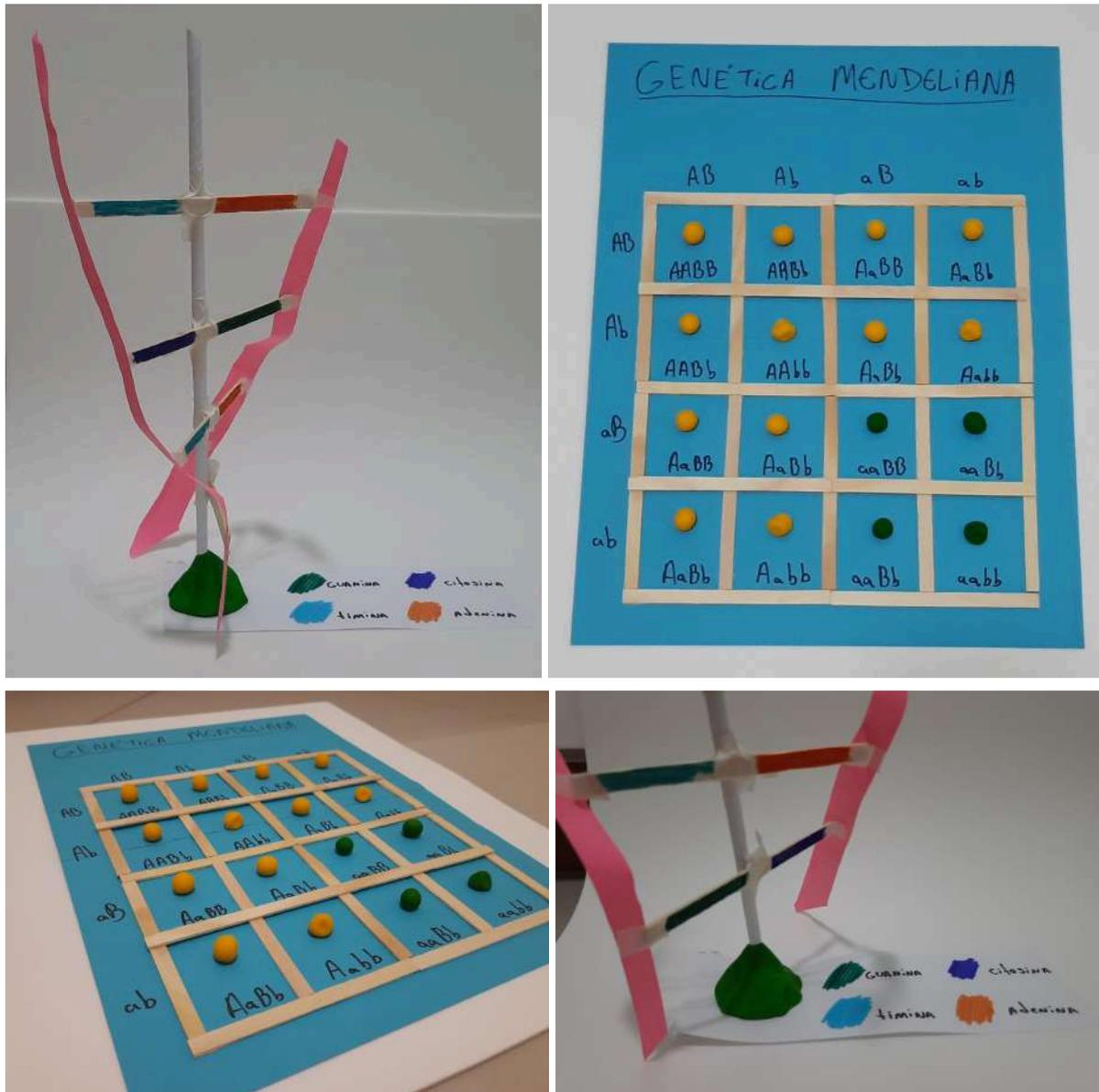
Experimentação

Para avaliar a praticidade e eficiência das atividades propostas no kit, foi conduzida a fase de experimentação, realizando pessoalmente a montagem das atividades (Figuras 13). Esse estágio buscou testar a clareza das instruções, a facilidade na manipulação dos materiais, bem como a efetividade das atividades na fase de construção.

Na primeira atividade, "Desenrolando o DNA", a produção das peças representativas das bases nitrogenadas e suas ligações foi conduzida de forma satisfatória, com os palitos de picolé servindo bem para retratar o real, e dar resistência ao modelo. Inicialmente foi pensado em utilizar dois palitos conectados pelas pontas para gerar a estrutura central, mas a necessidade das "bases nitrogenadas" ficarem em diferentes ângulos pedia que a haste central fosse circular. Para isso foi empregada a técnica de enrolar o papel de quina a quina, gerando um tubo fino porém resistente, que possibilitou a fixação de palitos pintados nas cores disponíveis, usando fita crepe.

Já na segunda atividade, "Ervilhas Coloridas (Genética Mendeliana)", a montagem do quadro genético com as ervilhas e suas diferentes características também foi realizada com sucesso. A massa de modelar se mostrou própria para a realização dessa atividade, já que pode ser manipulada para ter a superfície lisa ou rugosa, justamente o necessário para a representação dos fenótipos das ervilhas. A construção da tabela em si também ocorreu tranquilamente, utilizando os palitos para as divisórias e gerando uma barreira para caso as "ervilhas" rolassem devido ao movimento da base.

Figura 14 - Experimentos montados pelo autor



Fonte: Elaborado pelo autor

Também foi feita uma avaliação com duas familiares que possuem conhecimento na área, uma profissional formada em biologia e uma professora aposentada de biologia. Foi apresentado o material

Figura 15 - Validação preliminar



Fonte: Elaborado pelo autor

Entretanto, é crucial ressaltar que essas atividades foram experimentadas apenas pelo autor do projeto. Uma fase de testes mais didática envolveria professores de biologia e, principalmente, a participação dos alunos na fase de construção.

Conclusão

Ao encerrar este relatório, é inevitável refletir sobre a jornada trilhada no desenvolvimento desse projeto. O design do kit emergiu da fusão cuidadosa entre a filosofia maker e as demandas específicas do ensino de biologia. Buscou-se não apenas oferecer uma solução pronta, mas sim empoderar os professores a se tornarem makers, estimulando a experimentação, a criatividade e a personalização do processo de aprendizado.

O projeto, desde sua concepção até a fase de experimentação, foi marcado por desafios e descobertas significativas com a interseção entre teoria educacional, design de produto e a cultura maker, que trouxeram à tona a necessidade de uma abordagem criativa. Um ponto de destaque foi a relação entre teoria e prática no método de Mike Baxter, cuja metodologia projetual impulsionou a problematização constante e a adaptação contínua do projeto. Essa reconfiguração durante a produção foi crucial para definir o caminho certo a ser trilhado, tendo de exemplo mais notável a presença dos pilares maker na produção do conteúdo final.

No contexto do público-alvo, o projeto se deparou com a complexidade do sistema educacional, e as variadas condições de recursos nas escolas. Isso instigou a busca por soluções flexíveis e adaptáveis, capazes de serem implementadas em diferentes contextos. A experiência de conduzir entrevistas com professores, como Waldiney Mello, Ricardo Michel e Lucimeri Ricas Dias, proporcionou uma compreensão mais rica e contextualizada

das necessidades e desafios enfrentados pelos educadores, além de diferentes exemplos de materiais didáticos alternativos que podem ser feitos com materiais simples e técnicas básicas. A adoção da cultura maker por esses profissionais e sua visão sobre o papel do design no contexto educacional foram contribuições valiosas para a evolução do projeto. A etapa de experimentação, embora rápida, trouxe à tona a importância de testar as ideias na prática. A montagem das atividades exemplo ajudou muito a entender o que é preciso durante a tradução de uma ideia para um objeto físico artesanal. Essa fase foi vital para validar a viabilidade prática das propostas e identificar pontos de aprimoramento.

No âmbito do design educacional, este projeto reforça a ideia de que a inovação vai além de oferecer soluções prontas, ela envolve capacitar os agentes da educação a adaptar o método de ensino aliado a essa nova abordagem. A cultura maker não é apenas uma tendência, mas uma resposta à necessidade de formar indivíduos mais capazes, com pensamento crítico e habilidades técnicas práticas.

Este projeto, por meio do kit "Mão na Massa", busca dar uma mão para os professores e para a forma como abordam o ensino de biologia, abrindo espaço para a criatividade, experimentação e inovação.

Referências

2 Que relação é essa: ensino-aprendizagem? [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em:

<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/13422/13422_3.PDF>.

ALMEIDA, Rech. USO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO DE BIOLOGIA. [s.l.: s.n., s.d.].

Disponível em:

<<https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/1144/1084599-SINARA%20ALMEIDA%20RECH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 1 jul. 2023.

ANESE, Jéssica, and PANIZ, Catiane Mazocco. A Importância Da Utilização de Diferentes Recursos Didáticos No Ensino de Ciências E Biologia. InFor, 2016.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos. 2. ed. rev. [S. l.]: Editora Blucher, 2005.

BIOMÉDICO, Centro; DE BIOLOGIA, Instituto; GOMES, Roberto; *et al.* Universidade do Estado do Rio de Janeiro. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em:

<<https://www.bdtd.uerj.br:8443/bitstream/1/18532/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Ala n%20Portella%20de%20Souza%20-%202019%20-%20Completa.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2023.

BONSIEPE, Gui. Design como prática de projeto. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2012.

BORDINHÃO, Jacqueline; PINTOR; SILVA, Elias; *et al.* O USO DOS MATERIAIS DIDÁTICOS COMO INSTRUMENTOS ESTRATÉGICOS AO ENSINO-APRENDIZAGEM.

[s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em:

<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/o_uso_dos_materiais_didaticos_como_instrumentos_estrategicos_ao_ensino-aprendizagem.pdf>.

Ciência Interativa. Disponível em: <<https://www.cienciainterativa.com.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

Educação lança novo modelo de ensino na cidade e investe em construção e reforma de escolas. Disponível em:

<<https://prefeitura.rio/a-vida-vai-melhor/educacao-lanca-novo-modelo-de-ensino-na-cidade-e-investe-em-construcao-e-reforma-de-escolas/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

Especial Educação Mão na Massa. Disponível em:
<<https://porvir.org/especial/maonamassa/>>. Acesso em: 1 dez. 2023.

ESPLENDORI, Gabriela; RIKI MIYAHARA KOBAYASHI ; ALVES, Vilanice. Multisensory integration approach, cognitive domains, meaningful learning: reflections for undergraduate... ResearchGate. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/359840493_Multisensory_integration_approach_cognitive_domains_meaningful_learning_reflections_for_undergraduate_nursing_education>. Acesso em: 5 jul. 2023.

GUENTHER, C. et al. Building Confidence: Engaging Students Through 3D Printing in Biology Courses. *Guenther*, v. 47, p. 40–58, 1 mai. 2021. . Acesso em: 12 jun. 2023.

HANSEN, A. K. et al. Exploring the Potential of 3D-printing in Biological Education: A Review of the Literature. *Integrative and Comparative Biology*, v. 60, n. 4, p. 896–905, 10 jul. 2020. . Acesso em: 2 jul. 2023.

[s.d.]

Impressão 3D no Ensino de Ciências. Cursoteca-coltec.org. Disponível em:
<<https://cursoteca-coltec.org/courses/impressao-3d-no-ensino-de-ciencias/>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

INDICATED. History of Textbook. Summaryplanet.com. Disponível em:
<<http://www.summaryplanet.com/summary/History-of-Textbook.html>>. Acesso em: 3 jul. 2023.

Instagram. Disponível em: <<https://www.instagram.com/cariocapdesign/>>. Acesso em: 2 dez. 2023.

Lukita, Henrica, et al. Can Interactive Learning Improve Learning Experience? A Systematic Review of the Literature. Atlantis Press, 2017.

MADALENA, Maria ; PERIOTTO, Fernando. Biologia e as novas tecnologias educacionais, um foco para a educação contemporânea. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, v. 5, n. 11, p. 38–50, 2014. Disponível em:
<<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit/article/view/180>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

MAHILDA DEA KOMALASARI; BAYU PAMUNGKAS; AHMAD MABRURI WIHASKORO; *et al.* Interactive Multimedia Based on Multisensory as a Model of Inclusive Education for Student with Learning... ResearchGate. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/337246826_Interactive_Multimedia_Based_on_Multisensory_as_a_Model_of_Inclusive_Education_for_Student_with_Learning_Difficulties>. Acesso em: 2 jul. 2023.

Masterclass. Disponível em: <<https://www.masterclass.com/articles/3d-anaglyph>>. Acesso em: 1 dez. 2023.

MEDEIROS, Priscila ; SILVA, D. SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO O USO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO DE BIOLOGIA. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em:
<<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2175/1/TCC%20PRISCILA.pdf>>.

Nave à Vela | Inovação educacional na prática. Disponível em:
<<https://www.naveavela.com.br/>>. Acesso em: 26 nov. 2023.

Olivetti, Maria, et al. BIOLOGIA E as NOVAS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, UM FOCO PARA a EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA BIOLOGY and NEW EDUCATIONAL TECHNOLOGY, a FOCUS for CONTEMPORARY EDUCATION. 2014.

Parts of an Animal Cell. Disponível em:
<<https://www.tinkercad.com/projects/Parts-of-an-Animal-Cell-1>>. Acesso em: 2 dez. 2023.

Pelletier, Kathe, et al. 2023 EDUCAUSE Horizon Report® Teaching and Learning Edition. EDUCAUSE, 2023.

Referências Pedagógicas. Disponível em:
<<https://littlemaker.com.br/conheca/metodologia/referencias-pedagogicas/>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

RODRIGUES, Silva. A IMPORTÂNCIA DO USO DE RECURSO DIDÁTICO PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM NAS AULAS DE BIOLOGIA [1] Rosicleide da THE IMPORTANCE OF THE USE OF DIDACTIC RESOURCES FOR THE TEACHING-LEARNING PROCESS IN BIOLOGY LESSONS. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em:
<<https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2018/443-54621-01122018-210848.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2023.

ROSANA LIMA GERPE. Modelos didáticos para o ensino de Biologia e Saúde: produzindo e dando acesso ao saber científico. Revista Educação Pública, v. 20, n. 15, 2020.

Disponível em:

<<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/15/modelos-didaticos-para-o-ensino-de-biologia-e-saude-produzindo-e-dando-acesso-ao-saber-cientifico>>. Acesso em: 3 jul. 2023.

SAIMAN ROSAMSI; MIEKE MIARSYAH ; RIZHAL HENDI RISTANTO. Interactive Multimedia Effectiveness in Improving Cell Concept Mastery. ResearchGate. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334700338_Interactive_Multimedia_Effectiveness_in_Improving_Cell_Concept_Mastery>. Acesso em: 2 jul. 2023.

Scopabits. Disponível em: <<https://www.bugo.design/scopabits>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

STELLA, Larissa Ferreira ; MASSABNI, Vânia Galindo. Ensino de Ciências Biológicas: materiais didáticos para alunos com necessidades educativas especiais. Ciência & Educação (Bauru), v. 25, n. 2, p. 353–374, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n2/1516-7313-ciedu-25-02-0353.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2023.

The use of textbooks has been a standard practice across educational institutions since the 16th century. However, at the turn of the 21st century, these resources have slowly given way to their digital counterparts. After all, compared to printed textbooks, they are convenient to carry around, often cheaper, and easier to access. Records... Research.com. Disponível em: <<https://research.com/education/textbooks-digital-transformation#1>>. Acesso em: 2 jul. 2023.

Velasco, David. UERJ -Universidade Do Estado Do Rio de Janeiro ESDI -Escola Superior de Desenho Industrial. ESDI - Escola Superior de Desenho Industrial, 2023.

VIANA, J. Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser. Disponível em: <<https://keeps.com.br/piramide-de-aprendizagem-de-william-glasser-conceito-e-estrutura/>>.