



Universidade de Brasília
Departamento de Design
Trabalho de Conclusão de Curso

Anne Kimberlly Rodrigues de Castro
Fernando de Araújo Lima Ferreira

Miscelânea

Experimentações contextualizadas em aprendizados teórico-práticos

Anne Kimberlly Rodrigues de Castro
Fernando de Araújo Lima Ferreira

Miscelânea

Experimentações contextualizadas em aprendizados teórico-práticos

Monografia apresentada ao Departamento de Design da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Design.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nayara Moreno de Siqueira

Brasília/DF
2022

A todos que buscam mudanças.

AGRADECIMENTOS

Anne

Primeiramente à Deus, o Senhor sempre foi generoso com minha vida, e sem seu amparo não poderia ter seguido essa jornada.

Deixo aqui minha gratidão a todos que contribuíram para conclusão desta etapa. À minha família, que nunca questionou minhas decisões, em especial a minha irmã e ao meu namorado por me ouvirem nos momentos difíceis. As minhas amigas, que me acompanham desde a adolescência, agradeço por todo amor e palavras de incentivo. Agradeço a um amigo querido que sempre foi um grande incentivador, sem seus conselhos a permanência na universidade não seria possível, obrigada Professor Ricardo.

Ao meu sócio de jornada Fernando, meu eterno agradecimento. Parte fundamental no percurso de formação, nossa amizade foi construída de angústias compartilhadas, muitas risadas e a finalização desse trajeto não poderia ser individual.

Fernando

Agradeço à minha família por ter, até certo ponto, tomado conta das coisas da vida, permitindo que eu dedicasse minha concentração ao presente trabalho. Aos meus amigos que me apoiaram nessa longa caminhada acadêmica (com direito a piadinhas e apostas sobre minha permanência).

À minha sócia de jornada, Tia Kimberlly, meu eterno agradecimento. Parte fundamental no percurso de formação, nossa amizade foi construída de angústias compartilhadas, muitas risadas e a finalização desse trajeto não poderia ser individual.

Agradecemos também aos mestres que nos proporcionaram tanto conhecimento ao longo desses anos. Em particular, a gratidão pela nossa orientadora de projeto, Professora Nayara. Sem sua presença estaríamos desorientados, sua paciência e tranquilidade nos ajudou nessa caminhada, e por isso nós lhe somos gratos.

*“Tudo que precisa ser dito já foi dito.
Mas, já que ninguém estava ouvindo,
é preciso dizer outra vez.”*

André Gide

RESUMO

O modelo de ensino aplicado ainda hoje no Brasil se apoia prioritariamente no método tradicional, que parece imune às revoluções sociais que aconteceram ao longo do tempo. Deslocado da vida real e de contextualizações práticas, se afasta ainda de formas modernas de aprendizado advindas do avanço e popularização de tecnologias e meios de comunicação como a Internet. O impacto desse distanciamento no ensino afeta profundamente a relação dos aprendizes com o ato de aprender. Assim sendo, buscamos aqui reaproximar o aprendizado das aplicações práticas, para que torne-se significativo e envolvente, minimizando a falta de interesse presente nesse panorama. Após revisar conceitos apresentados por teóricos do início do século e conciliar com novos modelos de aprendizagem propostos após advento da Internet, combinamos ferramentas do design que buscam de maneira sistêmica construir um percurso lógico do questionamento à resolução, identificando também o estado atual de soluções e similares. A partir daí, elencamos características pertinentes para, enfim, definirmos um modelo de sistema de atividades com foco na experimentação prática, respeitando a interdisciplinaridade e contextualização. Ao fim desse trajeto, apresentamos um protótipo do modelo, denominado MISCELÂNEA, que trabalha as conexões diversas que um tema pode desenvolver e, ainda, incentiva a continuidade da autonomia do aprendizado. Conclui-se ao revisitar esses conceitos que muitas propostas teóricas ainda não foram esgotadas em sua aplicação, e quando aliadas à tecnologia possuem uma boa base a ser explorada.

Palavras-chave: aprendizado significativo, atividade prática, contextualização, design instrucional.

ABSTRACT

The teaching model still applied in Brazil relies primarily on the traditional methods, which seems immune to the social revolutions that have taken place over time. It gets displaced from real life and practical contextualization despite the rise of modern types of learning derived from the advancement and popularization of technologies and media such as the Internet. The impact of this gap on teaching profoundly affects the relationship between learners and the act of learning. Therefore, we intend to bring learning closer to practical applications so it becomes meaningful and engaging, decreasing the lack of interest present in this scenario. After reviewing concepts presented by theorists from the beginning of the century together with new learning models proposed after the advent of the Internet, we combine design tools that systemically seek to build a logical path from questioning to resolution, while also identifying the current state of similar solutions. From there we list relevant features to define a model of an activities system focused on practical experimentation, taking interdisciplinarity and contextualization in consideration. At the end of this path we present a prototype of the model, called MISCELANEA, which works with the different connections that a theme can develop and encourages the continuity of learning autonomy. We conclude by revisiting these concepts that many theoretical proposals have not been exhausted yet in their application and if combined with technology can have a good potential to be explored.

Keywords: meaningful learning, practical activity, contextualization, instructional design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Descrição do modelo VARK	18
Figura 2: Linha do tempo da evolução educacional	23
Figura 3: Pirâmide de Glasser	24
Figura 4: Nuvem de palavras	26
Figura 5: Distribuição dos Escores: Turma Experimental	27
Figura 6: Material sendo utilizado por alunos	28
Figura 7: <i>Moodboard</i> de canais de divulgação	32
Figura 8: Diagrama comparativo - Método Científico vs. <i>Design Thinking</i>	43
Figura 9: As quatro etapas do <i>Double Diamond</i>	45
Figura 10: O percurso no <i>Design Thinking</i>	46
Figura 11: Diagrama comparativo - ADDIE vs. LEX	47
Figura 12: <i>Riverside School</i>	51
Figura 13: Plataforma Eduqo	55
Figura 14: Plataforma Brilliant	56
Figura 15: littleBits	58
Figura 16: EletroBlocks	58
Figura 17: Serviço Nave à Vela	59
Figura 18: Produtos KiwiCo	60
Figura 19: <i>Moodboard</i> de exposições interativas	62
Figura 20: Modelo de procedimento ideal contextualizado	67
Figura 21: Mapa geral de aplicação	68

Figura 22: Esquema de graus de interação	70
Figura 23: Mapa explorando conceitos de fermentação	72
Figura 24: Mapa explorando conceitos óticos	73
Figura 25: Persona 1 - Vitor, estudante	74
Figura 26: Persona 2 - Nat, fotógrafa	75
Figura 27: Capa interna, material de ótica	76
Figura 28: Spread 1 - página de contextualização histórica	76
Figura 29: Spread 2 - página de construção da câmara escura e seu funcionamento	77
Figura 30: Spread 3 - página de conceituação da propagação da luz	78
Figura 31: Modelo de caderno inteligente	79
Figura 32: <i>Spread</i> de páginas aplicados à montagem de caderno inteligente	79

QUADROS

Quadro 1: Resumo de teorias sobre aprendizado	16
Quadro 2: Diferenças metodológicas - Tradicional vs. Ativo	25
Quadro 3: Diferenças de integração entre disciplinas	35
Quadro 4: Comparação de metodologias	48
Quadro 5: Exemplos de escolas alternativas	53

GRÁFICO

Gráfico 1: Matrículas no ensino médio por dependência administrativa, segundo as unidades da federação	37
Gráfico 2: Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas de ensino médio	38

LISTA DE ABREVIATURAS

ADDIE - Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation

BBC - British Broadcasting Corporation

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

DIY - Do it Yourself

EaD - Ensino à Distância

Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IoT - Internet of Things

ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica

LEX - Learning Experience Design

MP - Medida Provisória

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development

ONG - Organização não Governamental

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra

STEAM - Science, Technology, Engineering, Arts and Math

STEM - Science, Technology, Engineering and Math

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

VARC - Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. INFORMAÇÃO E FORMAÇÃO	15
1.1. O APRENDIZ	15
1.2. A FÁBRICA DE VESTIBULAR	19
1.3. APRENDER FAZENDO... E ERRANDO	22
1.4. ENSINO NO BRASIL	33
1.5. DESENHANDO MUDANÇAS	38
2. O PAPEL DO DESIGN	40
2.1. FERRAMENTAS, RECURSOS E DESIGN DE SERVIÇOS	40
2.2. MAPEANDO METODOLOGIAS E RECURSOS NA EDUCAÇÃO	49
2.3. SÍNTESE METODOLÓGICA	63
3. EXPERIMENTANDO APRENDER	65
3.1. REQUISITOS DE PROJETO	65
3.2. PROPOSTA DO SISTEMA MISCELÂNEA	66
3.3. VISUALIZANDO OPÇÕES	71
3.4. MATERIAL PILOTO: ÓTICA, UMA CÂMARA ESCURA E A FOTOGRAFIA	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	92
ANEXO I: <i>Moodboards</i>	92
ANEXO II: Modelo MISCELÂNEA	96

INTRODUÇÃO

Tudo começou com a necessidade de criação de uma câmera *Pinhole* para um projeto de estágio. Trata-se de uma câmera artesanal, de baixo custo, normalmente feita a partir de uma lata com um furo produzido por um alfinete¹ que projeta a luz por meio desse orifício na face oposta, registrando em papel fotossensível, uma imagem. A realidade de aplicação da proposta era alcançar pacientes em reabilitação por meio do recurso fotográfico, levando-os a enxergar a importância da foto como registro e memória. Entretanto, percebeu-se a possibilidade de aplicação em outros contextos.

No processo de prototipagem do modelo que atenderia a realidade dos pacientes notou-se a correlação da atividade executada com os conceitos aprendidos no ensino médio, e uma aplicação prática através de uma atividade experimental que envolvia diversas áreas de ensino, como física, química, artes e história. Ao mesmo tempo, percebeu-se a carência desses conhecimentos, devido à forma que são transmitidos.

O modelo tradicional de ensino torna os conteúdos enfadonhos para a maioria dos estudantes (DUARTE, 2018) à medida em que as escolas buscam resultados favoráveis à sua imagem: mais atenção no número de aprovados em vestibular e menos na formação de indivíduos e cultivo de talentos.

“Neste modelo a gestão é o maior determinante das normativas e métodos de organização. Devido à forte concorrência no mercado de trabalho, as escolas preparam os indivíduos para se tornar alguém qualificado, não priorizando o conhecimento cultural, apenas o utilitário e tecnicista. Não há espaço para o conhecimento pelo conhecimento. Tal perspectiva se faz muito mais aparente em nosso tempo atual: o foco é treinar o aluno para o vestibular, unicamente.” (TEIXEIRA, 2018)

“Quase quatro (36,5%) em cada dez brasileiros de 19 anos não concluíram o ensino médio em 2018, idade considerada ideal para esta etapa de ensino. Entre eles, 62% não frequentam mais a escola e 55% pararam de estudar ainda no ensino fundamental. (G1 Educação)²

¹ Do inglês: “*pin*”, alfinete, e “*hole*”, furo.

² OLIVEIRA, Elida. *Quase 4 em cada 10 jovens de 19 anos não concluíram o ensino médio, aponta levantamento*. G1 Educação. 17 de dezembro de 2018.

De um lado, adolescentes pouco estimulados pelos estudos, muitas vezes cursando séries atrasadas. Do outro, um currículo escolar extenso porém desconectado da realidade, em aulas excessivamente teóricas e incapazes de suprir deficiências anteriores dos alunos. (BBC Brasil)³

O conhecimento é apresentado particionado, descontextualizado e de forma seriada, perdendo a interdisciplinaridade natural da realidade (ALVES, et. al. 2016).

Morin ainda complementa essa visão ao dizer que,

“a tradição do pensamento que forma o ideário das escolas elementares ordena que se reduza o complexo ao simples, que se separe o que está ligado, que se unifique o que é múltiplo, que se elimine tudo aquilo que traz desordens ou contradições para nosso entendimento.” (MORIN, 2002, p.16 *apud* VIEIRA, 2014, p. 15)

O desinteresse resultante é um dos fatores contribuintes para rendimentos baixos e evasão escolar. Formas alternativas de ensino existem, mas não são amplamente difundidas ou de fácil acesso.

“Uma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizada e deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, enfim, que ele comece a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo [...], tão importante quanto a [...] de conceitos e/ou conteúdos”. (AZEVEDO, 2004 *apud* WILSEK; TOSIN, 2008).

De forma a contribuir, mesmo que aos poucos, para melhorar e incentivar o aprendizado em geral, o objetivo geral da proposta é incentivar iterações⁴ através de atividades práticas buscando despertar o interesse e a criatividade dos usuários, por meio da investigação de recursos facilitadores de integração teórico-prática, valorizando a aproximação com o contexto real e diminuindo, no que for possível, algumas barreiras tanto de implementação da atividade quanto de acesso ao conhecimento.

Para alcançar o objetivo geral, objetivos específicos orientam o caminho:

³ IDOETA, Paula Adamo. *Ensino médio testa saídas contra desinteresse e evasão escolar*. BBC News, Brasil. 4 agosto 2014.

⁴ Iteração: ação de fazer ou repetir uma função por um determinado tempo até que uma condição seja alcançada.

1. Verificar e levantar carências relacionadas ao aprendizado, sobretudo no percurso escolar tradicional e sua falta de proximidade com aplicações práticas.
2. Identificar quais ferramentas e recursos do design podem auxiliar na pesquisa e desenvolvimento de respostas.
3. Pesquisar propostas existentes relacionadas aos temas tratados.
4. Detectar conteúdos e temas relacionados a trabalhos, ofícios e funções.
5. Elaborar modelo de atividade que atenda os objetivos da proposta.

Por fim, apresentamos os assuntos tratados em cada capítulo do projeto. O capítulo 1, “Informação e Formação”, é a base, na qual contextualizamos por meio de referencial teórico como os processos de aprendizagem se desenvolveram e como ainda hoje são aplicados conceitos desenvolvidos em outras épocas. No capítulo 2, buscamos identificar “O Papel do Design” no desenvolvimento de proposições, observando e adequando ferramentas e metodologias ao conteúdo explorado, para orientação da proposta sugerida no capítulo 3, “Experimentando Aprender”, onde consolidamos o modelo final e seus requisitos, explicando a estrutura do serviço ao exemplificar uma aplicação.

1. INFORMAÇÃO E FORMAÇÃO

Com a motivação adquirida no projeto da câmera *pinhole*, viu-se a lacuna existente entre o aprendizado teórico e a realização prática de atividades, entre o aprender por obrigação e o aprender por interesse. Isso alimentou a pesquisa tanto de metodologias de ensino quanto sobre o processo de aprendizagem em si. Por consequência, foi possível perceber similaridades entre motivações, métodos, teorias e ferramentas tanto da área da educação como do design. Nesse tom, assumimos como pertinente explorar maneiras que o design pode atuar para facilitar ou potencializar o aprendizado com base nos pontos de sintonia e contato já citados entre as áreas, mas sem nos atrever a adentrar num estudo profundo de educação e pedagogia por não ser nosso campo de atuação. Este trabalho, portanto, *envolve* educação, mas não é *sobre* educação.

1.1. O APRENDIZ

Nessa primeira parte do capítulo buscaremos explorar, por meio da investigação de conceitos já estudados por outros autores, como se desenvolve o processo de aprendizagem, refletindo sobre como a estrutura aplicada em sala de aula parece não se relacionar com a vida do aprendiz.

Primeiramente, precisamos explorar mais o fenômeno do aprendizado e os elementos nele envolvidos, para em seguida buscar maneiras de trabalhar a experiência ao aprender. Partindo dos conceitos dos estudiosos ao longo das décadas, compreendemos que a aprendizagem não começa na escola e a interação do indivíduo com o meio também se relaciona à aquisição de conhecimento. Além disso, aprender não é um ato regado e padronizado bem como não está restrito a uma faixa etária. É realizado constantemente, voluntária ou involuntariamente. Pesquisar sobre o aprendizado traz visões e modelos diversos que, apesar de particularidades contextuais, políticas e cronológicas, podem ser aproveitados atualmente (quadro 1).

Quadro 1: Resumo de teorias sobre aprendizado

<p>Jean Piaget (1886 - 1980)</p>	<p>Educar é "provocar a atividade" - isto é, estimular a procura do conhecimento. Isso porque, para o cientista suíço, o conhecimento se dá por descobertas que a própria criança faz - um mecanismo que outros pensadores antes dele já haviam intuído, mas que ele submeteu à comprovação na prática. Vem de Piaget o conceito de que o aprendizado é construído pelo aluno e é sua teoria que inaugura a corrente construtivista.</p>
<p>Lev Vygotsky (1896 - 1934)</p>	<p>Partia da ideia que a criança tem necessidade de atuar de maneira eficaz e com independência e de ter a capacidade para desenvolver um estado mental de funcionamento superior quando interage com a cultura. A criança tem um papel ativo no processo de aprendizagem, entretanto não atua sozinha. Aprende a pensar criando, sozinha ou com a ajuda de alguém, e interiorizando progressivamente versões mais adequadas das ferramentas "intelectuais" que lhe apresentam e lhe ensinam ativamente os adultos à sua volta.</p>
<p>Paulo Freire (1921 - 1997)</p>	<p>Conceituou o que chama de "educação bancária", visão na qual aluno é tido como sujeito que nada sabe, e a educação é uma doação dos que julgam ter conhecimento. O professor, nesse processo, "deposita" o conteúdo na mente dos alunos, que a recebem como forma de armazenamento, o que constitui o que é chamado de alienação da ignorância, pois não há criatividade, nem tampouco transformação e saber, existindo aí a "cultura do silêncio", isto porque o professor é o detentor da palavra, criando no aluno a condição de sujeito passivo que não participa do processo educativo.</p>
<p>David Ausubel (1918 - 2008)</p>	<p>A aprendizagem pode se processar por: 1. Descoberta: o aluno deve aprender "sozinho", deve descobrir algum princípio, relação, lei, como pode acontecer na solução de um problema. 2. Recepção: recebe-se a informação pronta (como em uma aula expositiva) e o trabalho do aluno consiste em atuar ativamente sobre esse material, a fim de relacioná-lo a ideias relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva. A aprendizagem significativa tem lugar quando as novas ideias vão se relacionando de forma não-arbitrária e substantiva com as ideias já existentes.</p>

Fonte: Adaptado de Teorias da Aprendizagem, por Alberto Ricardo Prass

De certo modo, não se pode definir uma única maneira estrita para o aprender, havendo relação direta com o fato de o aprendizado ser um resultado individual: cada um realiza o seu próprio processo. Isso não significa que o sujeito sozinho se basta para aprender, mas que o trajeto e o resultado são específicos e autorais. O aprendizado, no entanto, envolve vários outros elementos e a comunicação entre eles, ou seja, relaciona-se com uma realidade, um contexto.

Informações e conceitos presentes em determinado contexto podem ser assimilados pelo indivíduo com variados graus de intermediação de outros fatores, como o ambiente, a necessidade, a presença ou interação de outros indivíduos. Um aspecto do aprendizado que vale lembrar é não apenas tratar de conhecimento formalizado, mas da formação do ser. As interações com o outro, em determinada situação e espaço, desenvolvem características físicas, afetivas, além das intelectuais.

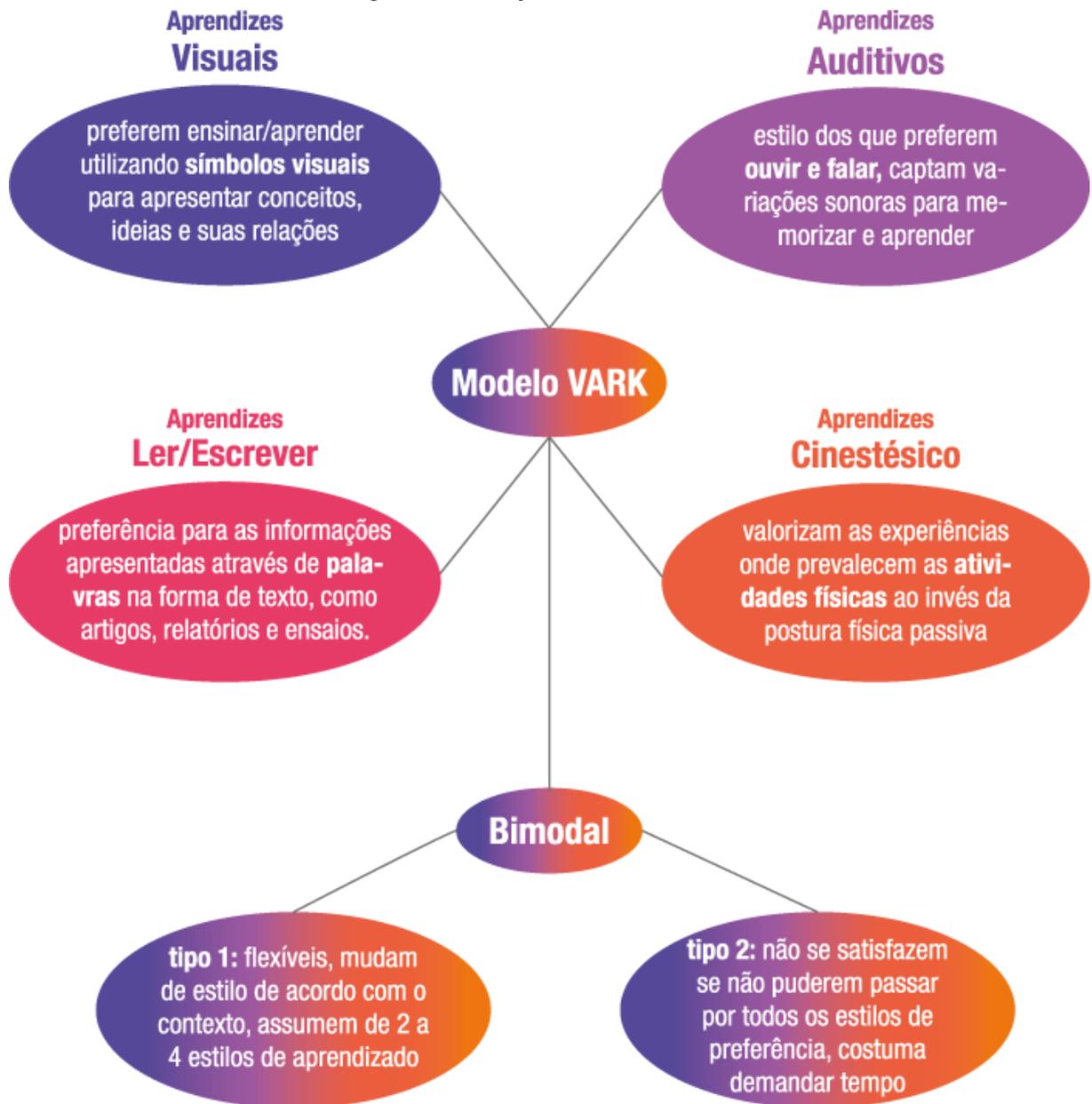
O conhecimento, objeto da nossa atividade, não pode, no entanto, ser reduzido à sua modalidade científica, pois, apesar de ela estar mais direta e extensamente presente em nossas ações profissionais cotidianas, outras modalidades (como o conhecimento estético, o religioso, o afetivo etc.) também o estão. (CORTELLA, 2004, p.21 *apud* VIEIRA, 2014, p14)

Levando em consideração as diferenças na forma como cada indivíduo aprende, Neil Fleming, em 1987 (CUNHA, 2015), propôs um questionário que pudesse sistematizar os diferentes estilos de aprendizagem. Assim surge o VARK (Figura 1), um acrônimo para quatro modos de aprendizagem em inglês, *visual, aural, read/write* e *kinesthetic*⁵. Essa ferramenta era utilizada para identificar o perfil individual das preferências de aprendizado relacionadas à forma como os aprendizes melhor recebiam as informações.

Os estilos de aprendizagem são as preferências que cada pessoa tem para adquirir e processar o conhecimento de forma mais eficiente. Acrescentando-se ainda que essas preferências podem ser modificadas ao longo do tempo, devido às vivências e experiência de cada pessoa. (KOLB, 1984 *apud* CUNHA, 2015 p. 29)

⁵ Visual, auditivo, ler/escrever, cinestésico (tradução livre).

Figura 1: Descrição do modelo VARK



Fonte: adaptado de Clever Corp⁶, 2015.

Esse processo de identificação exemplifica também que apesar da diversidade de modelos existentes, alunos que não exibem uma grande preferência para um modo em particular, gostam de opções equilibradas, pois utilizam vários modos para reter uma determinada informação.

Observa-se, portanto, que estímulos ou motivações podem inclinar o sujeito a experienciar determinadas situações, a partir das quais pode reorganizar

⁶ O Questionário VARK. Clever Corp - Tecnologias Educacionais, Brasil. 2015.

conceitos pessoais já interiorizados com os recém obtidos, o que resulta na construção pessoal do conhecimento.

O conhecimento de forma geral existe em dada realidade, mas sua absorção é um resultado pessoal. Não apenas isso, trata-se de um processo ativo: não se consolida passivamente, apenas ao receber informações. Sendo assim, o aprender está ligado aos motivadores para tais experiências pessoais do indivíduo, assim como as relações e intermédios em seu decorrer, e as recompensas - ou punições - que resultarem.

1.2. A FÁBRICA DE VESTIBULAR

Costumamos, automaticamente, relacionar o aprender com o ambiente da escola, mesmo não sendo uma atividade exclusiva dela. A prática relativamente natural e espontânea do aprender foi, com o tempo, formalizada de modo a atender às demandas da sociedade, de acordo com a realidade do momento histórico. O conhecimento foi particionado e categorizado, permitindo sua transmissão de forma direcionada. Isso é natural com a especialização de um estudioso acerca de um tema em particular. Assim, além dos conhecimentos gerais advindos da vivência, um indivíduo pode adquirir saberes específicos.

Uma pessoa poderia ser adotada como aprendiz por parte de um mestre, situação presente em diversas áreas, desde os ofícios mais corriqueiros até os mais exclusivos. Outra forma seria conseguir estudo com tutores, opção dos mais abastados, portanto mais restrita.

A educação 1.0 [...] era focada no professor, que ensinava todas as disciplinas para um único aluno no espaço em que este vivia. Era a época dos preceptores, com a educação voltada somente para uma pequena parcela da sociedade, normalmente nobres, intelectuais e filósofos. Esta talvez seja a primeira e mais longa etapa da história da educação.
(RODRIGUES, 2019)

Com as transformações da revolução industrial, esse conhecimento especificado serve ao molde da educação formal como maneira de instruir a

população em larga escala, como numa linha de montagem. A realidade não é a de formar indivíduos plenos e agraciados pela luz do conhecimento, mas de treinar a população, de modo a servir bem como força de trabalho e participar da economia de consumo. O conhecimento é dividido em blocos, os estudantes em classes e um percurso é determinado. Daí temos a estrutura tradicional de ensino, com professores portadores de conhecimento, situados acima de alunos vazios, prontos a receber o conhecimento despejado, num método passivo e mecânico.

O mundo passava por um drástico processo de transformação, exigindo uma nova escola, capaz de introduzir o ensino técnico e profissional, de modo a garantir a mão de obra qualificada para atuar em favor do crescimento da indústria. A partir daí surgiu a educação 2.0, que trouxe modelos teóricos de educação, centrada na possibilidade de um único professor ensinar dezenas de alunos ao mesmo tempo e que trouxe as mesmas características observadas na produção industrial: tarefas repetitivas e mecânicas. (RODRIGUES, 2019)

Enquanto as escolas sofreram poucas mudanças em sua estrutura ao longo do século, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), se desenvolveram e se aprimoraram num ritmo acelerado. A escola, comparativamente, encontra-se em muitos casos estacionada no passado. Isso contribui para a percepção desinteressante, enfadonha, da escola e do ensino, e leva a resultados desfavoráveis ou ausência de resultados: estudantes deslocados da realidade do mercado, reprovação, baixa fixação de informações, evasão escolar, para citar alguns dos indicadores do que pode ser chamado “fracasso escolar”.

A escola transmite um saber fossilizado que não leva em conta a evolução rápida do mundo moderno; sua potência de informação é fraca comparada a dos *mass media*; a transmissão verbal de conhecimentos de uma pessoa para outra é antiquada em relação às novas técnicas de comunicação [...] a escola, fundamentalmente conservadora, assegura a transmissão de uma cultura que deixou de tornar inteligível o mundo em que vivemos e que desconhece as formas culturais novas que tomam cada vez mais lugar em nossa sociedade. A escola, fechada em si mesma, rotineira, prisioneira de tradições ultrapassadas, vê-se assim acusada de ser inadaptada à sociedade cultural atual. (CHARLOT, 2017, p.150, *apud* DUARTE, 2018, p.9)

É difícil para o ensino tradicional disputar atenção com outros meios de informação, especialmente para a geração mais recente de estudantes “nativos

digitais”. As aspas remetem a outro problema: estar acostumado a usar uma ferramenta não significa ser versado nesta ou ser capaz de aplicá-la em situações diferentes. É possível perceber estudantes aparentemente habituados a usar no seu cotidiano ferramentas e recursos modernos, mas exibem dificuldade em aplicá-los num contexto de estudo.

Pischetola (2016) afirma que “até o momento não há evidências de que o autodidatismo tecnológico se traduz, automaticamente, em autodidatismo cognitivo” (p.41), o que pode ajudar a explicar a percepção que tive, que apesar de se tratarem de estudantes com um bom autodidatismo tecnológico, isso não significou necessariamente que esse autodidatismo se aplicou inteiramente à pesquisa. Pischetola acredita na necessidade de um letramento digital, contraposto ao conceito de alfabetização digital. Pois sustenta que há maior importância na reflexão e capacidade críticas geradas pelo uso das ferramentas, ao invés de apenas adquirir a capacidade ou o código necessário para a utilização das TICs. Isto é, da mesma forma que Paulo Freire colocaria alfabetização como a simples habilidade de ler e escrever e letramento como a capacidade de utilizar estas habilidades para uma função social. (*apud* FONSECA, 2018, p.40)

Além disso, o ambiente escolar em geral não aproveitou bem as ferramentas e tecnologias que naturalmente surgiram e se incorporaram à vida cotidiana fora da escola. Em determinados casos, essas ferramentas e tecnologias são aplicadas, mas de forma ineficiente, fraca ou puramente como um chamariz de marketing⁷.

Não apenas tecnologias e ferramentas de modo geral, mas metodologias inteiras de ensino são similarmente mal aproveitadas, seu uso sendo mais o carimbo de um nome famoso que uma aplicação concreta, contribuindo ainda mais para o afastamento das realidades dentro e fora da escola.

Ainda assim, é nessas ferramentas, tecnologias e metodologias alternativas, - algumas já com décadas de existência, - que se manifesta um desejo real de diversos agentes de levar a sério o ensino, de mudar a situação em que se encontra, de demonstrar que aprender não é sinônimo de chatice.

Os tempos estão acelerados e a escola baseada nas demandas da Revolução Industrial está ficando para trás, afastando-se no tempo e no espaço das necessidades do mundo contemporâneo. O próprio conceito de sala de aula demanda ser modificado, desde que a aula começa muito

⁷ KUNG, Katherine J. *Um truque de marketing em vez de educação fora da sala?* (tradução livre). Brainotony, 2022.

antes do ambiente físico da sala de aula. (MOTA e SCOTT, 2014, p.63, *apud* DUARTE, 2018, p.10)

1.3. APRENDER FAZENDO... E ERRANDO

Com o avanço das TICs, alguns recursos tecnológicos são incorporados ao ensino: escolas implementam laboratórios de informática e buscadores na internet se tornam a fonte mais comum em pesquisas, por exemplo. Enquanto o estudante ganha protagonismo, atividades passam a ter mais aspecto colaborativo e diminui-se a verticalidade do ensino, com a Figura do professor se aproximando de um facilitador do aprender, no que pode ser caracterizado como “educação 3.0”.

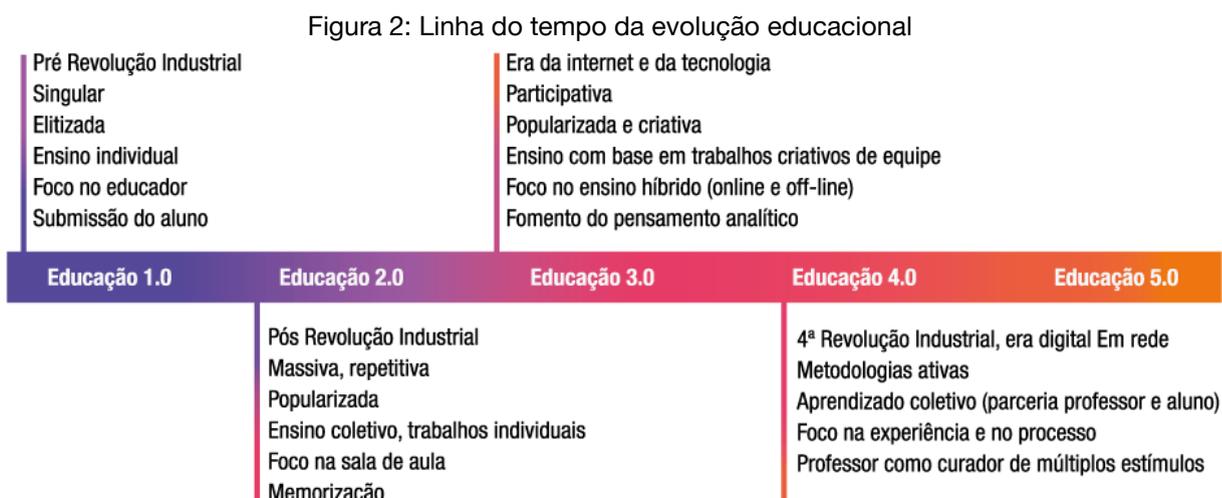
Nesse contexto, a partir dos anos 90, começa-se a introduzir novas mídias na educação, como o computador e o quadro digital, além de iniciar-se uma relação diferente do aluno com a informação. O conceito de protagonismo do aluno é o alicerce da educação 3.0, que abre caminho para uma mudança do paradigma educacional vigente. Nesse cenário, o estudante passa a protagonizar seu processo de aprendizagem, o que lhe permite participar de projetos que realmente despertem o seu interesse e fortaleçam a sua formação. Já o professor, muito mais do que detentor do conhecimento (que agora está disponível a um clique do mouse ou a um toque na tela), passa a ter a função de mediador desse conhecimento. (RODRIGUES, 2019)

Nesse sentido temos o exemplo de escolas alternativas, buscando implementar vários pontos relativos ao aprendizado vistos por pensadores construtivistas e afins. Já o desenvolvimento dos meios de comunicação potencializou o Ensino à Distância (EaD), passando pelo rádio e correspondência até chegar nas plataformas digitais.

Na proposta da educação 4.0, fala-se no papel da tecnologia no ensino, para promover mais rapidez, precisão e conhecimento. A ideia principal é inserir as tecnologias da indústria 4.0 – internet das coisas (*IoT*), inteligência artificial, *machine learning*, gamificação e outras – ao aprendizado e às instituições de ensino. A intenção é aproximar a educação das evoluções tecnológicas que já acompanham a sociedade e as empresas, além de criar uma comunicação mais direta com as novas gerações, que não veem mais a vida descolada da tecnologia. Uma evolução desse conceito, no que alguns chamam de educação 5.0, não extingue as

propostas da 4.0, apenas a complementa, trazendo o que já falamos sobre uma aprendizagem mais humana, desenvolvendo habilidades sociais e emocionais, em busca de promover o mínimo impacto ambiental, com mais saúde e segurança.⁸

Resumidamente, a história da evolução na educação (Figura 2) foi diretamente impactada por influência da Revolução Industrial (1820-1840), período em que mudanças profundas ocorreram no modo de produção, que passou de artesanal para produção em máquina. A organização tradicional de salas de aula que conhecemos hoje, com alunos enfileirados uns atrás dos outros, ainda é resquício dessa época. O segundo período que muda profundamente a educação é a chamada Era da Informação, na qual os avanços tecnológicos transformam nossa sociedade, a partir dos anos 1980. Esse momento marca a forma como a educação avança através do uso de tecnologias que permitiram inclusive o progresso da EaD.



Fonte: autores.

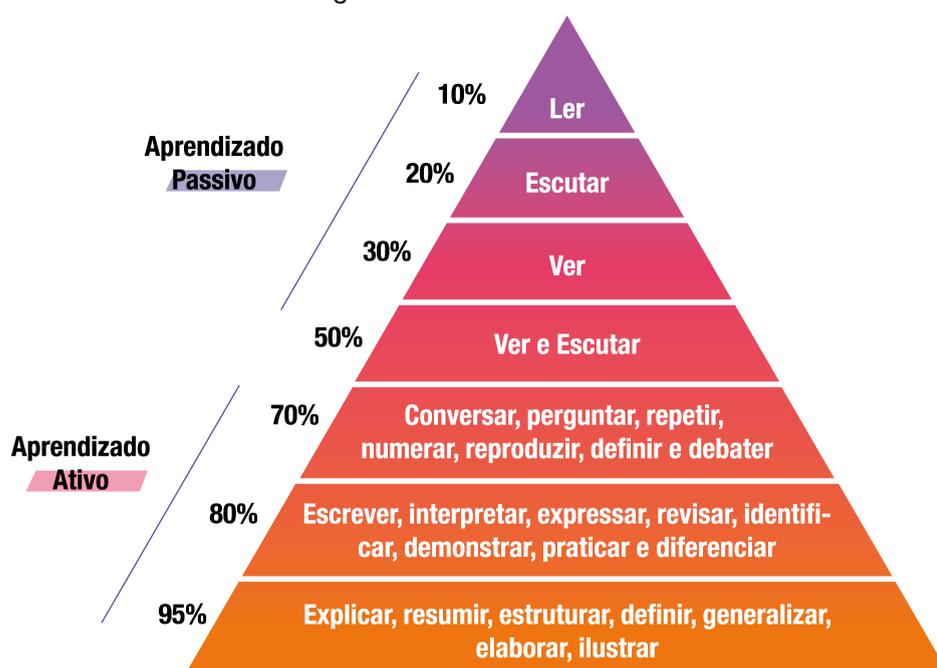
Essa evolução na abordagem da educação evoca os conceitos de metodologias ativas propostos desde a virada do século XX, quando o estudante é colocado como o maior responsável pelo próprio aprendizado. Conforme as características dessas metodologias são aplicadas, aumenta-se o nível de participação ativa do aprendiz no aprender.

Podemos ilustrar esse nível de atividade na pirâmide de aprendizagem (Figura 3). Proposta por William Glasser, ela classifica o grau de aprendizagem de acordo

⁸ Educação 5.0: o que significa e como aplicar? Sydle, 2022.

com as atividades aplicadas no ensino. Nas metodologias ativas, o professor é um guia do ensino que deve ser baseado não somente na capacidade de memorização, pois dessa maneira diversos conceitos passam despercebidos ao longo da aula. O objetivo da metodologia ativa é estimular interações e discussões que possam despertar o espírito participativo e a curiosidade dos alunos, pois como Glasser defende, é fazendo que a pessoa realmente aprende.

Figura 3: Pirâmide de Glasser



Fonte: Adaptado de Tutor Mundi.⁹

Dessa forma, podemos observar o contraste dos métodos tradicionais e das metodologias ativas, principalmente pela mudança do papel do aluno. O quadro 2 elenca as principais diferenças entre os dois modelos.

⁹ O que é Aprendizagem Baseada em Projetos? E como Implementar. TutorMundi

Quadro 2: Diferenças metodológicas - Tradicional vs. Ativo

	Metodologia Tradicional	Metodologia Ativa
Possibilidade de crescimento	Restringe-se quase sempre ao conhecimento cognitivo e à demonstração de habilidade.	Estimula a construção de estratégias para atingir os objetivos pretendidos, chegando a excelência
Métodos disponíveis	Aulas teóricas ou atividades práticas no local de estudo e com supervisão do professor.	Inúmeros métodos disponíveis, que variam em complexidade e custo. Estreita o espaço entre a sala de aula e a verdadeira atuação profissional.
Papel do docente	Ativo, transmissor de informações, expositor de conteúdos.	Interativo, papel de tutor, interagindo com os alunos quando necessário, de maneira a facilitar o aprendizado. Maior atenção necessária para atender todos com qualidade. Trabalho bem maior.
Papel do aluno	Passivo, absorve o maior número possível de dados e muitas vezes não encontra espaço para críticas e discussões.	Ativo, constrói o próprio conhecimento. Sob orientação correta, consegue exercer a atitude crítica e a tomada de decisões.
Vantagens	Menos trabalho para o docente, grandes grupos, custos baixos. Tem por objetivo entregar ao aluno conteúdo de um tópico.	Ao se trabalhar com pequenos grupos, a interação aluno-professor é favorecida. É possível reconhecer as necessidades individuais de cada estudante.
Desvantagens	Avaliação pouco diversificada e classificatória. Não é possível apreender a compreensão do aluno.	O tempo de preparação do docente é maior, tanto para as aulas como no processo de avaliação, deixando o trabalho exaustivo. Requer atuação em pequenos grupos para atingir os objetivos. Além de transmitir todo o conteúdo, precisa selecionar o que será trabalhado.

Fonte: adaptado de Imaginie Educação¹⁰

Essas metodologias e pensamentos voltados para o ensino, distintas do modelo “industrial”, não são novidade contemporânea, com alguns teóricos como

¹⁰ ANDRADE, Sabrina. *Saiba qual a diferença entre metodologia ativa e tradicional e opte pela melhor opção em suas aulas*. Imaginie Educação, 2020.

Piaget e Vygotsky, datando da virada do século XX. Apesar da demora em aplicar esses conceitos, a partir da Era da Informação com o avanço da internet, se fez necessário mudar a forma como o ensino ocorre, recorrendo assim a fontes como as já citadas, bem como a recursos de ensino por resolução de problemas, método aplicado no ensino de design.

Nesse cenário, surgem várias terminologias para abordagens diversas, seja em campos do design ou do ensino, todas buscando se diferenciar dos métodos tradicionais, no que terminam por compartilhar muitos pontos em comum. Em outras palavras, trata-se de propostas distintas que, cada uma à sua maneira, buscam e defendem ideias similares.

“Estudos indicam que...”

Como parte de uma atividade aplicada na disciplina de Introdução à Atividade Empresarial, cursada pela autora em 2021, utilizou-se como ferramenta um questionário que indagava os estudantes de ensino médio a indicar de que forma aprenderiam melhor. Das respostas coletadas foi gerada uma nuvem de palavras (Figura 4) na qual observou-se como os aprendizes pedem por atividades mais dinâmicas e práticas, com ênfase em flexibilidade e interação entre o conteúdo e o cotidiano.

Figura 4: Nuvem de palavras



Fonte: autora.

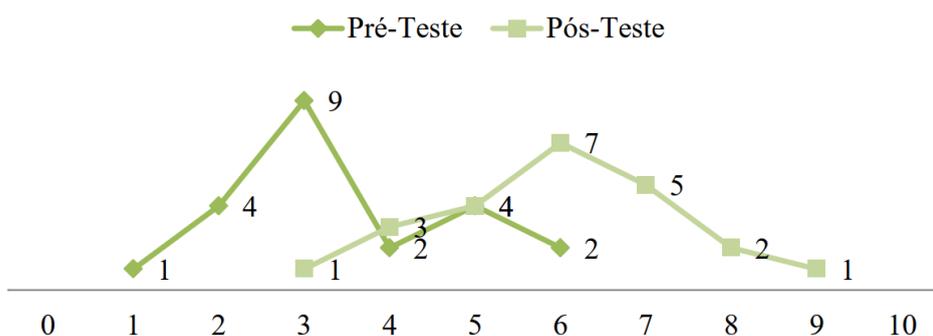
O desejo por aulas mais práticas e dinâmicas, conforme sinalizado na nuvem de palavras, está de acordo com as vantagens apontadas em metodologias ativas de ensino e com as conclusões de alguns trabalhos acadêmicos aplicados no ambiente de sala de aula.

FONSECA (2018) experimentou promover a confecção de objetos de aprendizagem¹¹, percebendo durante o processo uma melhora no interesse e participação, ainda que acompanhado por uma dificuldade dos estudantes em aplicar ferramentas e recursos num contexto escolar.

“Os alunos se sentiram motivados na realização da tarefa proposta, por estarem mais interessados na utilização de recursos tecnológicos e considerarem isso como uma forma “divertida” de aprender.” (FONSECA, 2018)

VIEIRA (2014) realizou intervenção em algumas turmas no ensino de ótica, comparando (Figura 5) a abordagem próxima ao tradicional e a aplicação de atividades experimentais práticas. Foi perceptível um aumento geral na curva de pontuação, com melhora mais evidente nas turmas experimentais.

Figura 5: Distribuição dos Escores: Turma Experimental



distribuição dos escores da turma experimental para o pré-teste e o pós-teste.

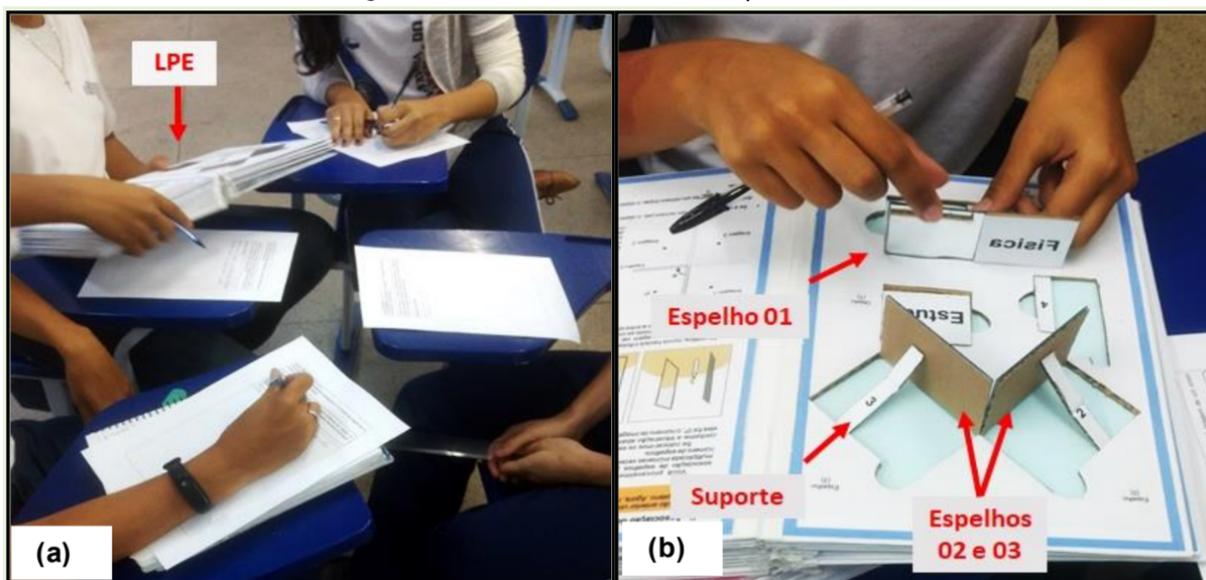
Fonte: VIEIRA, 2014

Por fim, podemos citar o teste feito por ROCHA et al. (2019), no qual desenvolveu-se um livro *pop-up*¹² para trabalhar o ensino de ótica (Figura 6).

¹¹ “Instrumentos elaborados para auxiliar o processo de aprendizagem, colaborando na construção do conhecimento de forma autônoma e lúdica” FONSECA, 2018.

¹² Do inglês “saltar” ou “surgir”, em tradução livre. Termo geral para se referir a livros nos quais o uso cuidadoso de recortes e dobras no papel permite a exploração do espaço tridimensional.

Figura 6: Material sendo utilizado por alunos



Fonte: ROCHA et al., 2019.

“A criação [...] vem de encontro com a realidade brasileira, na qual, a falta de laboratórios no ambiente escolar é latente, principalmente, aqueles voltados para experimentação em Física. É claro e bastante difundido que atividades experimentais auxiliam no processo de aprendizagem das pessoas, e um produto que proporcionasse tal vivência, sem a necessidade de uma estrutura laboratorial (que possui custo elevado), abre uma nova possibilidade no processo educacional.” (ROCHA et al., 2019)

Geração Z - novos aprendizes, tecnologia e protagonismo

Diferente do que ocorre na escola tradicional, o avanço das tecnologias e dos meios de comunicação alterou rapidamente as maneiras como informações são buscadas, tratadas e transmitidas no cotidiano. Assim como facilitou a busca e acesso ao conhecimento, facilitou a criação e o compartilhamento. No que se refere à troca de conhecimentos, essa disponibilidade do conteúdo em rede vem a aliar-se com alguns aspectos pertinentes ao construtivismo e modelos alternativos de ensino.

Com a conectividade em rede, tornou-se bem mais fácil encontrar informação sobre um conhecimento específico, da mesma forma que um entusiasta em determinado assunto pode compartilhá-lo. Como a conectividade aproxima interessados em um assunto, tanto para aprender quanto para ensinar, fortalece o aspecto coletivo e colaborativo do aprendizado. Desconsiderando custos de

equipamento e manutenção, o acesso em grande parte é gratuito, democratizado, acompanhando uma realidade em que o acesso à internet se solidifica como uma necessidade básica. Nesse cenário, ressalta-se o caráter do protagonismo do aprendiz, com o facilitamento de processos de autodidatismo apoiado no conhecimento compartilhado em rede.

A geração Z, os chamados nativos digitais nascidos entre 1995 e 2010, são conhecidos por terem crescido cercados por tecnologia, pelo acesso a computadores, smartphones e demais dispositivos com acesso à internet. Essa geração não teve que se adaptar para lidar com a inovação, a tecnologia faz parte dos recursos disponíveis em seus cotidianos. Devido a essa relação tão próxima, não é possível ignorar as ferramentas tecnológicas como apoio ao ensino.

Uma das possibilidades é adotar um método apoiado em jogos. Com o mercado de games em constante crescimento, especialmente em dispositivos móveis¹³, faz sentido usar a lógica de desenvolvimento dos jogos como estratégia para engajar os nativos digitais nos processos pedagógicos, no processo chamado “gamificação”.

“Para Vygotsky (1998) a brincadeira é uma representação feita pelo sujeito das relações sociais que vivencia no dia a dia. Este ato é, pois, importante porque possibilita que o indivíduo avance em seu processo de aprendizagem por meio do exercício social que a brincadeira promove, aprendendo, conseqüentemente, na visão do autor, seguir as regras estabelecidas pela sociedade.” (VYGOTSKY, 1998, *apud* D’ALMEIDA, 2021 p. 59)

A gamificação mostra-se uma ferramenta para enriquecer o processo na educação, propõe desafios e estimula os alunos a buscarem soluções. É a partir disso que surge a construção do conhecimento. Quando associada às práticas já existentes podem envolver, motivar, colaborar e compartilhar mais eficazmente o desenvolvimento do aprendiz.

“...como Karl Kapp, autor de *The Gamification of Learning and Instruction*, que situa o conceito ao contexto de aprendizagem: “gamificação é a

¹³ WONG, Dale John. *60% do mercado de jogos é dominado pelos dispositivos móveis, estudo conclui* (tradução livre). Mashable SE Asia, 2022.

utilização de mecânica, estética e pensamento baseado em jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover aprendizagem e resolver problemas” (KAPP, 2012, p.10, *apud* FAVA, 2016 p. 62)

A necessidade de encontrar estímulos para a compreensão dos conteúdos e para evitar a disputa de atenção dos aprendizes com os *smartphones* levou a inserção dos aparelhos ao ambiente escolar, porém por meios didáticos. A ferramenta incrementa os processos de ensino-aprendizagem e aumenta o engajamento com a informação de modo espontâneo, uma vez que os aprendizes estão em seu “habitat natural”. Em outras palavras, trata-se de despertar o interesse com elementos já dominados, ou seja, que fazem parte do seu dia a dia.

Um aspecto importante ao se pensar em gamificação é que o objetivo, de forma geral, é levar o aprendiz a fazer descobertas independentemente e, também, em conjunto com o grupo. Levá-los a percepção de satisfação, ao perceber que podem construir outras formas de aprender e inclusive de serem avaliados, o que vai além de provas e notas como meio. Através dessas atividades autodidatas, o aprendiz pode desenvolver capacidade crítica aprimorada, servindo também de base para atividade profissional futura.

Um importante aliado desse autodidatismo é o movimento *maker* que, por meio de recursos físicos, possibilita a construção de acessórios que podem colaborar no dinamismo das atividades. Usando da mentalidade *Do It Yourself* – “*DIY*” – ou “faça você mesmo”, basicamente incentivam as pessoas a tomar iniciativa e fazer o que precisam, aprender com a prática, criar e desenvolver na área de seu interesse.

Quanto à aproximação entre interessados, a conectividade fez com que os movimentos *Maker* e *DIY* não se encontrem limitados a espaços geográficos pontuais e específicos. Essencialmente, ideias ganharam alcance e visibilidade e o indivíduo, movido pelo seu interesse, pode encontrar algo para aprender e desenvolver, impulsionado por suas motivações e acompanhado da interação com outras pessoas engajadas no mesmo assunto.

Outro conceito que vem se desenvolvendo é o do ensino STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art e Math*)¹⁴, uma metodologia baseada em projetos, inicialmente focada no campo das exatas, com preocupação em desenvolver uma força de trabalho alinhada com os avanços tecnológicos e baseada em solução de problemas.

“Our knowledge-based economy is driven by constant innovation. The foundation of innovation lies in a dynamic, motivated and well-educated workforce equipped with Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) skills. However, the nature of our workforce and the needs of our industries have changed over time. Today, an understanding of scientific and mathematical principles, a working knowledge of computer hardware and software, and the problem solving skills developed by courses in STEM are necessary for most jobs. Therefore, STEM education is an enormous and pressing need. STEM Education is responsible for providing our country with three kinds of intellectual capital: 1) Scientists and engineers who will continue the research and development that is central to the economic growth of our count; 2) Technologically proficient workers who are capable of dealing with the demands of a science-based, high technology workforce; 3) Scientifically literate voters & citizens who make intelligent decisions about public policy and understand the world around them” (EHLERS; UDALL¹⁵ apud Intermediate Unit 1 Center for STEM Ed. & Leonard Gelfand Center at CMU, 2008)

Um dos primeiros usos do termo, na época sem “Artes” no nome, foi pelo STEM Institute, em 1992 na Faculdade da Cidade de Nova Iorque, visando auxiliar hispânicos, mulheres e outras minorias a alcançar carreiras nos campos de exatas. A sigla passou posteriormente a incluir áreas de artes e humanidades, conforme foi aplicada no ensino de formas variadas, integrando os conceitos das áreas de conhecimento por meio da transdisciplinaridade, ou seja, todas essas disciplinas

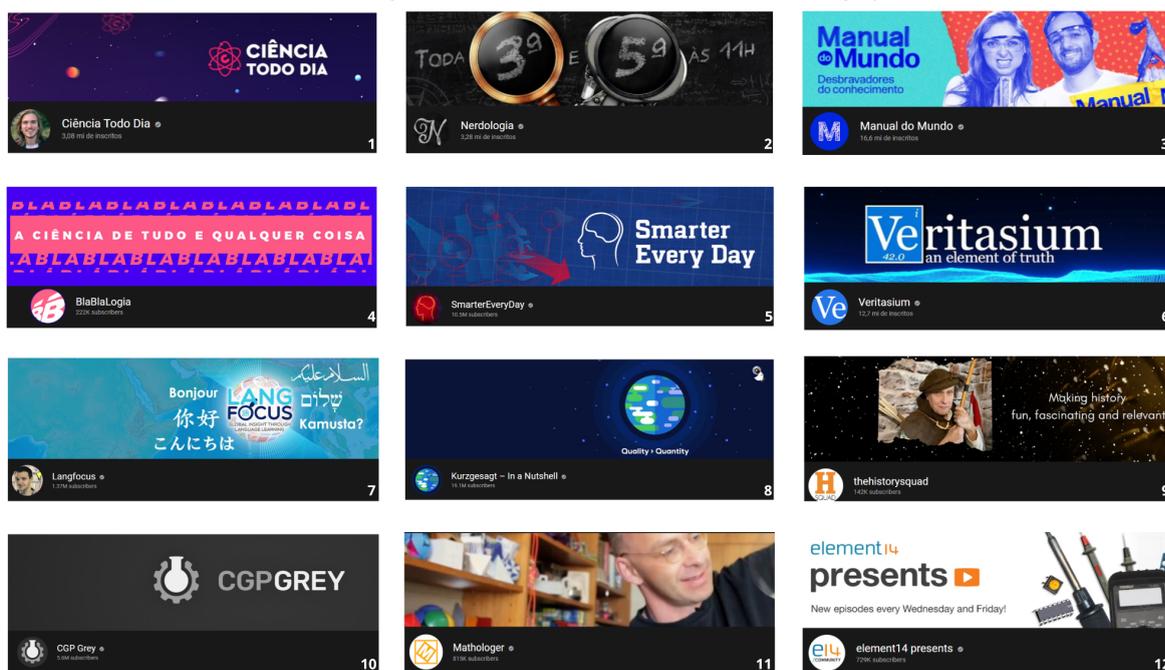
¹⁴ Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática

¹⁵ “Nossa economia baseada em conhecimento é movida por constante inovação. A inovação tem seu alicerce em uma força de trabalho motivada, dinâmica e bem educada equipada com habilidades de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. No entanto, a natureza de nossa mão-de-obra e as necessidades de nossas indústrias mudaram com o tempo. Hoje, o entendimento de princípios científicos e matemáticos, o conhecimento prático de software e hardware, e habilidades de resolução de problemas desenvolvidas nos cursos STEM são necessárias para a maioria dos empregos. Portanto, educação STEM é uma necessidade gigantesca e urgente. A educação STEM provê ao nosso país: 1) cientistas e engenheiros que perpetuarão pesquisa e desenvolvimento, centrais no crescimento econômico 2) trabalhadores tecnologicamente proficientes capazes de lidar com demandas de alta tecnologia e ligadas à ciência 3) cidadãos e eleitores cientificamente letrados que tomarão decisões inteligentes quanto a políticas públicas e que compreendem o mundo à sua volta”. (tradução livre)

são avaliadas juntas por meio de atividades práticas, com intuito de aproximar as pessoas e as áreas das ciências, além de incentivar o aprendizado e a criatividade.

Com o auxílio dos meios de comunicação disponíveis por meio da internet, a divulgação desses conteúdos se tornou mais facilitada e indivíduos ligados às áreas STEAM viram a oportunidade de se aproximar das pessoas e atraí-las para o aprendizado da ciência de forma mais engajadora, mudando a percepção de aprendizado enfadonho, geralmente relacionado a exatas. São diversos os divulgadores presentes em canais no Youtube (Figura 7 - vide anexo I) e em outras redes, que colaboram para propagação de conhecimento nesse segmento, que busca alcançar pessoas de lugares mais diversos e de variadas classes sociais, por meio de explicações originais e de projetos com variados graus de acessibilidade.

Figura 7: Moodboard de canais de divulgação



Fonte: adaptado do Youtube (descrições dos canais e seus endereços no Anexo I).

Muito conectada ao movimento *Maker*, os projetos desenvolvidos pelo STEAM, podem auxiliar tanto na aquisição de conhecimento por parte dos aprendizes, como na atividade do professor, que passa a atuar como mentor nesse processo, uma vez que o aluno é incentivado a assumir o aprendizado para solucionar os desafios que lhe são propostos.

1.4. O ENSINO NO BRASIL

Embora ainda esteja longe do que podemos considerar como ideal, a educação no Brasil vem melhorando com o tempo, trazendo benefícios de ordem social e econômica. Seu histórico, no entanto, é permeado por altos e baixos.

“Taxas de matrícula mais altas em todos os níveis de ensino, a redução das desigualdades no acesso e a queda nas taxas de analfabetismo significam que os jovens [...] possuem uma formação muito superior do que as gerações anteriores. Entretanto, nos últimos anos, o crescimento econômico e o avanço social estagnaram e, em alguns casos, retrocederam. [...] a pandemia da Covid-19 trouxe severo sofrimento humano ao Brasil e mergulhou a economia em outra recessão ainda mais profunda. Os efeitos [...] atingiram mais duramente os indivíduos e as comunidades mais vulneráveis, aumentando os riscos de pobreza e exacerbando as desigualdades.” (OECD¹⁶ - Todos pela Educação, 2021)

Para que consigamos retornar aos patamares alcançados nas últimas décadas, os esforços devem ser redobrados e aprimorados, com maior foco na aprendizagem dos estudantes, com o intuito de reduzir desigualdades. A mudança deve ser estrutural. Se refletirmos sobre a importância da educação infantil desde os primeiros anos, podemos vislumbrar uma repercussão positiva no futuro desses jovens, que logo ingressarão no mercado e poderão continuar a mudança projetada. Segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, mesmo se voltarmos nossa atenção aos anos finais, a etapa do Ensino Médio da educação, que corresponde a 59% dos jovens, encontramos números preocupantes.

“As maiores dificuldades estão no ensino médio, que permanece com um currículo excessivamente acadêmico e inteiramente desconectado da realidade do mercado de trabalho. Por isso, é pouquíssimo atraente para os jovens. Prova disso são as elevadíssimas taxas de evasão, de 9,5% na primeira série, 7,1% na segunda e 5,2% na última. Pior: o Brasil possui 1,7 milhão de adolescentes entre 15 e 17 anos, idade em que deveriam estar cursando o ensino médio, fora da escola.” (ALQUERES, 2016)

Ainda mais recente, os dados permanecem dessa forma,

¹⁶ Do inglês: OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Em português: OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

“... a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad) mostrou que garantir que os jovens brasileiros permaneçam na escola nos anos finais do Ensino Médio é o principal desafio para que o Brasil consiga universalizar o acesso à educação básica. A versão mais recente do levantamento indica que, no terceiro trimestre de 2021, 4,4% dos jovens na faixa etária dos 15 a 17 anos estavam fora da escola, o equivalente a 407,4 mil pessoas.” (MORALES, 2022)

Tratar da evasão é, portanto, um ponto de alta relevância com relação ao ensino atual, o que exige mudanças estruturais na cadeia¹⁷ do aprendizado. Além dos métodos de ensino, os de avaliação possuem relação com aspectos do fracasso escolar, sendo natural a necessidade de que sejam revistos.

“Avaliar significa emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais.” (AUSUBEL et al., 1978, p. 501, *apud* BORGES, 1999, p. 4).

O trabalho pedagógico desenvolvido no Ensino Médio tem como foco a fase posterior de inserção no ensino superior. Percebe-se, então, a necessidade de se ater a resolução de provas, visando o vestibular.

“Para avaliar o nível de conhecimento dos candidatos, tanto o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) quanto as universidades com vestibulares próprios não cobram o domínio dos conteúdos previstos no currículo do Ensino Médio por si só, mas sim a partir de uma contextualização desses tópicos com temas da atualidade.” (COLÉGIO ETAPA, 2021)

Similar a evolução ocorrida na educação, a forma de avaliar o desempenho dos alunos, por mais que ainda baseada em provas e exames, passou por modificações, havendo maior integração entre matérias, ao tratarem de um ponto em comum, com cada área do conhecimento complementando a respectiva compreensão, ao que podemos chamar de interdisciplinaridade. Essa integração tenta deixar o modo multidisciplinar para trás, no qual cada matéria trabalha de

¹⁷ Por uma infeliz coincidência, tanto no sentido de “percurso” como de “prisão”: “[...] visitamos escolas públicas e particulares com abordagem tradicional. Na nossa amostragem, as estruturas físicas de algumas instituições chamaram a atenção pela falta de acolhimento que remetiam. Vimos grades em toda a arquitetura da escola que se assemelhava à uma prisão.” INSTITUTO PENÍNSULA; TELLUS DESIGN, 2015)

forma isolada, e caminha em direção a um modelo ideal, em que os conhecimentos de especializações distintas atuam juntos sem fronteiras sobre determinado estudo (Quadro 3).

Quadro 3: Diferenças de integração entre disciplinas

Multidisciplinaridade	Interdisciplinaridade	Transdisciplinaridade
<ul style="list-style-type: none">• Não há interação entre as matérias;• Perspectivas particulares;• Contribui para que os estudantes tenham um conhecimento mais específico;• Maior aprofundamento de cada disciplina.	<ul style="list-style-type: none">• Conteúdos de diferentes disciplinas se complementam para abordar um tema comum;• Permite que os estudantes construam uma visão mais global sobre tal assunto.	<ul style="list-style-type: none">• Fronteiras rompidas entre as matérias;• Conteúdos de diferentes áreas do conhecimento se unificam;• Colabora para uma compreensão complexa de um tema comum.

Fonte: adaptado de Colégio Etapa, 2021

“Os vestibulares, especificamente, aplicam a interdisciplinaridade, de forma que o contato e o diálogo entre as diferentes disciplinas é mais superficial, não exigindo tanto rigor em relação ao método de análise dos temas. Assim, pode-se estabelecer uma interação e uma articulação dos conteúdos de várias matérias e, ainda, contextualizá-los, para, então, abordar um assunto da atualidade” (WISIAK, 2021 *apud* COLÉGIO ETAPA, 2021)

A reformulação do Ensino Médio¹⁸, anunciada em 2017, tem como objetivo melhorar a qualidade, alinhar o currículo e os métodos de ensino com as necessidades dos alunos, oferecer mais opções e tornar o Ensino Médio mais atrativo e engajador. No entanto, a implementação se consolidou em 2022, em meio ao desafio de se ensinar no formato híbrido que foi imposto pela COVID-19. Nesse novo modelo proposto, o ensino passa a seguir uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que inclui Língua Portuguesa e Matemática como disciplinas obrigatórias em todos os anos, além de opções em um ou mais itinerários: Linguagens; Matemática; Ciências Naturais; Ciências Humanas e Sociais; Formação Técnica e Profissional. A Educação Profissional deixou de ser uma formação separada e se tornou um componente opcional do Ensino Médio, dando aos estudantes opções de itinerários formativos.

¹⁸ Medida Provisória (MP) nº 746 que reforma o Ensino Médio e propõe alterações na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394, de 20 de dezembro de 1996).

“No Distrito Federal, o Novo Ensino Médio teve início em 2020, por meio de 12 escolas-piloto, e começou a ser aplicado em todos os colégios a partir deste ano, de forma progressiva, do seguinte modo:

2022 – Primeiras séries;

2023 – Primeiras e segundas séries;

2024 – Primeiras, segundas e terceiras séries.” (MENESES, 2022¹⁹)

O discurso que embasou as políticas de implementação do Novo Ensino Médio defendia pontos como: maior autonomia, tanto para os alunos, que teriam “poder de decidir” o que cursar, quanto para as escolas, que poderiam decidir quais itinerários deveriam implementar com base na opinião dos discentes. Pelo menos duas opções seriam obrigatórias no currículo. Contudo, a repercussão após a implementação começa a aparecer.

“A ‘liberdade de escolha’ foi destaque no marketing do governo paulista. Segundo o estudo, porém, a capacidade de oferta das escolas, seu tamanho – considerando número de matrículas e de turmas – e a pouca disponibilidade de professores impedem que a promessa se concretize.” (BASILIO, 2022²⁰)

Dificuldades das mais diversas começaram a surgir diante do cenário apresentado a partir da implementação: atendimento às demandas de turmas de 40 alunos, em média; formação dos professores, que muitas vezes não condiz com a aplicação metodológica que deveria ser concretizada nas atividades imaginadas; por último, além das contradições do texto da reforma com a realidade de sala de aula, ainda podemos ressaltar como o novo ensino médio privilegia o ensino particular em detrimento do público, principalmente no quesito investimento.

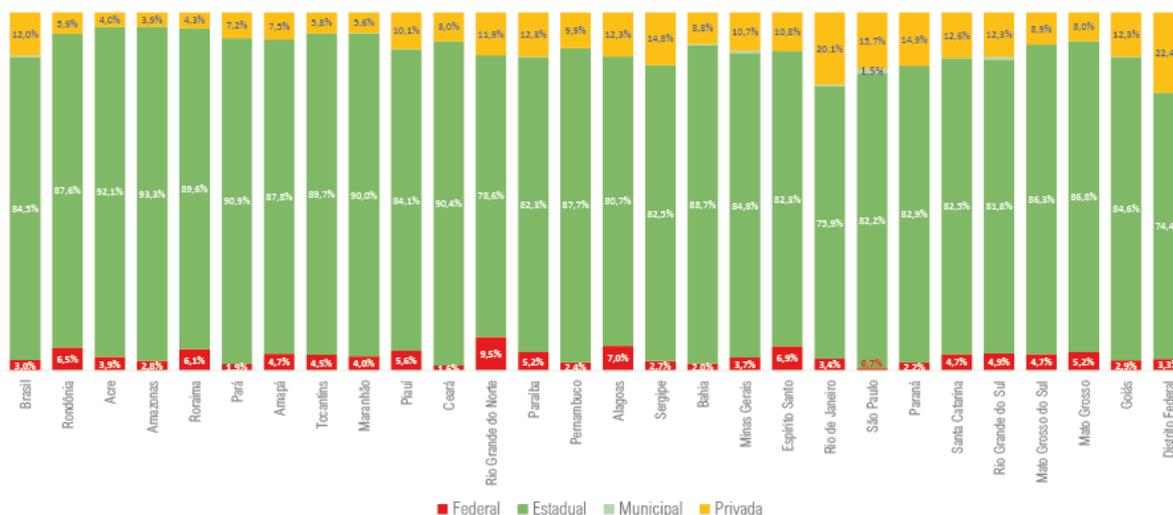
“A conta que não fecha é você dizer que vai fazer uma revolução educacional sem mais investimentos, sem formação de professor, sem tempo dedicado para pensar esses projetos e sem envolver os estudantes efetivamente em sua construção” (GOULART, 2022 *apud* BASILIO, 2022)

¹⁹ MENESES, Celimar. *Sem verba federal, escolas do DF lutam para efetivar Novo Ensino Médio*. Metrópoles, 31 de maio de 2022.

²⁰ BASILIO, Ana Luiza. *Em São Paulo, a promessa de ‘liberdade’ da reforma do Ensino Médio não se concretizou*. Carta Capital, 3 de junho de 2022.

Criar espaços para desenvolvimento dos itinerários formativos exige maior destinação de verba para as escolas além de uma reestruturação dos recursos disponíveis. Isso varia bastante de acordo com cada escola e a realidade na qual está inserida, especialmente no cenário nacional em que a maior parte dos estudantes está matriculada no ensino público (Gráfico 1).

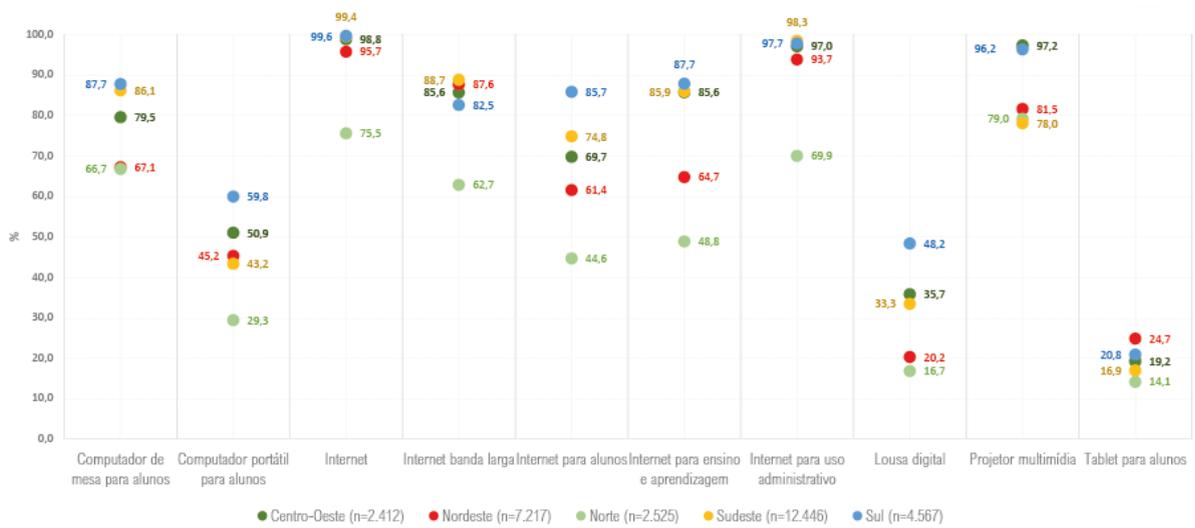
Gráfico 1: Matrículas no ensino médio por dependência administrativa, segundo as unidades da federação



Fonte: Inep/Censo Escolar, 2021.

Sabe-se que as instituições privadas investem fortemente em recursos tecnológicos (Gráfico 2), possuem espaços voltados para ensino em laboratórios, dispõem de material para desenvolvimento das aulas práticas, entre outros benefícios, mas essa não é a realidade de todo o sistema de ensino brasileiro. Especialmente nas escolas públicas, é mais difícil e demorado aplicar as alterações sugeridas pela nova base. A situação se complica para escolas que atendem regiões mais isoladas ou menos favorecidas economicamente. É fato de que a maioria das escolas públicas do país não se encontra em condições de atender plenamente à nova BNCC.

Gráfico 2: Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas de ensino médio



Fonte: Inep/Censo Escolar, 2021.

1.5. DESENHANDO MUDANÇAS

O design é “o resultado de um processo ou atividade, em termos de funcionalidade, com propósitos e intenções claramente definidos” (FILATRO, 2007), o que demonstra uma preocupação tanto com a qualidade do produto final, quanto com as experiências geradas por aquele uso. Capaz de se envolver em outras áreas, pode analisar demandas e tratá-las ao desenvolver algo novo ou aprimorar soluções existentes, potencialmente participando como um facilitador, enquanto identifica os agentes, as áreas de atuação e as formas de integrar e trabalhar os elementos envolvidos, tudo isso apoiando-se no conhecimento já sistematizado em metodologias e técnicas da área do design.

Podemos observar uma proximidade entre a mentalidade do design, o ensino baseado em projetos e resolução de problemas, e o proceder do método científico. Há uma jornada, num primeiro momento, contemplando e analisando um objeto de estudo, para construir hipóteses sobre ele e em seguida, testar e validar, refazendo conforme necessário. Assim como para o designer, o processo percorrido no desenvolvimento de uma solução é importante para o professor que atua como facilitador, conforme apresentado em métodos alternativos. É valioso conduzir o aluno em seu trajeto particular de aprendizado, no qual ele se torna capaz de

construir conexões com aquilo que foi aprendido, podendo criar vínculo com outros saberes.

Ao se constatar essa conexão de aspectos presentes no procedimento do design, com os processos de aprendizagem e abordagens no ensino, - especialmente em relação aos métodos ativos, - a aprendizagem deixa de se apoiar na ideia de emissor e receptor da mensagem, como na educação tradicional, e aproxima a interação com as diversas esferas envolvidas no educar. Diante das similaridades, vale considerar aplicar o Design, seus recursos e ferramentas enquanto um aliado dos processos de aprendizado.

2. O PAPEL DO DESIGN

Existem várias definições, ou tentativas de definição, para o design e sua atuação. Mesmo que de forma sintética seja resumido a “consiste em solucionar problemas”, na prática temos a análise de uma demanda em questão e seu tratamento por meio de recursos, metodologias, ferramentas, a própria experiência do designer, a influência dos clientes e outros sujeitos envolvidos, entre tantas outras variáveis. Independente do que for aplicado, a ideia é trazer melhorias e aproveitar o que for percebido como positivo durante o processo.

Utilizar metodologias de resolução de problemas como parte do ensino pode estimular a participação e o interesse dos alunos, para que despertem autonomia no próprio processo de aprendizagem. Além do mais, essa aplicação envolve uso de criatividade e também trabalho colaborativo. Esse capítulo se dedica a compreendermos como a atuação do designer pode auxiliar na construção do aprendizado.

2.1. FERRAMENTAS, RECURSOS E DESIGN DE SERVIÇOS

As diversas áreas de atuação do designer, desde a concepção de produtos industriais ao desenvolvimento de uma marca, acontecem de forma organizada e seguem etapas específicas na elaboração. MANZINI (2017) ressalta que das diversas aplicações do termo design, hoje em dia é reconhecido por um número cada vez maior de pessoas como um modo de pensar e um comportamento aplicável a inúmeras situações. Essa diversidade de finalidades pode gerar interpretações equivocadas relacionadas a seu significado. Design não é só um substantivo ou só um adjetivo, design também é um verbo – *to design something for someone*²¹ -, design é projetar.

Assim, como atividade projetual, o design tem desde seu escopo de aplicação um processo sistêmico onde o designer, profissional que faz design, consegue de forma dinâmica orquestrar de modo imagético aquilo que muitas vezes

²¹ “Projetar algo para alguém”, tradução livre.

se encontra apenas no plano abstrato. Isso quer dizer que durante o trabalho criativo, o designer precisa buscar formas de representar a ideia de modo a ultrapassar o campo hipotético chegando ao mundo tangível. Esse deslocamento entre o imaginado e o mundo real leva o designer a buscar um caminho que muitas vezes pode parecer divergente, no entanto exatamente por essa postura interdisciplinar de atuação é possível observar diferentes contextos e projetar usando elementos diversos.

A compreensão da amplitude da atuação de um designer fez com que estes profissionais passassem não apenas a conceber produtos, mas a desenvolver experiências. Aqui o termo experiência está diretamente relacionado a interações, sejam elas no sentido pessoas-maquina, pessoas-objetos, mas principalmente pessoas e pessoas. Nesta, o design compreende o ser humano como centro de suas próprias construções, emergindo daí o conceito de design de serviço, onde todo o desenvolvimento proposto pelo designer é um processo interativo com humanos.

O design de serviço é uma abordagem interdisciplinar que combina diferentes métodos e ferramentas oriundos de diversas disciplinas. Trata-se de uma nova forma de pensar, e não de uma nova disciplina acadêmica, autônoma. O design de serviços é uma abordagem em constante evolução, o que fica particularmente aparente no fato de que, até o momento, ainda não existe uma definição comum ou uma linguagem claramente articulada associada ao design de serviços. (STICKDORN; SCHNEIDER, 2014)

Inserido no espectro do design de serviços o conceito de *design thinking* surgido por volta de 1980, é muitas vezes aplicado por diversos profissionais exatamente por adotar uma série de métodos e ferramentas para projetar juntamente com o público envolvido a resolução do problema identificado. Esse processo chamamos de Cocriativo, no qual pessoas envolvidas naquele problema trabalham ativamente no desenvolvimento de soluções, através de uma formulação mental na busca por caminhos inovadores.

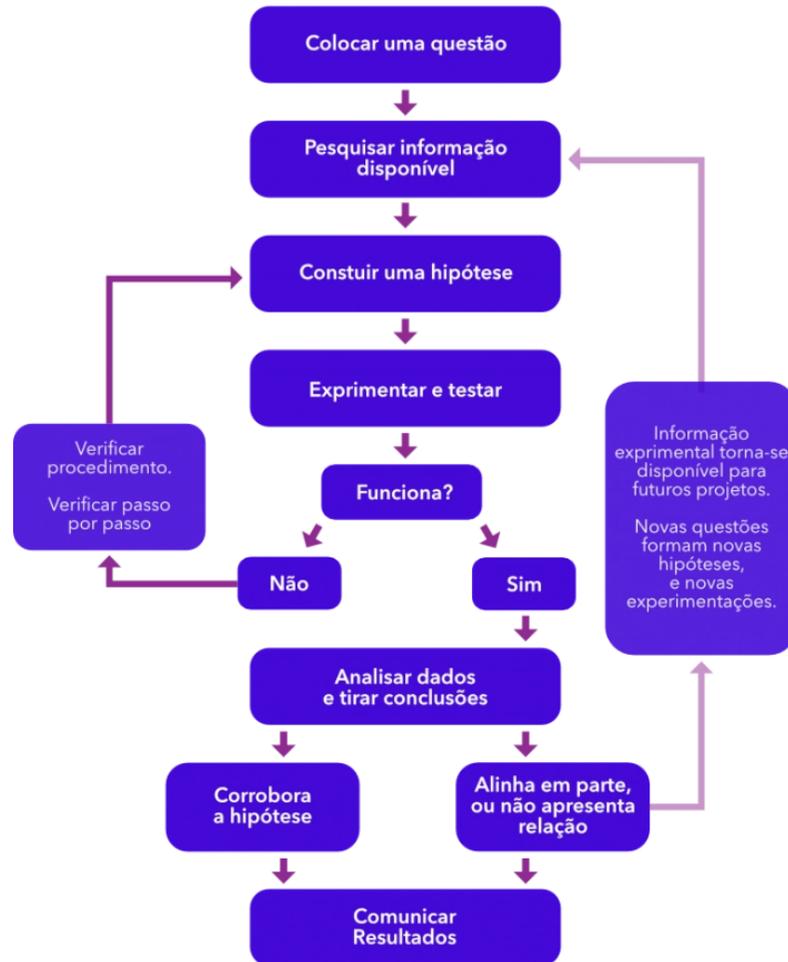
Explanamos a concepção no processo de desenvolvimento do designer justamente por identificar elementos que associados aos conceitos de aprendizagem e a metodologias voltadas para formação, podem tanto facilitar a

experiência do aluno em sala de aula, como levá-lo a reconhecer naquele conteúdo pontos de conexões com o mundo real e seu futuro profissional.

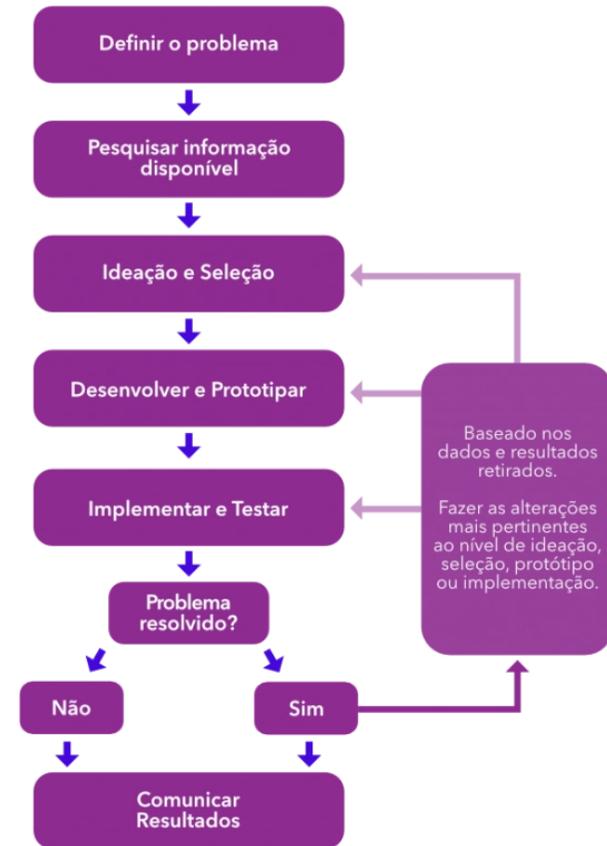
Nas salas de aula, um dos métodos aprendidos voltados para resolução de problemas é o método científico, forma de pensar que está ligada diretamente com a própria produção e validação do conhecimento. Sua maneira de buscar esclarecimento acerca de um fenômeno reflete diretamente tanto no trajeto do aprender quanto na prática do design (Figura 8) por estruturar um caminho razoável na mentalidade de análise e resolução de problemas. O percurso ideal do aprendizado decorre de forma análoga, com questionamentos gerando hipóteses e sua validação ou não, após experimentações ou exercícios, contribuindo para reorganizar o conhecimento prévio com as novas informações adquiridas.

Figura 8: Diagrama comparativo - Método Científico vs. *Design Thinking*

Método Científico



Design Thinking



Dados retirados de Science Buddies e Interaction Design Foundation, em Setembro de 2020

Fonte: Noraya, 2020²²

²² Noraya. *Design como engenharia*. 2020

Como vimos em métodos alternativos de ensino, o aprender mais eficiente e significativo está ligado a esse trajeto de descoberta, natural da curiosidade humana. Não se propõe excluir outros modelos de aprendizagem, nem antagonizar modelos que se apoiem em outras técnicas. Memorização, por exemplo, é uma tática aplicada por muitos aprendizes. O grande impacto, portanto, está no sujeito conseguir construir no decorrer do processo de memorização alguma relação cognitiva capaz de interligar as informações na geração de conhecimento. Essa é a ideia de um *continuum* onde estão localizados esses dois tipos de aprendizagem. (AUSUBEL et al., 1978 *apud* SOUZA, 2011, p. 20).

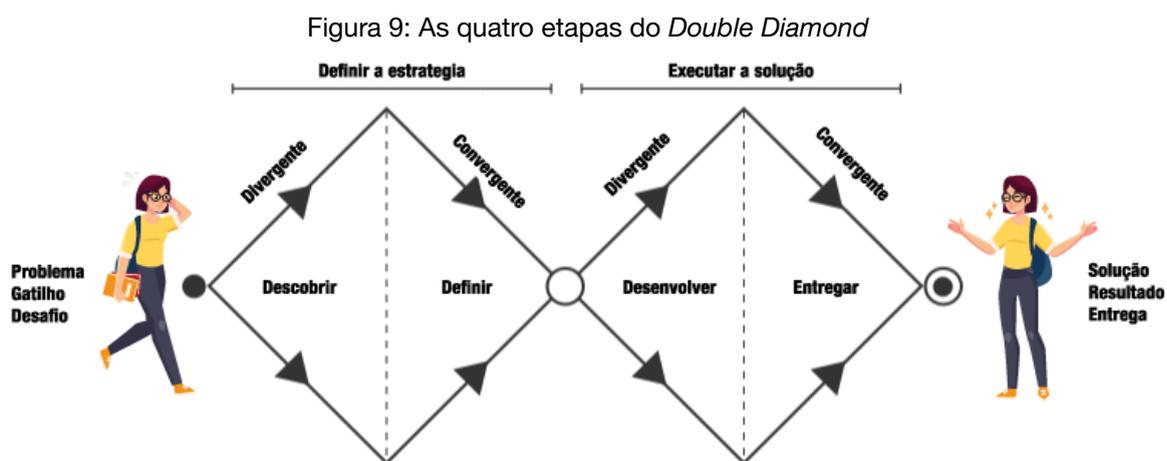
"A aprendizagem significativa caracteriza-se pela *interação* entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade." (MOREIRA; MASINI, 1982 *apud* MOREIRA, 1999, *apud*, MOREIRA, 2000, p. 3 *apud* SOUZA 2011, p.19)

Esse aprendizado significativo se distancia do tradicional, do conteúdo passivo expositivo acompanhado de questionário de avaliação periódica. Mais importante do que a avaliação final sob a qual o aluno é julgado por meio de uma prova que o classifica e/ou reprova, o processo pelo qual ele deve construir o próprio conhecimento deve emergir. Nesse percurso colocamos o aprendiz como alguém que já possui conhecimentos prévios, o educador se torna um mediador de conhecimento, onde boa parte daquilo que é absolvido pelo aluno foi de sua própria construção social.

O construtivismo é uma filosofia de aprendizagem que se funda na premissa de que o estudante constrói o próprio conhecimento refletindo as experiências pessoais vivenciadas no ambiente em que está inserido. A aprendizagem consiste, portanto, no processo de ajustamento dos modelos mentais à acomodação de novas experiências. Em vez de absorver simplesmente os conceitos, imagens e princípios transmitidos pelo docente, o estudante é incentivado a criar, desenvolver, produzir as próprias ideias. (FAVA, 2014 *apud* DUARTE, 2018, p.17)

O conceito apresentado por Duarte sobre o construtivismo coincide com processos executados na metodologia do design como o *double diamond*, uma das

ferramentas para desenvolvimento de soluções. Se posicionarmos o aprendiz no início do desafio, acompanhamos, nas etapas divergentes e convergentes no modelo (Figura 9), o percurso que leva da descoberta de um novo conteúdo à entrega, que nesse contexto é a compreensão do que foi estudado.

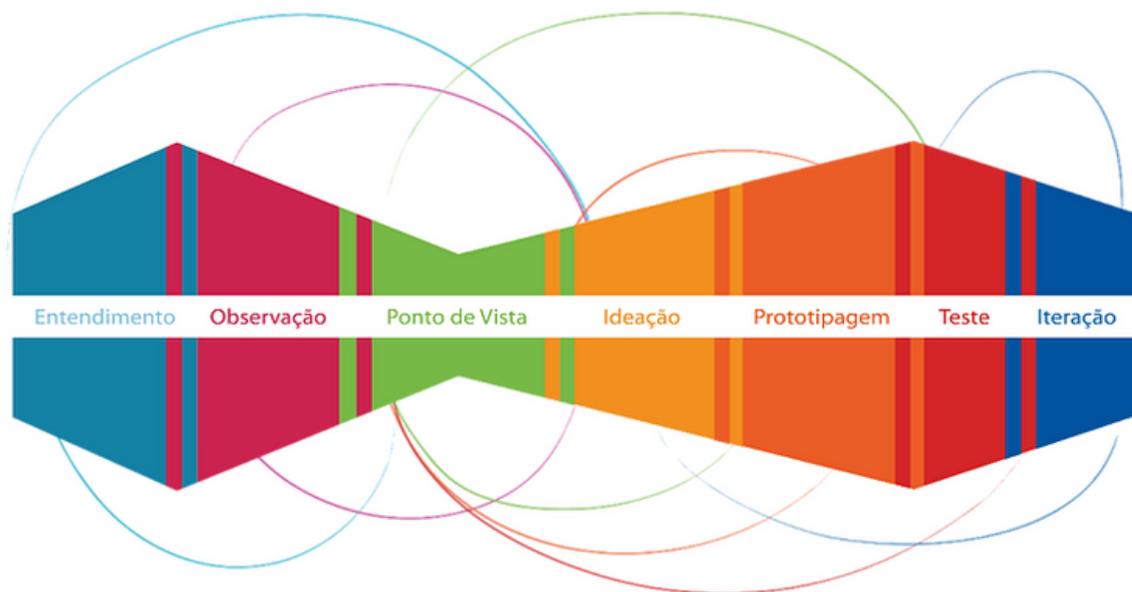


Fonte: adaptado de Vida de Produto, 2022²³

O diagrama (Figura 10) propõe um percurso comumente percorrido no *design thinking*, no qual, do entendimento do conteúdo apresentado até a proposição prática, o aprendiz pode avançar e retornar ao ponto inicial da forma que lhe for conveniente para seu aprendizado. Observa-se então que as linhas conectoras de cada etapa se interligam e sugerem que o trajeto não precisa ser percorrido de forma linear, sendo possível adaptar, retornar ou avançar conforme a exigência do processo. O último item do esquema – a fase de iteração – pode ser visto como a etapa em que o conhecimento se consolida, pois nesse momento o aprendiz está em contato direto com o que foi produzido e pode retornar à “ideação” – ou qualquer outro estágio pertinente – se o objetivo da aprendizagem não tiver sido efetivado.

²³ CARVALHO, Henrique. *Double Diamond: o que é esse processo de design*. Vida de Produto.

Figura 10: O percurso no *Design Thinking*



Fonte: Ensaio, 2020²⁴

Nesse contexto, a jornada de aprendizado de um indivíduo, caso feita de forma colaborativa entre ele, o professor e demais colegas, se aproxima da cocriação proposta pelo design de serviços na qual o processo criativo do designer ocorre de maneira conjunta com clientes, usuários e outros profissionais. Dessa maneira, as aplicações metodológicas de design podem “*facilitar a convergência dos diferentes parceiros em torno de ideias compartilhadas e potenciais soluções*” (MANZINI, 2008, p. 97 *apud* RIBEIRO, 2018, p. 42), reformulando comportamentos e propondo processos diferenciados, específicos ou não para atuação educacional.

Design Instrucional

O Design Instrucional pode ser compreendido em um sentido abrangente como a prática de criar experiências instrucionais que tornam a aquisição de conhecimento e habilidade mais eficiente, eficaz e atraente. É um planejamento de ensino-aprendizagem, que busca incluir: atividades, estratégias, sistemas de avaliação, métodos e materiais instrucionais, aplicados na produção de materiais

²⁴ CHIODI, Leonardo. *O Glossário da Inovação*. Ensaio.

didáticos antes produzidos apenas para o formato analógico e que com as transformações tecnológicas passam ao universo do digital.

Filatro (2018) define Design Instrucional como o processo de identificar um problema ou necessidade educacional e desenhar, implementar e avaliar uma solução para esse problema. Nesse processo algumas etapas, - modelo ADDIE²⁵ (Figura 11) -, devem nortear o delineamento de preparação do material à ser produzido, começando pela análise - fase em que o problema é identificado -, passando pelo planejamento com o olhar do designer, o desenvolvimento do material de acordo com a mídia escolhida, até a implementação e posterior avaliação por parte dos aprendizes.

Figura 11: Diagrama comparativo - ADDIE vs. LEX



Fonte: Instituto de Desenho Instrucional²⁶

As circunstâncias pandêmicas dos últimos dois anos forçaram uma migração da sala de aula presencial para o ambiente virtual. Essa transição evidenciou que, apesar de estarmos na Era Digital, alguns setores educacionais permanecem sem

²⁵ Do inglês: *Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*.

²⁶ Instituto de Desenho Instrucional. *Invisto na Carreira de Designer Instrucional ou na de UX Designer?*.

um planejamento adequado que se adapte a essa nova rotina e que faça proveito dos recursos atuais disponíveis.

Compreendido como educacional, o Design Instrucional busca apresentar soluções de ensino por meio de ferramentas que permitam aos usuários uma aprendizagem colaborativa. Através da associação de referências é possível transmitir conhecimento ao aprendiz de forma a instruí-lo para que execute ou compreenda algo. O profissional que elabora modelos instrucionais deve entender como as relações de ensino-aprendizagem são construídas, as teorias e abordagens, como as ferramentas do design podem auxiliar nesse processo e quais recursos, sejam presenciais ou virtuais, podem colaborar para a aprendizagem e aquisição de conhecimentos.

Percorremos até aqui apresentando ferramentas aplicadas tanto em contextos educacionais quanto no desenvolvimento de design e o que notamos é a presença das similaridades na aplicação desses procedimentos. Ainda que muitas metodologias e ferramentas tenham sido desenvolvidas no decorrer do tempo assimilamos a derivação do modelo executado pelo método científico. Se verificarmos de forma linear (Quadro 4) observamos como as fases propostas por cada metodologia se equivalem. Apesar de organizados e classificados com nomenclaturas distintas, todas tratam de um processo derivado de um - Questionamento, Empatia, Demanda, Problema - percorrendo as etapas de desenvolvimento que propõe e idealiza possíveis soluções e que sequencialmente leva a testes de validação dessas proposições. Consideramos portanto que essas interações resultam num objetivo comum de trajeto de descobertas.

Quadro 4: Comparação de metodologias.

Método Científico	Design Thinking	Double Diamond	ADDIE
Questionamento	Empatia	Demanda	Análise (Problema)
Pesquisa	Definir	Descobrimto	Design
Hipótese	Ideação	Definição	Desenvolvimento
Experimentação	Protótipo	Desenvolvimento	Implementação

Análise	Validação	Validação/Iteração	Avaliação
Conclusão	Solução	Entrega	Solução

Fonte: autores.

2.2. MAPEANDO METODOLOGIAS E RECURSOS NA EDUCAÇÃO

Tanto os recursos disponíveis e aplicados na área da educação quanto os utilizados pelo Design aqui apresentados, são alternativas para se contribuir com o aprendizado. A carência relacionada à aplicação de atividades práticas no cotidiano têm por vezes personagens dispostos a reverter essa condição. Como parte da jornada projetual, é pertinente buscar o que existe na atualidade, permitindo alterar ou adaptar o que temos disponível ou propriamente desenvolver algo inteiramente novo, evitando o criar apenas por criar.

O que temos disponível?

Observando alternativas nas instituições de ensino, podemos encontrar diversas abordagens que buscam opções ao tradicional, em variados graus de diferença. Um exemplo são as escolas que aplicam o modelo Montessori, desenvolvido pela pedagoga e médica italiana Maria Montessori. Trabalham o crescimento do indivíduo e valorizam aspectos sociais, emocionais, culturais, não se limitando à transmissão de conteúdos, que no caso são aplicados multi ou interdisciplinarmente, tratados sob a ótica do método científico e seu processo de descoberta. Os professores atuam como mediadores, organizando as formas de conduzir o conhecimento ao estudante e consideram a individualidade de cada um no processo de aprendizagem. O ambiente deve facilitar e promover o desenvolvimento, facilitando circulação e acesso a materiais. As classes podem incluir diferentes faixas etárias e os alunos têm papel ativo, direcionando o estudo para temas ou materiais do seu interesse.

Outro exemplo notável é a escola Riverside, em Ahmedabad, Índia. Nela os estudantes não são apenas instruídos curricularmente falando, mas são formados

como seres humanos e cidadãos. A escola é vista como um dos grandes exemplos de mudanças na educação, sobre o que a fundadora Kiran Sethi pondera:

“Acredito que a mudança só é boa quando é necessária. Não acho que devemos mudar só para sermos diferentes. A pergunta a ser feita é: isso ainda funciona hoje? Se sim, ótimo, não precisamos mudar. Mas se temos uma outra questão ou outro entendimento da situação, então podemos prototipar algo para se ajustar à necessidade.” (SETHI, 2016)

Além disso, Kiran já recebeu várias propostas para ampliar o alcance da escola. Quanto a isso, faz ressalvas importantes:

“Riverside era conhecida pela prática e várias pessoas queriam criar mais escolas conosco, mas para mim isso não fazia sentido, porque a educação não pode ser empacotada e franqueada, é algo muito contextual com as pessoas.” (SETHI, 2016)

A escola tem como valores a relevância, que está ligada à motivação de se aprender e realizar algo, o relacionamento, que envolve as interações e conexões com os outros, e o vigor, relacionado ao esforço acadêmico e empenho para realização.

O ensino apresenta grande proximidade entre professor e alunos, dos alunos entre si, e inclui os pais no processo. Há uma preocupação com as necessidades particulares de cada estudante, com os educadores, além da própria diretora e fundadora Kiran Sethi, acompanhando o progresso dos alunos e aconselhando junto aos pais.

Essa comunicação está presente até dentro das turmas. Diariamente os professores e alunos se reúnem para discutir o que irão ensinar e aprender, de forma que os alunos compreendem o valor do que é aprendido, diminuindo o desinteresse. Periodicamente são feitas outras reuniões, englobando mais alunos, turmas e funcionários da escola, o que fortalece as relações ao conhecerem melhor os outros e favorece a cooperação.

Os espaços (Figura 12) da escola são bastante abertos, eliminando paredes onde possível e incorporando a natureza nas imediações, aproximando a escola e o ambiente em volta. Essa decisão é contrária ao das escolas tradicionais, que

consideram qualquer coisa externa como uma distração ao aprender em vez de uma possibilidade de aproveitamento, no que acabam ficando cada vez mais fechadas e parecidas com prisões.

Figura 12: *Riverside School*



Fonte: Escola Riverside²⁷

Esse acolhimento se reflete na preocupação em integrar alunos da forma mais diversa possível. Há um equilíbrio de matrícula entre meninos e meninas e, de forma acordada, cerca de 25% dos matriculados estudam de graça, basicamente mantidos pelas mensalidades dos estudantes com famílias em melhores condições financeiras, o que é percebido de forma muito positiva como maneira de fazer uma diferença na comunidade. Esse acolhimento também se estende aos pais dos estudantes de baixa renda, que podem exercer funções de apoio na escola e receber aulas de inglês e informática. É incentivado ainda, como parte das atividades escolares, o envolvimento dos estudantes em projetos com causas sociais ou junto a Organizações não Governamentais. Isso acompanha a mentalidade de resolver problemas aplicada na escola – *feel, imagine, do, share*²⁸ –

²⁷ *Riverside School*.

²⁸ Do inglês “sentir (empático), imaginar (ideação), fazer (implementação e validação) e compartilhar”

que encoraja gerar sempre que possível um incremento qualquer de melhoria, um “superávit”, potencialmente causando efeitos positivos no longo prazo. Em suma, promover mudanças positivas ao seu redor, agradecer e retribuir, “não é uma ideia grandiosa de cidadania, são as pequenas ações de gentileza.” (SETHI, 2016)

O trajeto escolar é dividido em 3 blocos, chamados “estágios-chave”: o *Key Stage 1* compreende da pré-escola até os 7 anos e trabalha a conscientização do indivíduo e mundo onde ele está. No *Key Stage 2* que compreende o ensino fundamental é trabalhada a capacitação dos alunos com estratégias para serem independentes. Finalmente, no *Key Stage 3*, correspondente ao ensino médio, o estudante desenvolve e exercita sua autonomia.

Os estudantes possuem considerável autonomia quanto ao aprendizado e avaliação, sendo promovida a crítica construtiva mútua, a avaliação dos alunos mais novos pelos mais velhos, incentivando a confiança, abertura, colaboração, honestidade e paciência. Esse ambiente propicia que os alunos façam essas avaliações de forma empática, colaborem ativamente entre si e praticamente não tenham episódios de *bullying*, ao que Sethi adiciona “não estamos aqui para competir, estamos aqui para completar” (SETHI, 2016).

A instituição também avalia os estudantes por marcos (*checkpoints*) que incluem testes mensais, mas cerca de 70% da avaliação vem do que o próprio estudante produz ao longo do ano letivo: atividades, projetos e até relatórios de avaliação do progresso pessoal. O acompanhamento individual ao longo do ano previne a reprovação de um modo geral, mas esta pode ocorrer caso percebida como necessária para a formação, o que é tratado junto aos pais de forma a não gerar sentimento de culpa e falha por parte do aluno. Esse acompanhamento dura toda a jornada escolar e, nos anos finais, auxilia o estudante a escolher matérias relacionadas às suas preferências e competências, direcionando para a formação superior e profissional.

No Brasil podemos relacionar alguns exemplos e características de aplicações institucionais a partir de um levantamento feito no estado de São Paulo pelo Instituto Península em parceria com a Agência de Design Tellus (Quadro 5).

Quadro 5: Exemplos de escolas alternativas

	Características	Desafios
Escola da Ponte²⁹ (São Tomé de Negrelos, Portugal)	<ul style="list-style-type: none"> ● abordagem de educação democrática ● o educador atua como tutor ● incentivo a participação dos pais e responsáveis ● atividades de projetos em grupo ● divisão por espaços de trabalho em vez de salas de aula ● incentivo a autonomia e atividade ● possibilidade de atividades extra-curriculares ● docentes de formação diversificada ● reuniões frequentes dos docentes 	
Projeto Âncora	<ul style="list-style-type: none"> ● abordagem “Escola da Ponte” ● não há divisão por séries ● o educador atua como facilitador ● roteiros interdisciplinares ● atividades colaborativas, em grupo, relacionadas com a comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> ● alguns pais se sentem inseguros quanto aos alunos aprenderem o suficiente para passar no vestibular
EMEF Pres. Campos Salles	<ul style="list-style-type: none"> ● abordagem “Escola da Ponte” ● divisão por séries, mas em salões amplos ● o educador atua como facilitador ● roteiros interdisciplinares ● atividades em grupo ● plataforma digital com progressão personalizada ● comissões de alunos atuam na mediação entre alunos e familiares, além de organizar atividades e eventos 	<ul style="list-style-type: none"> ● alguns alunos não se adaptam à proposta, especialmente os oriundos de colégios tradicionais, e sentem falta de aulas expositivas
Escola Lumiar	<ul style="list-style-type: none"> ● trabalho baseado em projetos multidisciplinares ● o educador atua como tutor e articulador de projeto ● profissionais de diversas áreas, contatados pelos tutores, atuam como mestres durante os projetos ● proximidade com a comunidade pela atuação dos mestres 	<ul style="list-style-type: none"> ● avaliar efetivamente os alunos por competência

²⁹ Foi citada no material Península/Tellus mas não investigada por seus autores, cuja pesquisa abrangeu escolas de São Paulo, Brasil. Incluímos na tabela para fins de referência.

Escola Waldorf Rudolf Steiner	<ul style="list-style-type: none"> ● abordagem antroposófica ● valoriza saber manual e artístico ● uso regrado da tecnologia como auxiliar do aprendizado ● presença ativa dos pais nas atividades 	<ul style="list-style-type: none"> ● muitas aulas expositivas
Escola da Vila	<ul style="list-style-type: none"> ● abordagem construtivista ● mescla aulas tradicionais expositivas com personalização do ensino ● trabalhos artísticos ● trabalho em grupo 	<ul style="list-style-type: none"> ● alunos são dispersos, sendo necessário promover o interesse nas aulas

Fonte: Tellus³⁰

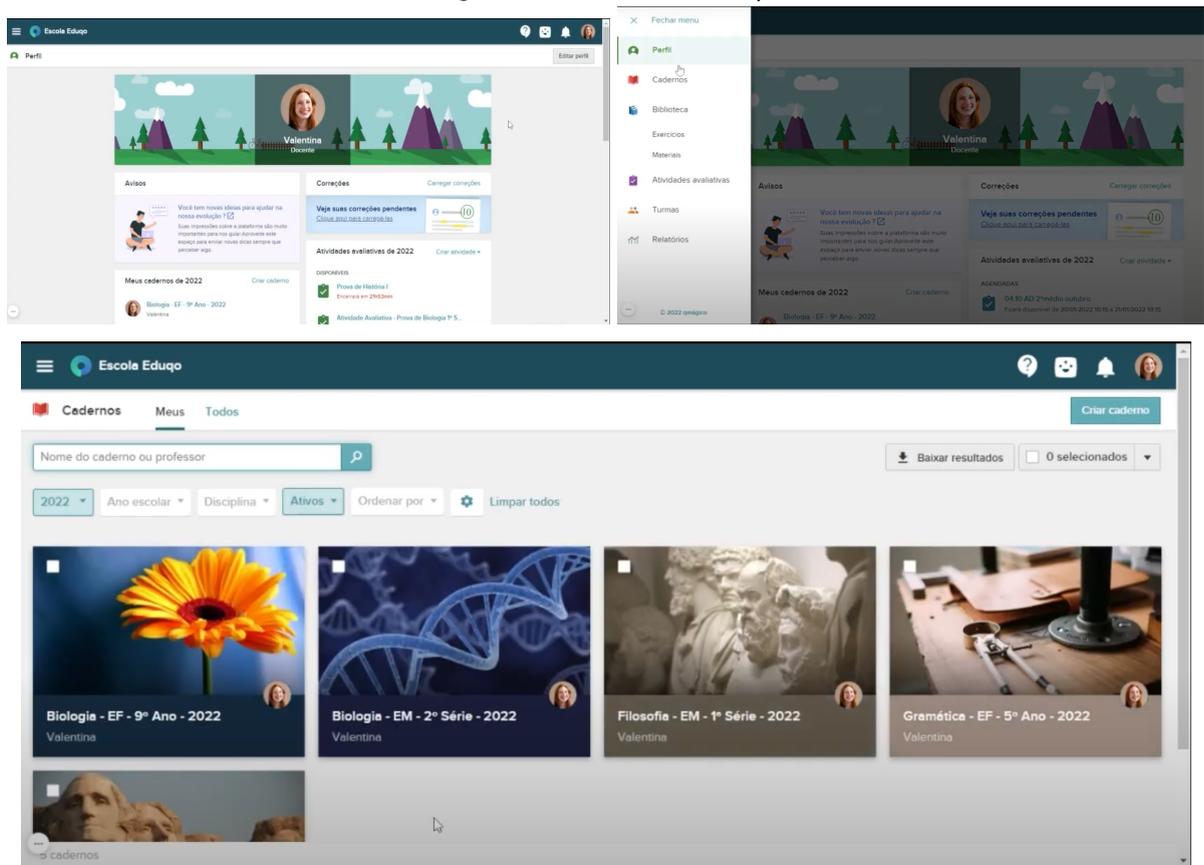
Ferramentas e Recursos

Existem escolas que usam plataformas virtuais para ensino e acompanhamento. A Escola Municipal de Ensino Fundamental Pres. Campos Sales, por exemplo, usa a plataforma Q-Mágico, que atualmente mudou de nome para Educo (Figura 13). Originário do trabalho conjunto de estudantes do ITA³¹ e ONGs educacionais em 2011, trata-se de um sistema com recursos digitais para aplicação em escolas, atendendo mais de 400 estabelecimentos em 23 estados no ano de 2019. Dentre as ferramentas disponibilizadas constam bancos de questões, sistemas de avaliação, reforço escolar e aprendizagem personalizada.

³⁰ Instituto Península; Tellus Agência de Design. *Aprender a aprender - como o design pode transformar a escola*. 2015.

³¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Figura 13: Plataforma Eduqo



Fonte: captura de tela do site

Há também plataformas virtuais voltadas para o aprendizado geral, sem vínculo direto a escolas. O serviço *Brilliant* (Figura 14), por exemplo, é bastante focado em áreas STEM e oferece atividades em ambiente virtual, usando recursos visuais interativos, além de se adaptar ao usuário, que é questionado durante o cadastro sobre suas motivações para o aprendizado, seu nível de conforto em matemática e se deseja aprender um assunto em particular ou descobrir coisas novas.

Figura 14: Plataforma *Brilliant*

BRILLIANT HOME COURSES TODAY Q START TRIAL

< Back to Courses

Scientific Thinking

Open your eyes to the world around you by solving puzzles with science.

Explaining the world means thinking with scientific principles — but usually they're cloaked in technical manipulations. In this course we'll dispense with number-crunching and mathematics in search of something more useful: physical insight.

There are no prerequisites for this course — in it you'll explore the laws of physics and principles of engineering and learn the rules as you play. There will be plenty of surprises along the way, but by the end you'll have gained the understanding and insight to look at the world in a different way. [Read more](#)

[View prerequisites and next steps](#)



21 Interactive quizzes 170+ Concepts and exercises

[Continue Course](#)

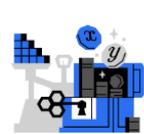
Here's what we found for you

Start anywhere, you can change this later.

MOST POPULAR

Mathematical Thinking

Build your foundational skills in algebra, geometry, and probability.



Science Foundations

Build a foundation in science by solving puzzles using chemistry, physics, and engineering.



Quantum Mechanics with Sabine

Discover the fundamental machinery of quantum mechanics





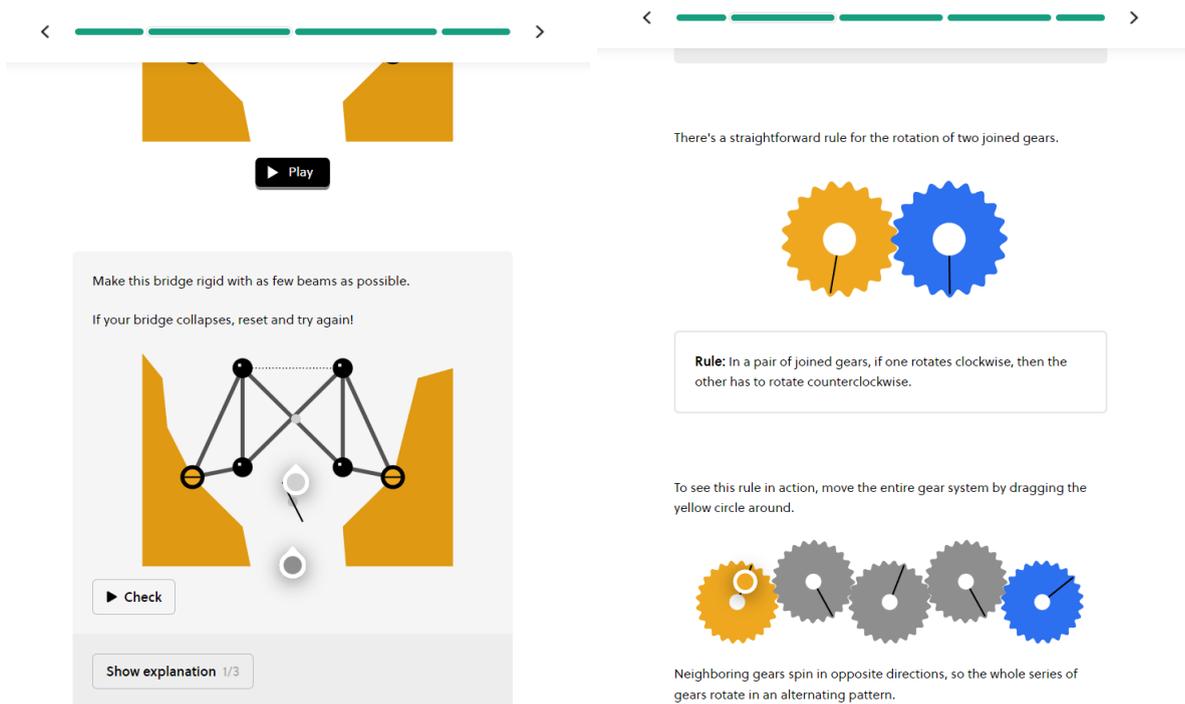
Science Foundations

This 4-course path explores the fundamentals of physics, chemistry, waves, light, and matter.

[Get Started](#)



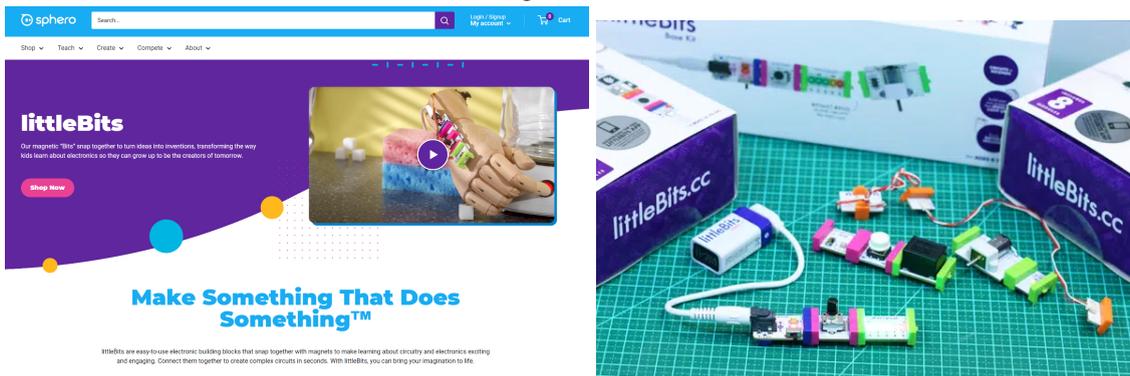
Scientific Thinking The Chemical Reaction Waves and Light Physics of the Everyday



Fonte: captura de tela do site

Para aprendizado prático de eletrônica podemos citar o projeto *littleBits* (Figura 15), idealizado pela engenheira e artista Ayah Bdeir em 2008 e lançado 2011, bem como o ElettroBlocks (Figura 16) idealizado em 2018 pelos engenheiros Eduardo Gomes e Julia Metzger e financiado coletivamente em 2021. Ambos tratam de facilitar o entendimento ao tornar amigável e lúdica a construção de circuitos experimentais, com componentes eletrônicos separados por função, denotada por cores diferentes, arranjados em blocos de montar com encaixes magnéticos.

Figura 15: littleBits



Fonte: capturas de tela dos sites Sphero e FilipeFlop

Figura 16: EletroBlocks



Fonte: captura de tela do site

O serviço Nave à Vela (Figura 17) é uma alternativa voltada para escolas, oferecendo parceria para aplicação de aprendizado *maker*. A motivação do serviço

é propiciar um aprendizado mais significativo, e para isso produz uma série de materiais didáticos modulares, kits de montar para atividades práticas, além de recursos multimídia e uma plataforma digital para acompanhar as atividades.

Figura 17: Serviço Nave à vela.

The image shows a collage of screenshots from the Nave à Vela website. At the top, the navigation bar includes 'nave à vela', 'quem somos', 'metodologia', 'nossas soluções', 'plataformas', 'blog', and 'SEJA NOSSA PARCEIRA'. The main content area features several promotional cards for different educational collections:

- Uma ponte para o ensino inovador:** A card with a video player showing a woman speaking, titled 'Base Curricular para Cultura de Inovação'. Below the video, it says 'a metodologia que fomenta o desenvolvimento do aluno' and 'Nós, do Nave à Vela, respeitamos a necessidade de cada escola e suas particularidades. Por isso, desenvolvemos uma metodologia que se adapta à realidade de cada uma. A ela, damos o nome de Base Curricular para Cultura de Inovação.' It also mentions 'Elaborada para alunos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, ela promove uma aprendizagem maker, em que o aluno aprende colocando a mão na massa para construir brinquedos, protótipos e projetos autônomos. Nesse processo, ele passa a ter uma relação mais exploratória com o conhecimento e, assim, desenvolve sua autonomia.' and 'Com essa base teórica, procuramos construir a nossa missão de formar jovens capazes de construir caminhos que impactam positivamente o mundo ao seu redor.'
- Coleção Engenhocas:** '3 a 5 anos da Educação Infantil'. It lists benefits like '3 livros com 4 histórias cada, que abordam temas relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU;', 'Kit criativo, com moldes dos brinquedos a serem construídos ou personalizados pelos alunos;', 'Materiais de apoio ao professor, que abordam os conceitos pedagógicos da coleção e os objetivos de cada história;', and 'Aplicativo para as famílias, permitindo um teor pedagógico em momentos significativos entre a família e a criança.'
- Coleção Missão Maker:** '5º ao 9º ano do Ensino Fundamental'. It lists benefits like 'Livros didáticos, que abordam 6 temáticas maker em todos os anos, com níveis crescentes de complexidade;', 'Kit com montáveis, para um aprendizado maker;', 'Livro de projetos, que podem ser abordados em qualquer um dos anos escolares;', and 'Plataforma digital, para a promoção de um aprendizado híbrido para o aluno.'
- Guia do Inovador das Galáxias:** '1º ao 4º ano do Ensino Fundamental'. It lists benefits like 'Livro didático, com desafios para o aluno aprender na prática;', 'Kit, com montáveis, para os momentos mão na massa e cards com os aprendizados do ano;', 'Material para o educador maker, para a condução das aulas e se apropriar dos aprendizados;', and 'Plataforma digital, para a promoção de um aprendizado híbrido para o aluno.'
- Coleção Decole nas Ideias:** '1º ao 3º ano do Ensino Médio'. It lists benefits like 'Livro 100% digital, com recursos multimídia;', 'Abordagem do Design Thinking e do Design Sprint;', 'Temas modulares, que podem ser reorganizados dentro do ano, sem comprometer o aprendizado do aluno;', and 'Atividade digital, com quizzes, vídeos e conteúdos exclusivos no Espaço.Nav.'

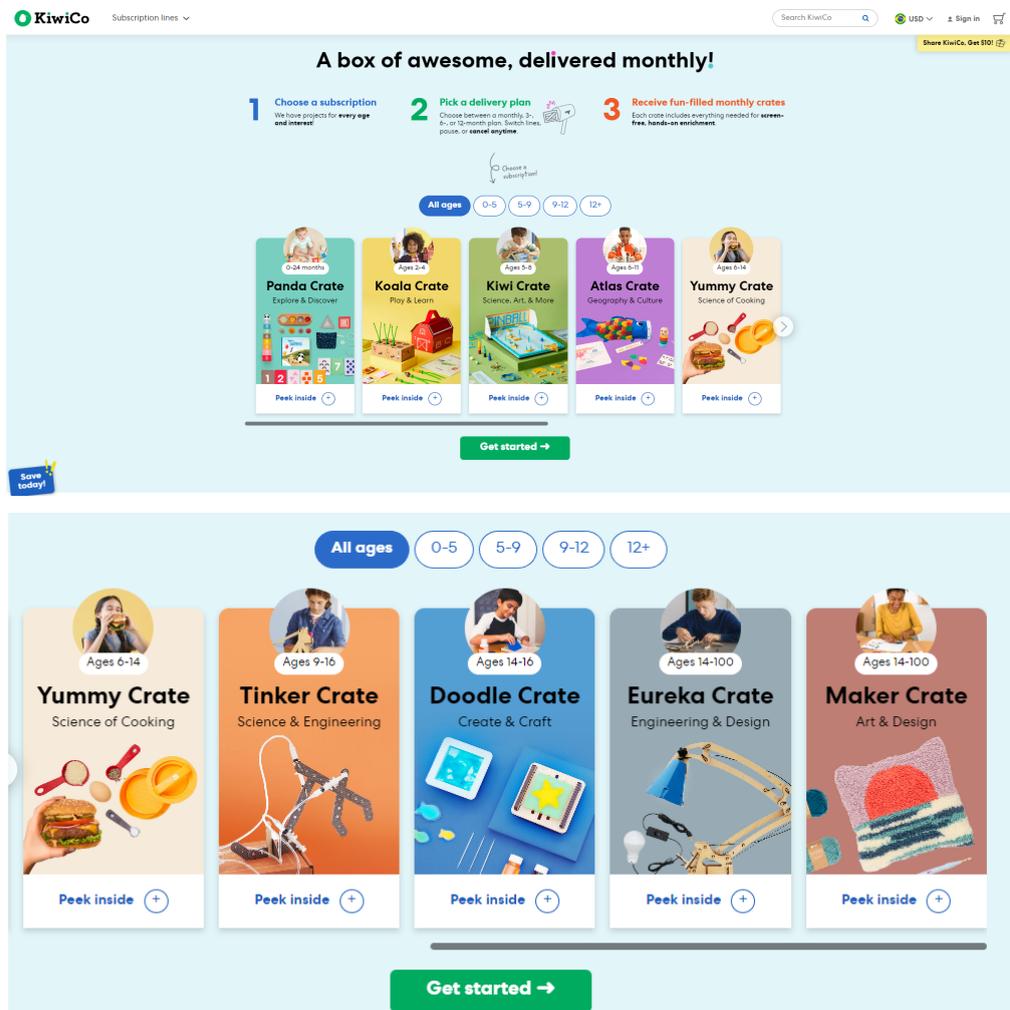
Each collection card includes a 'BENEFÍCIOS PARA O ALUNO' button, a 'BENEFÍCIOS PARA A ESCOLA' button, and a 'CONHEÇA A NOSSA METODOLOGIA' button.

Fonte: captura de tela do site

Atendendo o público geral, buscando incentivar a curiosidade, o aprendizado e os temas STEAM, podemos citar KiwiCo. Fundado por Sandra Oh Lin, engenheira e “mãe de 3”, o serviço foi criado para “celebrar a criatividade e curiosidade natural das crianças” e gerar experiências divertidas com atividades práticas. Inicialmente tratando os temas de ciência, tecnologia, engenharia,

matemática, os kits atualmente também incluem artes, geografia, cultura e até culinária. Os kits (Figura 18) são separados por tema e faixa etária, e incluem instruções passo a passo, peças e ferramentas para montagem de experimentos, e material gráfico com conteúdo adicional. O serviço principal é a venda de assinatura recorrente de kits, mas a compra de conjuntos avulsos e materiais diversos também existe.

Figura 18: Produtos KiwiCo



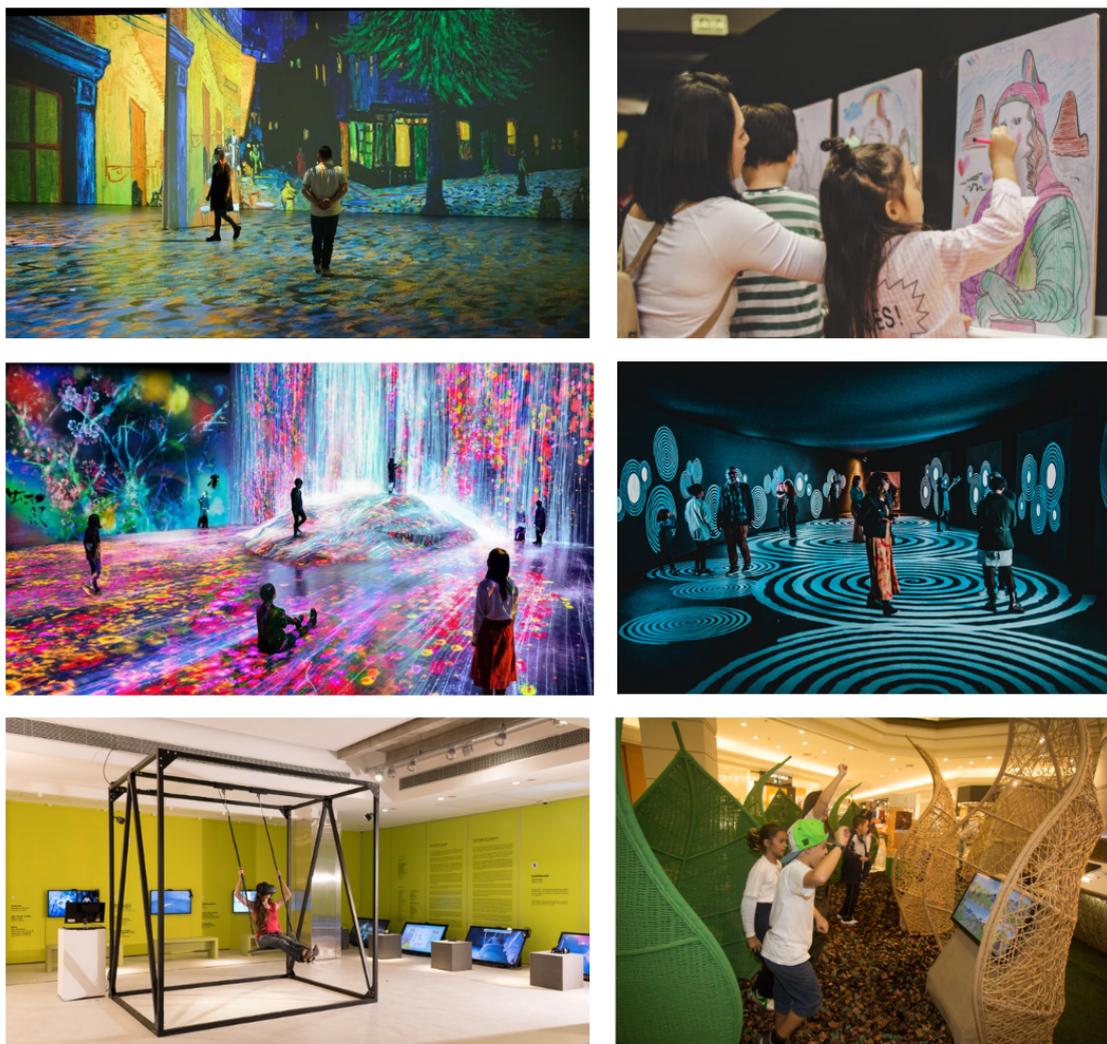


Fonte: capturas de tela do site

Exposições interativas

A conexão das artes com as ciências possibilitou aplicações de alguns recursos visuais e tecnológicos no planejamento de exposições, tornando-as verdadeiras experiências sensoriais, na qual não somente a visão possibilita esse contato. Dos aspectos sensoriais utilizados nessas exposições alguns recursos são projeções, luzes, formas, sons e cores, que envolvem o espectador no ambiente tornando a imersão tão profunda que se tem a sensação de mergulhar na obra do artista. Nas exposições interativas (Figura 19), o conteúdo exposto interage com o público estimulando-o a compreender de forma mais profunda a obra apresentada.

Figura 19: *Moodboard* de exposições interativas.



Fonte: compilado de fotos (fontes no Anexo I)

Levando esse modelo ao contexto de aprendizagem o espectador que apenas observaria a exposição, inter-relaciona-se com o ambiente, sendo incentivado a colaborar e cocriar juntamente com o artista no desenvolvimento da obra. Ao realocarmos essa proposição para o contexto educacional, principalmente no ambiente escolar, a participação ativa dos aprendizes, não apenas em respostas rasas, mas na proposição de formação da mensagem transmitida pelo professor, torna a interação muito mais produtiva, no qual os envolvidos co-criam e colaboram navegando pelo aprendizado construído, assim como proposto nas metodologias ativas.

2.3. SÍNTESE METODOLÓGICA

Ao fim da revisão metodológica observamos que os processos de aprendizagem quando significativos, partem de um motivador, seja um questionamento ou observação e descrevem um caminho similar ao método científico. Esse trajeto compartilha várias congruências com processos tanto do design de forma ampla, quanto em contexto específico da educação, como no design instrucional. São o que podemos chamar de pequenos ciclos de descoberta, envolvendo análise, pesquisa, hipótese, prototipagem, validação, solução e iteração. Eventualmente, ao final do ciclo, o indivíduo chega ao aprendizado, contudo caso não seja satisfatório, é permitido e incentivado o retorno a etapas anteriores para refinar suas experiências.

Na pesquisa de aplicações disponíveis no contexto escolar, notamos a existência de instituições que aplicam metodologias ativas, juntamente a aspectos do design thinking, incentivando os estudantes ao trabalho colaborativo, análogo a prática de Cocriação, enquanto motivados em sua autonomia a direcionar o aprendizado a seus interesses. Esse protagonismo, bem como o benefício da atividade prática no aprendizado, reforça as conclusões de estudiosos da área de que o indivíduo é ativo na construção do conhecimento.

Além das instituições de ensino, existem outras soluções comerciais tanto fornecendo apoio às escolas quanto suprimindo curiosidades e motivações de particulares. Plataformas digitais e artefatos físicos aproveitam da interatividade, do lúdico e do estímulo aos sentidos para tornar o aprendizado mais atrativo e proveitoso.

No campo da comunicação, a internet expandiu o acesso à informação aproximando interesses de aprendizes e instrutores, numa construção cíclica de conhecimento, em que dúvidas aproximam indivíduos interessados a determinados assuntos. Com isso, a busca pela resolução ocorre de forma conjunta. Similarmente, recursos como impressão 3D, muito utilizada no movimento *maker*, tornaram-se mais acessíveis em decorrência da democratização do acesso possibilitado por esses interessados.

Considerando os conceitos e características assimilados na fase de pesquisa, podemos propor um sistema que colabore para o aprendizado prático, contextualizado e significativo.

3. EXPERIMENTANDO APRENDER

Foram observados diversos métodos de aprendizagem, como a evolução das metodologias tradicional e ativa, contextos de aprendizagem no Brasil, características destacadas de ferramentas e estratégias do design e outros campos, do método científico ao modelo ADDIE, bem como aspectos aplicados em recursos e ferramentas de aprendizado disponíveis na atualidade, como recursos digitais, interatividade, estímulos sensoriais e experimentações práticas. Elencamos características que, combinadas, resultam em um sistema com potencial para aplicação no aprendizado e em seu incentivo, ao buscar a aproximação entre o cotidiano profissional e uma atividade educativa.

3.1. REQUISITOS DE PROJETO

Para nortear a forma de ação da proposta definimos alguns aspectos desejáveis. Estes são derivados das observações feitas quanto aos métodos tradicionais e alternativos de ensino, bem como outros meios, ferramentas e recursos de aprendizado disponíveis na atualidade, considerando os pontos positivos encontrados e buscando aproveitá-los. Isto considerado, percebemos que o sistema deve buscar:

- Apresentar temas de forma clara
- Aproximar:
 - interesses;
 - pessoas;
 - realidades;
 - aplicações;
- Diminuir:
 - barreiras (material, compreensão, conhecimento, equipamento);
 - desinteresse;
- Estimular:
 - curiosidade;

- descoberta;
 - atividade;
 - experimentação;
 - percepção;
 - iteração;
 - adaptação;
 - criatividade.
- Resultar em aprendizado significativo

3.2. PROPOSTA DO SISTEMA MISCELÂNEA

Nossa proposta é estruturar o sistema MISCELÂNEA, no qual a atuação de uma equipe idealmente composta de membros de diversas áreas, trabalhando em conjunto, resulta em materiais que incentivem o aprendizado a partir de atividades práticas.

Esse time é formado por:

- professores e especialistas de áreas teóricas, para produção e revisão da base teórica dos materiais;
- educadores e pedagogos para trabalhar métodos e estratégias de ensino aplicados aos materiais;
- designers de várias frentes, como gráfico, produto, serviço, instrucional, de forma a integrar estrategicamente as muitas áreas de conhecimento e atuação;
- profissionais de variados campos de atuação, para oferecer a contextualização dos elementos teóricos e percepções de suas aplicações na prática;
- e outros profissionais julgados pertinentes à realidade e contexto de aplicação.

Os materiais educacionais MISCELÂNEA são produzidos na forma de guias visuais em que se utilizam recursos gráficos, como imagens e esquemas em conjunto com informações textuais, ao que aprendizes visuais já estariam à

vontade, para compreender o campo teórico. Os assuntos são aproximados da realidade ao tratar de sua relevância e presença em contextos práticos e áreas profissionais pertinentes. Para estimular o processo, são propostas atividades experimentais que exemplificam e instruem o usuário a desenvolver seu próprio artefato, de forma a experienciar os conceitos aprendidos em primeira mão. Espera-se ao final, como resultado da aplicação desses três aspectos, alcançar um aprendizado significativo (Figura 20).

Figura 20: Modelo de procedimento ideal contextualizado

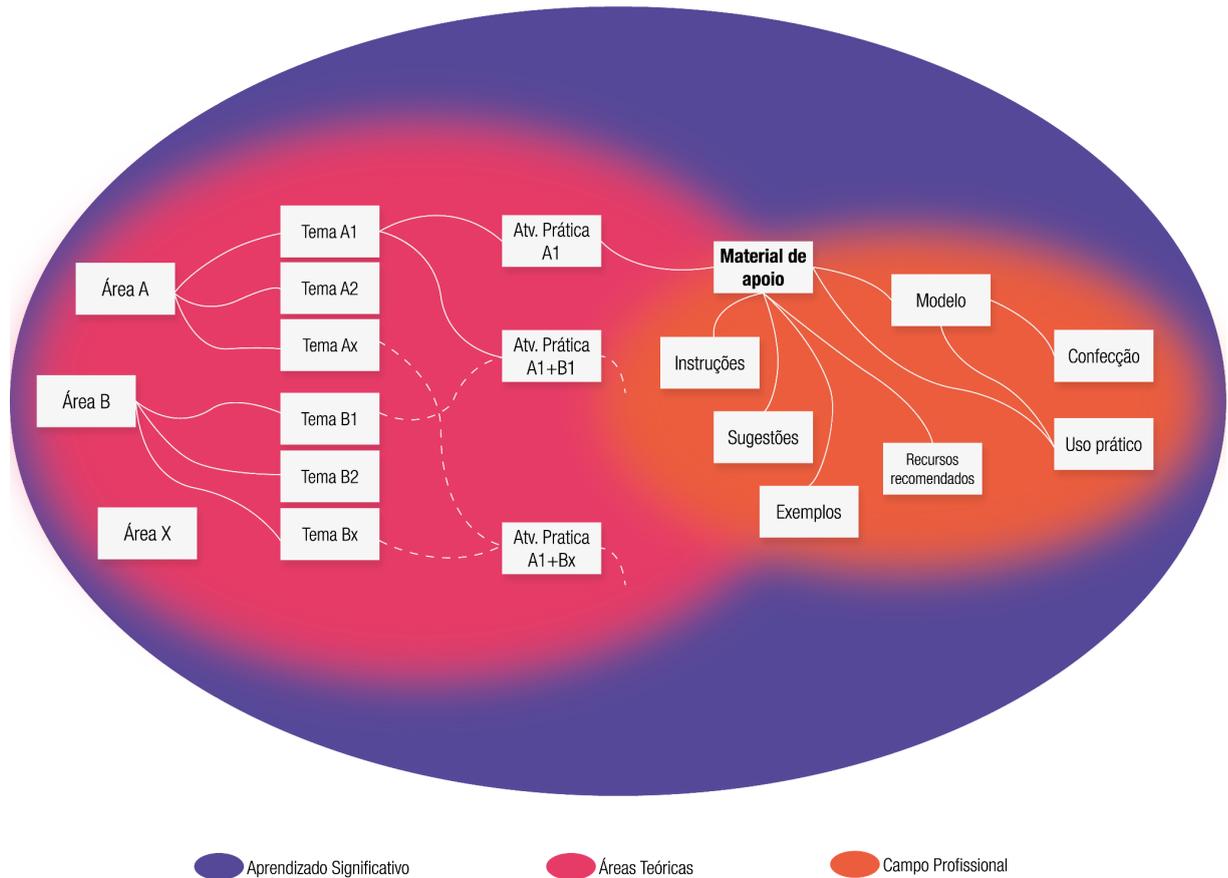


Fonte: autores.

Os temas tratados não são ditados por uma matéria em específico. O ideal é levantar quais os temas mais relevantes relacionados à determinada prática ou contexto e, com base nisso, determinar qual será o foco do material e quais informações interdisciplinares o acompanharão.

O conhecimento adquirido em circunstância educacional é repleto de elementos do cotidiano profissional, que muitas vezes são afastados pela forma como os conceitos são transmitidos. No entanto, MISCELÂNEA prevê variadas possibilidades de conexões entre temas e áreas de atuação, sendo possível a partir delas recriar e adaptar atividades para outros campos, assim como integrar temas múltiplos em uma única atividade, trabalhando de modo integrado, como o nome sugere, essa diversidade de assuntos e aplicações.

Figura 21: Mapa geral de aplicação



Fonte: autores.

O mapa geral de aplicação (Figura 21) ilustra como as atividades são pensadas, tendo em vista as conexões entre áreas teóricas, a partir da interligação de seus temas com práticas e atividades do campo profissional. O sistema MISCELÂNEA respeita essas conexões naturais ao sugerir um caminho de descoberta e aprendizado. Aproveitando-se da lógica do pensamento científico e do *design thinking*, o conteúdo se desenrola após uma provocação ou indagação acerca de determinado fenômeno, a partir do qual, preferencialmente com apoio do artefato prático sugerido, o aprendizado é concretizado.

Assim, são gerados os materiais MISCELÂNEA, com o propósito de apoiar o usuário em sua jornada particular de aprendizado, de fato significativa, por meio de instruções e recursos visuais contextualizados a uma atividade prática. Com isso, esperamos gerar possibilidades de descoberta e criação ao longo do trajeto do usuário.

Aproveitando os meios digitais e considerando o potencial colaborativo e aberto da internet, o material conta com referências a recursos e informações relacionadas que estejam disponíveis na web, como recomendação para estudo posterior. Os endereços de sites são acompanhados por QR codes³² correspondentes para facilitar o acesso na versão impressa.

Os materiais podem ser produzidos para dois cenários:

- amplo: atendem um público geral, tratam de temas variados e buscam incentivar curiosidade e descoberta;
- personalizado: similar ao amplo, mas atendem especificidades de um cliente, contexto sócio-econômico ou aplicação específica.

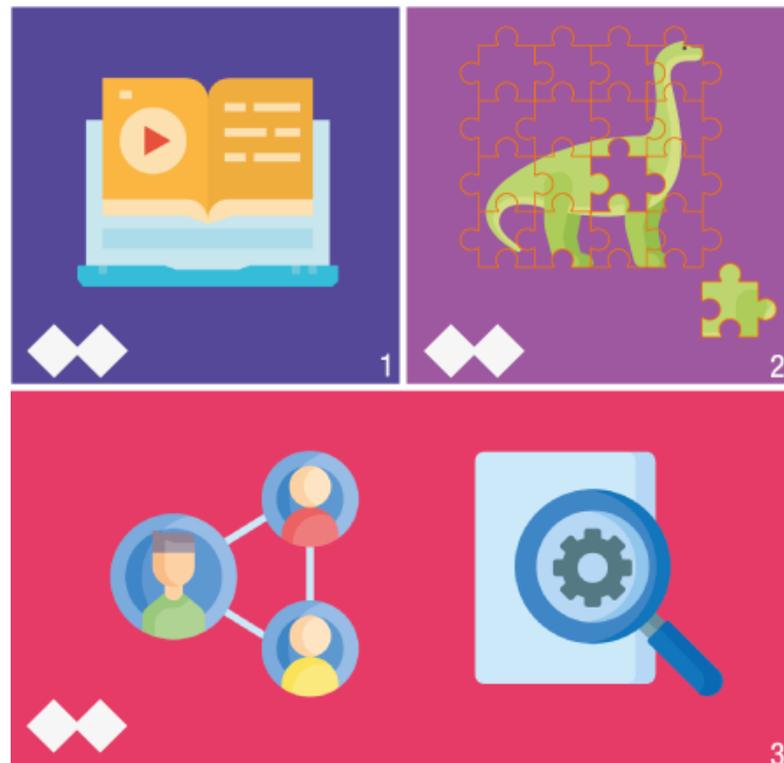
Materiais de uso amplo serão disponibilizados gratuitamente de forma digital em plataformas de distribuição de conteúdo livre. Os personalizados serão financiados pelo cliente interessado e fornecidos em forma digital ou em forma física. Uma possibilidade de expansão do MISCELÂNEA inclui plataforma própria para distribuição e loja que forneça material opcional para os experimentos práticos.

De forma a facilitar a busca, o repositório da MISCELÂNEA deve relacionar os materiais tanto por prática quanto por temas. Além disso, a proximidade de assuntos é levada em conta para sugerir, ao longo do material, outros temas, informações e atividades ao usuário. Dessa maneira ele pode, além do aprendizado, chegar a descobertas de interesse em relação a outros temas após buscar conhecer mais sobre determinada prática, e vice-versa.

Em seu uso, os materiais podem ter variados graus de interação (Figura 22), determinados pela realidade do usuário, suas vontades, capacidades e motivações. Para cada nível de interação durante o uso, ocorre um processo de jornada de aprendizagem, simbolizado pelo ícone de *double-diamond* na imagem.

³² Do inglês “*quick response code*”, código de resposta rápida (tradução livre), uma variação bidimensional do código de barras que pode ser facilmente lido e interpretado por aparelhos *smartphone*.

Figura 22: Esquema de graus de interação



Fonte: autores.

- **grau 1: interação visual teórica**
 - Possibilidade de atuação mais simples apoiada nos esquemas e recursos visuais, por preferência pessoal ou em um contexto onde recursos práticos e cinestésicos são limitados;
 - Utilização de realidade aumentada pode ser um potencializador do visual e direcionar para atividades práticas.
- **grau 2: interação prática cinestésica**
 - Atividades experimentais práticas estilo “mão na massa” chamam a atenção e promovem envolvimento;
 - O aprendiz é colocado para construir o artefato abrangendo os conceitos apresentados no nível teórico;
 - A experimentação do artefato simultânea ao acompanhamento do material pode facilitar o entendimento dos conceitos;
 - Artefatos produzidos podem ser motivadores para experimentações alternativas, com alterações e adaptações somando à construção do conhecimento;

- Recursos do cotidiano ou de construção facilitada, como *pop-ups* mais simples, são alternativas para diminuir barreiras de execução;
- Recursos mais elaborados ou dispendiosos podem ser sugeridos, tanto para conhecimento quanto para realização.
- **grau 3: interação coletiva, colaborativa ou personalizada**
 - Aplicações coletivas ou colaborativas espontâneas dos usuários;
 - Adaptação personalizada para realidade específica.

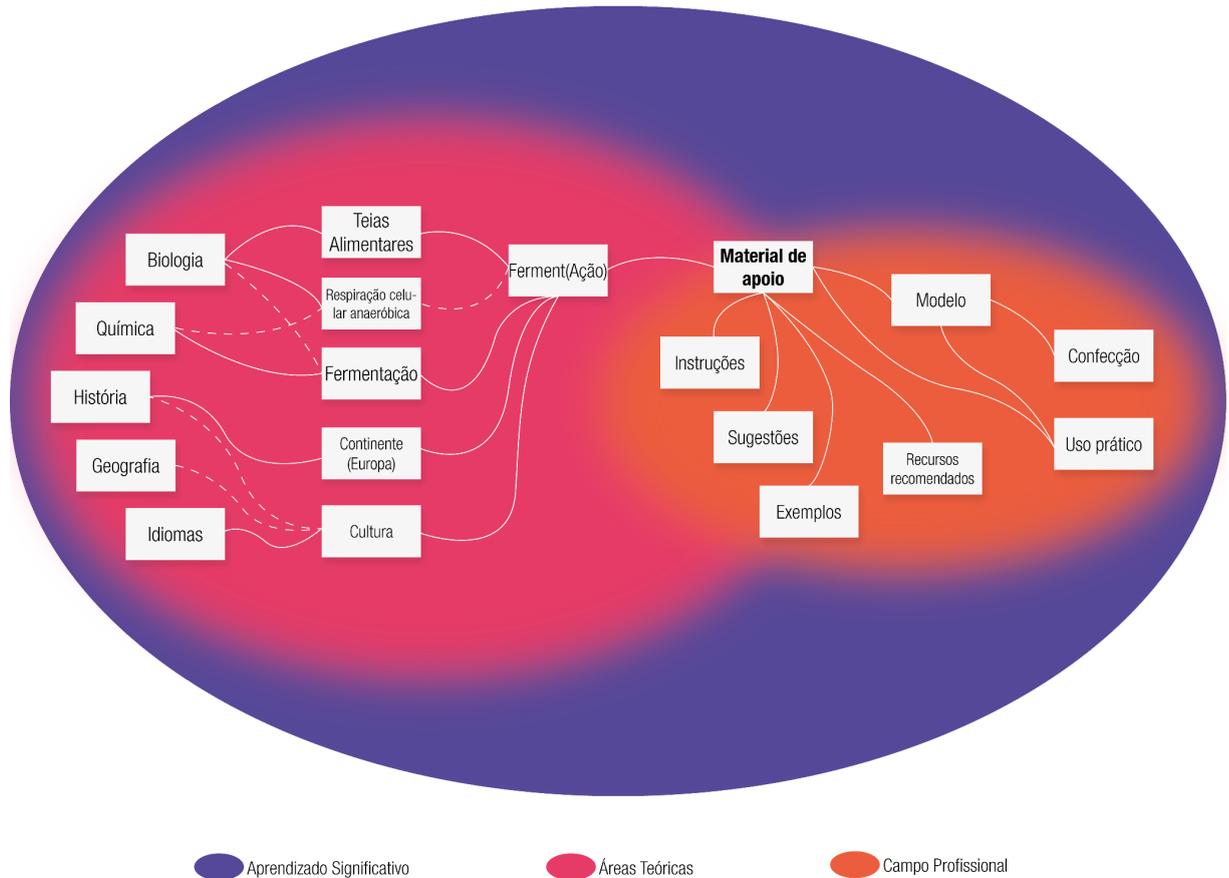
O nível de interação do usuário com o material pode ser ampliado para o uso em grupo e colaborativo. No contexto escolar, o MISCELÂNEA de caráter amplo pode ser aplicado em graus menores como atividade ou avaliação alternativa, em uma matéria ou aula específica ou, ainda, expandir para aplicação institucional, situação que pode inclusive ser motivadora para uma solicitação de desenvolvimento de materiais personalizados.

3.3. VISUALIZANDO OPÇÕES

De forma a exemplificar as ligações entre temas e práticas, bem como a construção de um material do MISCELÂNEA, consideramos dois temas e as possibilidades de interação e realização para cada um.

Observemos a fermentação, tão comum na culinária, juntamente a temas que possuem relação com o processo (Figura 23). É possível desenvolver uma atividade prática no ambiente familiar e comum da cozinha, ao mesmo tempo em que consideramos aspectos da química, como os processos responsáveis pela fermentação e sua similaridade com a respiração anaeróbica de bactérias, em relação direta com a biologia ao explorar as características dos microrganismos. Além disso, é possível levantar elementos culturais ao tratar do uso da fermentação, seus produtos e subprodutos no preparo de gêneros alimentícios característicos de contextos regionais diversos, envolvendo o usuário no procedimento.

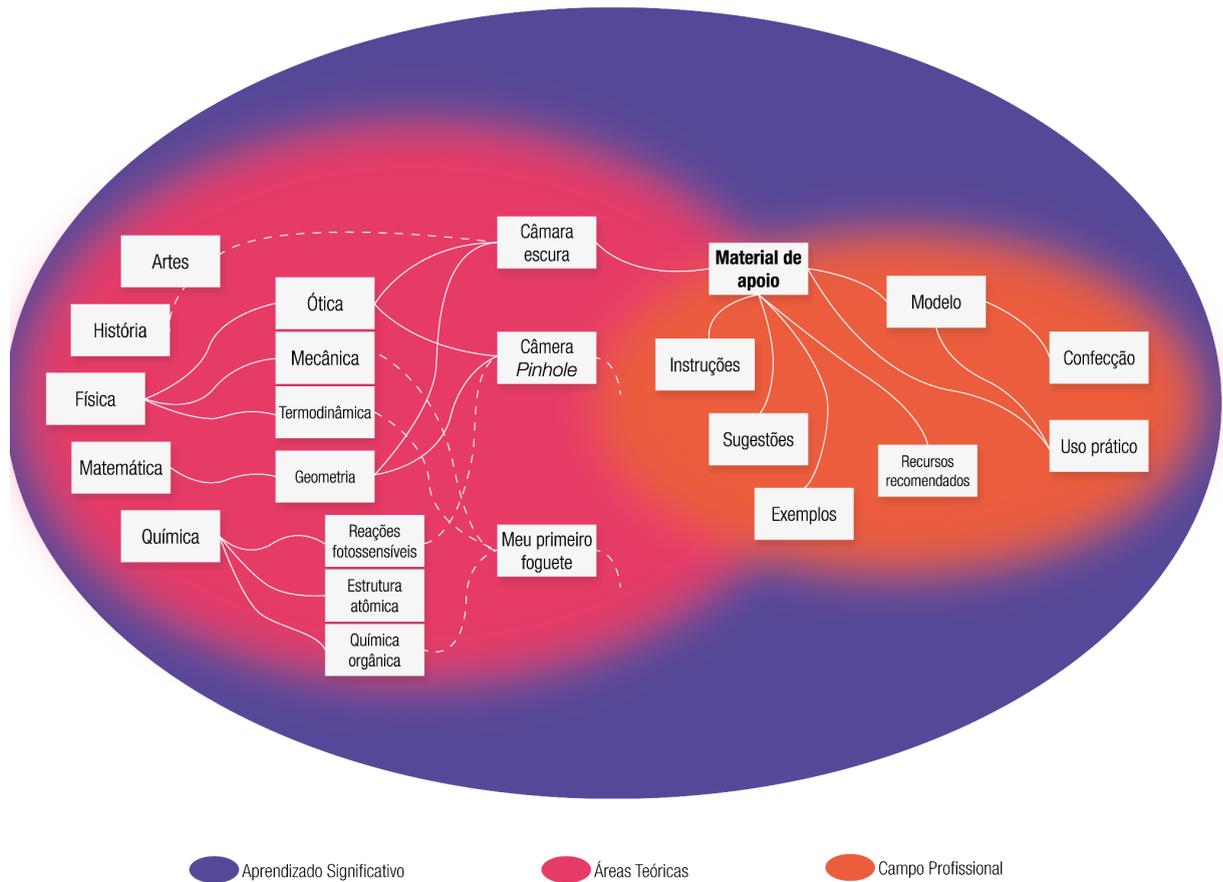
Figura 23: Mapa explorando conceitos de fermentação



Fonte: autores.

Outro exemplo é quanto à prática da fotografia. Podemos relacionar seu desenvolvimento histórico, passando pelos princípios físicos da ótica, os conceitos químicos empregados na fixação da imagem, seu emprego na comunicação como meio de registro de informação, seu apelo artístico e autoral, e a relação desses aspectos com a atuação do fotógrafo e as técnicas de fotografia. É perceptível como temas conseguem rapidamente enveredar por diversas áreas. Podemos indicar um percurso mais simples, considerando princípios óticos da propagação da luz e formação de imagem numa câmera obscura (Figura 24).

Figura 24: Mapa explorando conceitos óticos



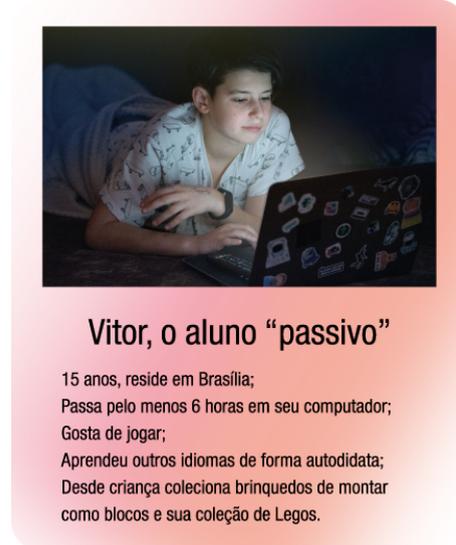
Fonte: autores.

Para facilitar a compreensão no desenvolvimento e uso dos materiais-guia, fazemos uso de duas *personas* – ferramentas de representação de usuários dentro do universo do público alvo. Semelhante ao modelo aplicado no design instrucional, que sugere avaliar por meio de *personas* a adaptação estrutural a ser desenvolvida.

A *persona 1* (Figura 25) simboliza um estudante do 2º ano do ensino médio, que não consegue se conectar com a forma de ensino passivo, pois não consegue absorver de forma satisfatória apenas por meios de aprendizagem auditiva, de leitura e visual. Para ele, a necessidade da experiência com a construção de artefatos é fundamental. Assiste às aulas de maneira automática e estuda apenas para decorar o conteúdo e passar nas provas. Vitor é naturalmente descobridor, passa parte do seu tempo online aprendendo coisas novas. Estudou línguas por meio de plataformas online, desenvolveu habilidades com música de forma

autônoma. No entanto, quando está em sala de aula não consegue se conectar com o método de aula onde ele é colocado apenas como ouvinte.

Figura 25: Persona 1 - Vitor, estudante



Fonte: autores.

A *persona 2* (Figura 26) é representada por uma fotografia. Formada em Design de Interiores, atualmente trabalha com fotografia e também é professora num curso básico de foto para iniciantes. Recentemente foi chamada para palestrar num evento da escola onde cursou o ensino médio, no qual deveria explicar sobre como foi seu processo evolutivo na área. Apaixonada por fotografia analógica, Nat precisa encontrar algum modelo que facilite a compreensão dos ouvintes. Por não ter sido tão boa aluna no período escolar, não tem propriedade para falar confortavelmente sobre conceitos físicos relacionados à fotografia, mas gostaria de deixar para os participantes um recurso tátil de aprendizado, e posterior motivador de pesquisa.

Figura 26: Persona 2 - Nat, fotógrafa



Fonte: autores.

3.4. MATERIAL PILOTO: ÓTICA, UMA CÂMARA ESCURA E A FOTOGRAFIA

Para demonstrar a aplicação do sistema MISCELÂNEA, oferecemos como exemplo o seguinte cenário: um material de apoio ou guia, de aplicação ampla, flexível, cujo uso não é exclusivo para ambiente escolar, tratando, no campo da física, de conceitos óticos da propagação da luz e formação de imagem (Figura 27), por meio da demonstração e construção de uma câmara escura, com sugestão de modelo de baixa complexidade, acompanhado de relações contextuais com a prática da fotografia e outros temas pertinentes.

Figura 27: Capa interna, material de ótica



Fonte: autores

A motivação de seu uso vai depender de cada pessoa e o material pode ser consumido para saciar uma curiosidade particular, apresentar o assunto a alguém ou até ser explorado em sala de aula como recurso didático ou atividade. Além do propósito, o usuário pode definir adaptações caso necessárias ou desejáveis e o material oferece algumas sugestões quanto a isso.

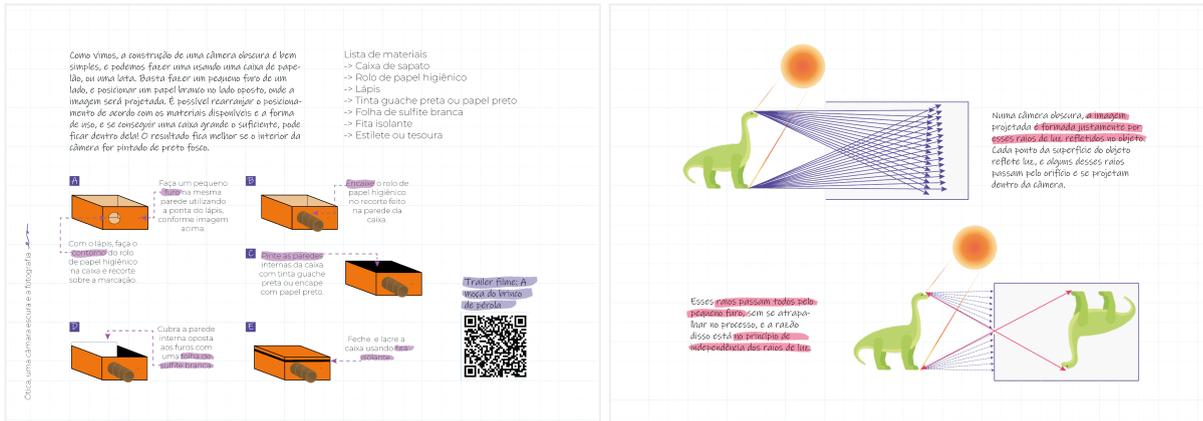
O usuário percorre o material e, no seu ritmo, tem contato com as informações nele dispostas. A interação com o material apresenta em um primeiro momento uma contextualização histórica quanto ao assunto proposto (Figura 28), encaminhando o usuário para uma compreensão ampla e não isolada dos conceitos físicos relacionados à ótica.

Figura 28: Spread 1 - página de contextualização histórica

Fonte: autores

O material sugere a construção de uma câmara escura (Figura 29), para experimentação manual dos conceitos apresentados, e fornece um modelo base com instruções correspondentes para a fabricação, montagem e operação do artefato.

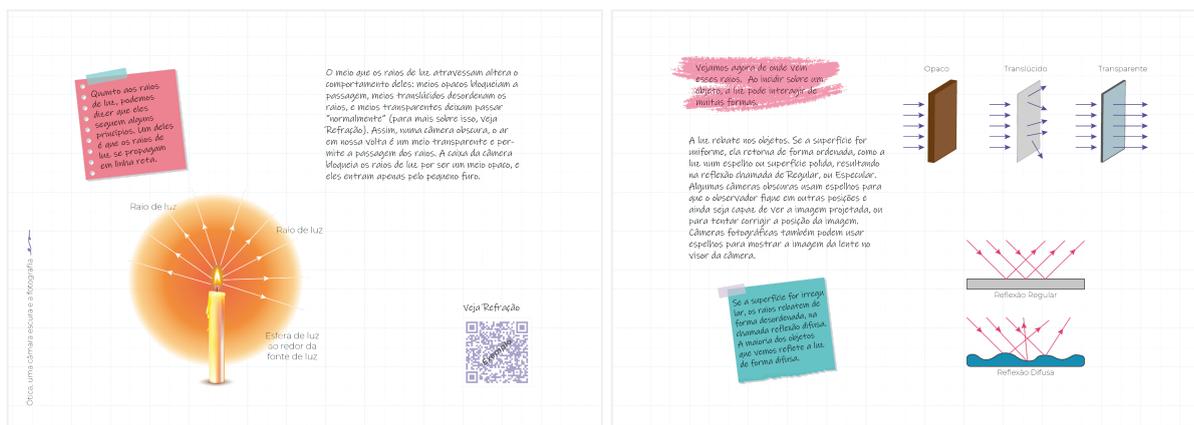
Figura 29: Spread 2 - página de construção da câmara escura e seu funcionamento



Fonte: autores

Compõe o material uma série de QR codes, para que o usuário prossiga no aprofundamento dos conceitos abordados. Além disso, através dos códigos são apresentadas também curiosidades e outras conexões do tema discutido com aplicações reais, por exemplo a indicação de um filme que descreve o funcionamento da câmara e seu uso nas artes (Figura 29). Considerando que o usuário do material pode ou não já ter tido contato com os conceitos relacionados a fotografia e ótica anteriormente, de forma breve são apresentadas as principais noções que se relacionam à área (Figura 30).

Figura 30: Spread 3 - página de conceituação da propagação da luz



Fonte: autores

Levando em consideração a aquisição do material por meio digital, que se insere no grau 1 de interação, o uso de esquemas visuais colabora com a compreensão dos conceitos. Mesmo que o usuário utilize algum recurso de impressão sem uso de cor, é possível acrescentar elementos de forma manual para entendimento futuro.

Ideando o uso em grau 2, o material é disponibilizado de maneira impressa, o que possibilita também o aproveitamento como bloco de anotações. Nesse modelo (Figuras 31 e 32) a estrutura de caderno inteligente³³ do material permite ao usuário tanto reposicionamento de páginas, quanto adição de outras conexões feitas, incentivando a personalização individual do material. Em caso de aplicação coletiva, é possível dispor as páginas em formato de painel para interação colaborativa, estimulando ainda sugestões de outros vínculos ao tema trabalhado, enquanto os usuários são motivados a construção dos artefatos propostos, seja ela no modelo baixo custo ou através de recursos do universo *maker*.

³³ O caderno inteligente é um caderno físico, com folhas de papel presas por argolas, que permite o uso de forma totalmente personalizada e dinâmica. Neste caderno o usuário pode retirar, adicionar ou reposicionar as páginas como e quando desejar.

Figura 31: Modelo de caderno inteligente



Fonte: autores

Figura 32: Spread de páginas aplicados à montagem de caderno inteligente



Fonte: autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trajeto percorrido no design mostrou uma gama de possibilidades de atuação e, uma em especial, foi mais instigante: a de facilitador no aprendizado. Vários foram os projetos encontrados que recorriam à temática do aprender, fosse a nível escolar ou motivação pessoal. Partiu desse percurso a motivação necessária para que essa discussão e o sistema MISCELÂNEA fossem desenvolvidos.

Aprender não é uma atividade restrita à escola e a tecnologia expande ainda mais essas fronteiras. Vivemos numa constante transformação, as informações viajam rapidamente e não estão mais limitadas geograficamente. O desenvolvimento tecnológico possibilitou que o compartilhamento fosse democrático e quando associamos essa disseminação ao ensino, vamos observar como mudanças se fazem necessárias.

Primeiramente, verificamos e levantamos carências relacionadas ao aprendizado, sobretudo no percurso escolar tradicional e sua falta de proximidade com aplicações práticas. Nesse estágio foi possível identificar elementos básicos do processo de aprendizagem e sua presença - ou não - no ensino institucionalizado. Observamos por meio da literatura uma diversidade de proposições feitas por estudiosos no que diz respeito a motivação, reorganização de idéias, descoberta, participação ativa no processo e como cada indivíduo procede na adequação desse conhecimento ao seu próprio estilo de aprendizagem.

Entretanto, a institucionalização do ensino após a revolução industrial o tornou seriado, uniforme e em larga escala. Se por um lado mais pessoas tinham acesso à educação, por outro aqueles que não se adequavam ao sistema perdiam rendimento e interesse quanto ao aprender. Em resposta a isso, escolas alternativas vêm surgindo ao longo das últimas décadas, ao que notamos que embora sejam um conceito relativamente recente, estão a aplicar teorias da virada do século XX. Isso reforça a validade dessas teorias que, contudo, encontram dificuldade de implementação por exigirem mais empenho, recurso e planejamento que o ensino tradicional demanda.

Dito isso, passamos a identificar de que forma o design auxilia na pesquisa e

desenvolvimento de soluções, trabalhando-o como um facilitador, no sentido de aproximar interesses, empregando ferramentas e recursos da área. Considerando especializações como o design instrucional, traçamos paralelos entre o modelo de pensamento do design, a jornada de aprendizado e o método científico, no qual percebemos a similaridade entre os caminhos percorridos, o que foi aproveitado no sistema projetado.

De forma a não desenvolver apenas mais um artefato, avaliamos a disponibilidade de soluções existentes e a correlação com a realidade de sala de aula. A partir delas foi possível observar e aproveitar elementos e características que associados a aplicações práticas, atividades profissionais e temas contextualizados à realidade, atingissem o que consideramos um aprendizado significativo.

Por fim, elaboramos um modelo de sistema que conduz o desenvolvimento de atividades teórico-práticas. Acreditamos que esse sistema pode contribuir, dentro ou fora do contexto escolar, para provocar mudanças no ensino e aprendizagem. Embora idealizado no âmbito teórico devido a restrições de tempo e execução, seria pertinente a continuidade do projeto, por meio da validação prática de uso. Além disso, acreditamos ser de grande valor a realização de pesquisas subsequentes em relação à implementação de atividades e modelos em caráter prático, experimental, contextualizado, inclusivo e colaborativo.

Destacamos que não existe apenas um modelo para se ensinar ou aprender, a essência é a experimentação, e a melhor forma de fazer é aquela que se adequa a quem faz.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, Makola. **STEM and the Arts** TED talk: *Youtube*, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MmboiJh6qJU> Acesso em: 15 de agosto de 2022.

ALQUÉRES, Hubert. **É urgente, aliás urgentíssimo – reforma do Ensino Médio**. Colégio Bandeirantes, 2016. Disponível em: <https://colband.net.br/institucional/e-urgente-alias-urgentissimo-reforma-do-ensino-medio>. Acesso em: 16 de julho de 2022.

ALVES, Helton Gomes. **Perfil das abordagens de ensino adotadas por professores da área de exatas na visão de alunos de escolas públicas e cursinhos pré-vestibulares solidários da cidade de Campina Grande-PB**. CONAPESQ 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2016/TRABALHO_EV058_MD1_SA87_ID1076_17052016213254.pdf. Acesso em: 15 de abril de 2022.

ANDRADE, Sabrina. **Saiba qual a diferença entre metodologia ativa e tradicional e opte pela melhor opção em suas aulas**. Imaginie Educação. Publicado em: 10 de novembro de 2020. Disponível em: <https://educacao.imagine.com.br/qual-a-diferenca-entre-metodologia-ativa-e-tradicional/#:~:text=Na%20tradicional%2C%20os%20alunos%20s%C3%A3o,buscar%20solu%C3%A7%C3%B5es%20por%20si%20mesmos>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

AUDI, Rafael. **Saiba o que é a Pirâmide da Aprendizagem e como usá-la em seu favor!** Estratégia Concursos. Publicado em: agosto de 2021. Disponível em: <https://www.estrategiaconcursos.com.br/blog/saiba-piramide-aprendizagem/> Acesso em: 04 de julho de 2022.

BASSO, Murilo. **Como no século 19: nossas salas de aula pararam no tempo**. Gazeta do Povo. Publicado em: 25 setembro 2017. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/como-no-seculo-19-nossas-salas-de-aula-pararam-no-tempo-arjn56m7xzsmdid2inpnhu8cv/>. Acesso em: 16 de maio de 2022.

BARROS, Kezia Maria da Silva; SILVA, Leonardo Barbosa da; OLIVEIRA, Ligia Saraiva Higino de; SILVA, Tálita Juliani Vicente da. **O uso da fotografia como ferramenta pedagógica no ensino de ciências**. Congresso CONAPESQ 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD1_SA13_ID780_29072019223041.pdf. Acesso em: 16 de maio de 2022.

BARROS, Ricardo Paes de. **Políticas públicas para redução do abandono e evasão escolar de jovens**. Parceria entre Fundação Brava, Instituto Ayrton Senna,

Instituto Unibanco e Insper. São Paulo. Publicado em outubro de 2017. Disponível em: <http://gesta.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-para-a-redu%C3%A7%C3%A3o-do-abandono-e-evas%C3%A3o-escolar-d-e-jovens.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

BASÍLIO, Ana Luiza. **Em São Paulo, a promessa de ‘liberdade’ da reforma do Ensino Médio não se concretizou.** Carta Capital, 2022. Publicado em: 03 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/educacao/reforma-do-ensino-medio-trouxe-um-empobrecimento-da-formacao-dos-estudantes-diz-estudo/>. Acesso em: 26 de julho de 2022.

BORGES, Evelyse Lemos. **Os Mapas Conceituais como Instrumento de Avaliação Formativa.** 1999. ABRAPEC - II ENPEC. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/G20.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2022.

BRAGA, Elayne de Moura. **Os elementos do processo de ensino-aprendizagem: Da sala de aula à educação mediada pelas tecnologias digitais da informação e da comunicação (TDICs).** Revista Vozes dos Vales da UFVJM: Publicações Acadêmicas – MG – Brasil – Nº 02 – Ano I – 10/2012. Disponível em: http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2011/09/OS-ELEMENTOS-DO-PROCESSO-DE-ENSINO-APRENDIZAGEM-DA-SALA-DE-AULA-À-EDUCAÇÃO-MEDIADA-PELAS-TECNOLOGIAS-DIGITAIS-DA-INFORMAÇÃO-E-DA-COMUNICAÇÃO-TDICs_elayn.pdf Acesso em: 16 de março de 2022

BRASIL. **Medida provisória nº 746.** 22 de setembro de 2016. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 de setembro de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/mpv/mpv746.htm#:~:text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20de%20Fomento,Desevolvimento%20da%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20B%C3%A1sica%20e. Acesso em: 16 de agosto de 2022.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 25 de março de 2022.

BRILLIANT. **Brilliant - Learn interactively.** Página inicial. Disponível em: www.brilliant.org. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

CARVALHO, Henrique. **Double Diamond: o que é esse processo de design.** Vida de Produto. Publicado em: 2 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://vidadeproduto.com.br/double-diamond/>.

Centro de Referência em Educação Integral. **Na Índia, escola Riverside aposta em empoderar os alunos.** Publicado em: 06 de agosto de 2014. Disponível em:

<https://educacaointegral.org.br/experiencias/na-india-escola-riverside-aposta-empoderamento-dos-alunos/>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

CHIODI, Leonardo. **O Glossário da Inovação**. Ensaio. Publicado em: 13 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.ensaio.cc/post/glossario-da-inovacao>. Acesso em: 29 de julho de 2022.

CLEVER CORP. **O Questionário VARK**. Clever Corp - Tecnologias Educacionais. Publicado em: 20 de janeiro de 2015. Disponível em: https://www.clevercorp.com.br/blog/2015/01/20/questionario_vark/. Acesso em: 30 de julho de 2022.

COLÉGIO ETAPA. **Como a interdisciplinaridade pode aparecer nos vestibulares**. Publicado em: 09 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://blog.etapa.com.br/colegio/interdisciplinaridade-nos-vestibulares>. Acesso: 27 de julho de 2022.

CORREIA, Hamilton Ribeiro. **O método investigativo revolucionou a minha aula**. Observador. Publicado em 4 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://observador.pt/opiniao/o-metodo-investigativo-revolucionou-a-minha-aula/>. Acesso em: 30 de maio de 2022.

CUNHA, Ana Rute Ferreira. **VARK: Como é que aprendo melhor? Uma mudança no processo de ensino-aprendizagem**. 2015. 186f. Relatório Final de Prática de Ensino Supervisionada - Mestrado em Ensino do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal. Disponível em: http://repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1582/1/Ana_Cunha.pdf. Acesso em: 20 de julho de 2022.

D'ALMEIDA, Luana Alves. **Gamificação (Kahoot) nas práticas pedagógicas: Uma proposta de abordagem lúdica no ensino**. 2021. 135f. Pós Graduação Stricto Sensu em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias. UNOPAR, Londrina/PR. 2021. Disponível em: https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/33244/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Luana-Vers%C3%A3oFINAL.pdf. Acesso em: 01 de julho de 2022.

DIAS, Álvaro Machado. **O futuro da educação I: o problema do engajamento**. Visões do Futuro, UOL. Publicado em: 27 de agosto de 2019. Disponível em: <https://visoedofuturo.blogosfera.uol.com.br/2019/08/27/o-futuro-da-educacao-i-o-problema-do-engajamento/>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

DUARTE, Sergio Martins. **Os Impactos do Modelo Tradicional de Ensino na Transposição Didática e no Fracasso Escolar**. 2018. 135f. Mestrado em Educação: Docência e Gestão da Educação. Universidade Fernando Pessoa, Porto/Portugal, 2018. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6624/1/DM_Sérgio%20Martins%20Duarte.pdf. Acesso em: 13 de abril de 2022.

EDUQO. **Eduqo - As melhores soluções para educação digital.** Página inicial. Disponível em: <https://eduqo.com.br/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

ELETROBLOCKS. **Eletroblocks - Blocos magnéticos e eletrônicos.** Catarse - financiamento coletivo. Disponível em: <https://www.catarse.me/eletroblocks#about>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

_____ **Eletroblocks - conecte para criar.** Página Inicial. Disponível em: <https://www.eletroblocks.com.br/> Acesso em: 20 de agosto de 2022.

Eleva Plataforma. **Gamificação na educação: como usá-la no processo pedagógico?** Publicado em: em 4 de setembro de 2020. Disponível em: <https://blog.elevaplataforma.com.br/gamificacao-na-educacao/>. Acesso em: 14 de julho de 2022.

Escola da Ponte. In: Wikipedia, a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Escola_da_Ponte Acesso em: 25 de agosto de 2022.

ESCOLA DA PONTE. **O Projeto.** Escola da Ponte. Disponível em: <https://www.escoladaponte.pt/o-projeto/> Acesso em: 25 de agosto de 2022.

FAVA, Fabrício Mário Maia. **Fluke, repensando a gamificação para a aprendizagem criativa.** 2016. 162f. Doutorado em Comunicação e Semiótica. PUC, São Paulo/SP. 2016. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/19186> . Acesso em: 13 de abril de 2022.

FERNANDES, Elisângela. **David Ausubel e a aprendizagem significativa.** Nova Escola. Publicado em: 01/12/2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa> Acesso em: 15 de agosto de 2022.

FERREIRA JÚNIOR, José Luiz. **A fotografia artesanal como recurso didático no ensino de física.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura em Física) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/44994>. Acesso em: 22 de julho de 2022.

FIA. **Educação STEM: Tudo que você precisa saber.** FIA *business school*. Publicado em: 12 de julho 2019. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/educacao-stem/#:~:text=em%20que%20vivemos-,Como%20surgiu%20o%20STEM%3F,se%20tornado%20populares%20nesse%20país> Acesso em: 25 de julho de 2022.

FILATRO, Andrea. **Design Instrucional contextualizado: educação e tecnologia.** 2ed. São Paulo: Editora Senac - São Paulo, 2007.

_____. **Como preparar conteúdos para EaD. Guia rápido para professores e especialistas em educação a distância, presencial e corporativa.** 1 ed. Ed. Saraiva Uni - São Paulo, 2018.

FONSECA, Alerandra Lorena da Silva. **Objetos de aprendizagem: Alunos como protagonistas do aprender.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Artes Visuais). Instituto de Artes, UnB, Brasília/DF, 2018. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/23377/1/2018_AlerandraLorenaDaSilvaFonseca_tcc.pdf. Acesso em: 31 de março de 2022.

GEEK. **What is Learning? Characteristics, Process, Nature, Types of learners.** 2022 Disponível em: <https://www.geektonight.com/what-is-learning/>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

HOM, Elaine J; DOBRIJEVIC, Daisy. **What is STEM Education? STEM education, now also know as STEAM, is a multi-discipline approach to teaching.** Live Science. Publicado em: 17 de fevereiro 2022 Disponível em: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

IDOETA, Paula Adamo. **Ensino médio testa saídas contra desinteresse e evasão escolar.** BBC News Brasil. Publicado em: 4 de agosto de 2014. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/08/140728_ensino_medio_pai. Acesso em: 31 de março de 2022.

Imagem Freepik. **Fotógrafa bem-sucedida tirando fotos de arquitetura moderna.** Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-gratis/fotografa-bem-sucedida-tirando-fotos-de-arquitetura-moderna_9585190.htm#query=successful-female-photographer-making-photos-on-modern-architecture&position=2&from_view=search&track=sp_h. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

Imagem Pixabay. **Adolescente no PC.** Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/computador-computador-port%C3%A1til-6981762/> Acesso em: 19 de agosto de 2022.

INEP. **Censo Escolar 2021 - Divulgação dos resultados.** Inep - Governo Federal. Brasília, 2022. Publicado em: 31 de janeiro de 2022. Disponível em: https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2021/apresentacao_coletiva.pdf. Acesso em: 23 de julho de 2022.

Institute for Arts Integration and Steam. **What is STEAM Education? The definitive guide for K-12 schools.** Disponível em: <https://artsintegration.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/>. Acesso em: 17 de julho de 2022.

INSTITUTO DE DESENHO INSTRUCIONAL. **Invisto na Carreira de Designer Instrucional ou na de UX Designer?** Publicado em: 01 de novembro de 2018. Disponível em: <https://www.desenhoinstrucional.com/post/2018/11/01/sem-t%C3%ADtulo>. Acesso em: 16 de julho de 2022.

INSTITUTO PENÍNSULA; TELLUS AGÊNCIA DE DESIGN. **Aprender a aprender - como o design pode transformar a escola.** Instituto Península, Tellus Agência de Design. 2015. Disponível em: <https://tellus.org.br/conteudos/e-books/aprender-a-aprender/>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

Intermediate Unit 1 Center for STEM Education; Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach at Carnegie Mellon University. **STEM Education in Southwestern Pennsylvania.** 2008. Disponível em: https://web.archive.org/web/20130513114911/http://www.iu1stemcenter.org/files/CMU_and_IU_STEM_Survey.pdf Acesso em: 13 de julho de 2022.

KIWICO. **KiwiCo - STEAM, STEAM & science kits for kids.** Página inicial. Disponível em: <https://www.kiwico.com/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

KUNG, Katherine J. **An advertising gimmick than exterior schooling?** Brainotony. Publicado em: 23 de junho de 2022. Disponível em: <https://brainotony.com/an-advertising-gimmick-than-exterior-schooling/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

littleBits. In: wikipedia, a enciclopédia livre. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/LittleBits>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

Ludospro. **Pirâmide de aprendizagem: William Glasser estava certo?** Publicado 03 de dezembro 2021. Disponível em: <https://www.ludospro.com.br/blog/piramide-de-aprendizagem> Acesso em: 15 de maio de 2022.

MANZINI, Ezio. **Design: quando todos fazem design - uma introdução ao design para a inovação social.** Tradução: Luzia Araújo. - São Leopoldo, RS. Ed. Unisinos, 2017.

MENESES, Celimar. **Sem verba federal, escolas do DF lutam para efetivar Novo Ensino Médio.** Metrôpoles, 2022. Publicado em: 31 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/sem-verba-federal-escolas-do-df-lutam-para-efetivar-novo-ensino-medio>. Acesso em: 12 de julho de 2022.

MORALES, Juliana. **Novo Ensino Médio: o que motivou a mudança, como vai funcionar, desafios.** Guia do Estudante. Publicado em: 8 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/atualidades/novo-ensino-medio-o-que-motivou-a-mudanca-como-vai-funcionar-desafios/> Acesso em: 12 de julho de 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. **Linguagem e Aprendizagem Significativa** Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre/RS. Publicado em: 18 julho de 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>. Acesso em: 06 de agosto de 2022.

NAVE A VELA. **Nave à Vela - a melhor forma de construir o futuro é fazendo.** Página Inicial. Disponível em: <https://naveavela.com.br/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

OECD. **A educação no Brasil: uma Perspectiva Internacional.** Tradução Todos Pela Educação. OECD 2021. Disponível em: https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/A-Educacao-no-Brasil_uma-perspectiva-internacional.pdf Original em inglês disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-in-brazil_60a667f7-en. Acesso em: 01 de julho de 2022.

OLIVEIRA, Elida. **Quase 4 em cada 10 jovens de 19 anos não concluíram o ensino médio, aponta levantamento.** G1 Educação. Publicado em: 17 de dezembro de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2018/12/18/quase-4-em-cada-10-jovens-de-19-anos-nao-concluiram-o-ensino-medio-aponta-levantamento.ghtml> Acesso em: 31 de março de 2022.

OUTRAS PALAVRAS. **Índia e Brasil: educação e diferenças culturais.** Outras Mídias. Publicado 30/11/2012 Disponível em: <https://outraspalavras.net/outras-midias/india-educacao-nossas-diferencas-culturais/>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

PRASS, Alberto Ricardo. **Teorias da Aprendizagem.** 2008. 55f. Pós-Graduação em Ensino de Física. Porto Alegre/RS. UFRGS - Março, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/43338453-Universidade-federal-do-rio-grande-do-sul-instituto-de-fisica-mestrado-academico-em-ensino-de-fisica-teorias-de-aprendizagem-alberto-ricardo-prass.html>, Acesso em: 02 de julho de 2022.

RIBEIRO, Leila Alves Medeiros. **Design como Propulsor do processo de aprendizagem contemporânea.** 2018. 111f. Mestrado em Design. UnB, Brasília/DF, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34203>. Acesso em: 13 de abril de 2022.

RIVERSIDE. **Riverside School.** Página inicial. Disponível em: <https://schoolriverside.com/>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

ROBINSON, Ken. **Do schools kill creativity?** TED talk: *Youtube*, 2007 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iG9CE55wbtY>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

ROCHA, Alexsandro Silvestre da; SOARES, Denisia Brito; SOUZA, Alana Cruz de. **Uma alternativa didática experimental para aulas de óptica geométrica.** Revista Exitus, Santarém/PA, Vol. 9, N° 3, p. 280 - 308, JUL/SET 2019.

RODRIGUES, Gabriel Mario. **As revoluções industriais e seus impactos na educação.** 2019. Blog da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior. Disponível em: <https://abmes.org.br/blog/detalhe/15720/>

[as-revolucoes-industriais-e-seu-impacto-na-educacao](#). Acesso em: 25 de julho de 2022.

SANTOS, Bernardo. **Design como engenharia**. Noraya. Disponível em: <https://www.noraya.pt/design-como-engenharia/>. Acesso em: 29 de julho de 2022.

SETHI, Kiran. **Riverside School - Índia, Destino: Educação - Escolas Inovadoras**. Canal Futura, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4otPjgKQktE>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

SILVA, Antonio Leonardo de Souza; SOUSA, Jamerson Fonseca. **A Experimentação como facilitadora do processo de ensino aprendizagem de física**. CONAPESQ 2016. Publicado em 01 de junho de 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17731> Acesso em: 26 de maio de 2022.

SILVA, Gabriele. **Escola Montessoriana: saiba o que é e como funciona. Entenda os princípios e características da escola montessoriana**. EducaMais Brasil. Publicado em: 10/06/2019 Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/escolas/escola-montessoriana-saiba-o-que-e-e-como-funciona>. Acesso em: 23 de julho de 2022.

SILVA, Marco. Interatividade na educação híbrida. In: PIMENTEL, Mariano; SANTOS, Edméa; SAMPAIO, Fábio F. (orgs.). **Informática na educação: interatividade, metodologias e redes**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. (Série Informática na Educação, v.3). Disponível em: <https://ieducacao.ceie-br.org/interatividade>. Acesso em: 25 de agosto de 2022.

SILVEIRA, Fábio. Design e Educação: novas abordagens. In: MEDIGO, Vitor Falasca. (Org). **A revolução do Design - Conexões para o século XXI. Design & educação: novas abordagens**. São Paulo: Editora Gente, 2016 p. 116-131.

SOARES, Alvina Maciel. **Recursos Didáticos na Educação de Jovens e Adultos**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Pedagogia). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro/ RJ. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/1391/Recursos%20did%20aticos%20na%20Educa%20E3o%20de%20Jovens%20e%20Adultos.pdf;jsessionid=2369C29EBC1736F7CE9526B78EE77CD3?sequence=1> Acesso em: 25 de maio de 2022.

SOUZA, Ródnei Almeida. **Teoria da Aprendizagem Significativa e experimentação em sala de aula: integração teoria e prática**. 2011. 139f. Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, 2011.

SPHERO. **littleBits - Design and Build kits**. Sphero. Disponível em: <https://sphero.com/pages/littlebits>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

STEM Science, Technology, Engineering, Mathematics. The City College of New York, 2018. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20181004021156/https://stem.ccnycuny.edu/> Acesso em: 13 de julho de 2022.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob et al. **Isto é design thinking de serviços**. Tradução: Mariana Bandarra. Porto Alegre: Bookman, 2014.

SYDLE. **Educação 5.0: o que significa e como aplicar?** Sydle. Publicado em: 10/08/2022. Disponível em: <https://www.sydle.com/br/blog/educacao-5-0-61e71a99edf3b9259714e25a/#:~:text=Educa%C3%A7%C3%A3o%205.0%20%C3%A9%20o%20uso,melhem%20a%20vida%20em%20sociedade>. Acesso em: 25 de agosto de 2022.

TEIXEIRA, L. H. O. **A Abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno**. 2018. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/08/009_A_ABORDAGEM_TRADICIONAL_DE_ENSINO_E_SUAS_REPERCUSSÕES.pdf. Acesso em: 11 de abril de 2022.

THOMSEN, Adilson. **Como usar o littleBits**. FilipeFlop. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/como-usar-o-littlebits-brasil/>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

TUTOR MUNDI. **O que é aprendizagem baseada em projetos? E como implementar**. TutorMundi - plataforma de tutoria personalizada digital 24/7. Disponível em: <https://tutormundi.com/blog/aprendizagem-baseada-em-projetos/>. Acesso em: 08 de agosto de 2022.

VIEIRA, Patrese Coelho. **Perspectivas sobre a evolução histórica do conceito de luz e sua integração com a fotografia para o ensino da óptica**. Porto Alegre, 2014. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Mestrado em Ensino de Física. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/103875> Acesso em: 15 de agosto de 2022.

VIEIRA, Paulo Luiz. **Design Instrucional e Educação a Distância na Formação de Professores – Uma Proposta Metodológica de (Re) Significação de Cursos**. 2014. 80f. Pós-graduação *lato sensu* em formação de professores - Ênfase em Magistério Superior. IFSP. São Paulo, 2014 Disponível em: https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS_MENU_LATERAL_FIXO/POS_GRADUA%C3%87%C3%83O/ESPECIALIZA%C3%87%C3%83O/Forma%C3%A7%C3%A3o_de_Professores_%C3%8Anfase_Ensino_Superior/Produ%C3%A7%C3%B5es/2014/PAULO_LUIZ_VIEIRA.pdf. Acesso em: 31 de março de 2022.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Ângelo Pucci. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas, Campo Largo**. 2008. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>. Acesso em: 02 de maio de 2022.

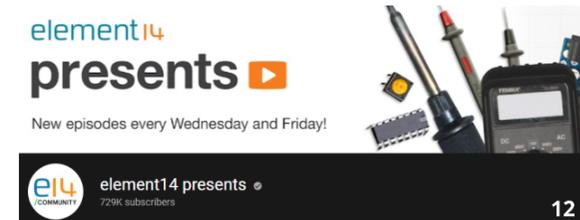
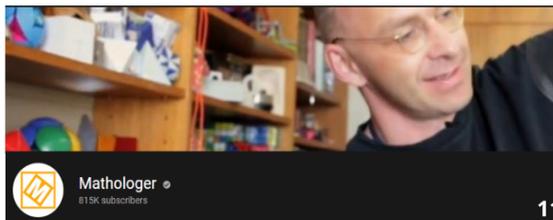
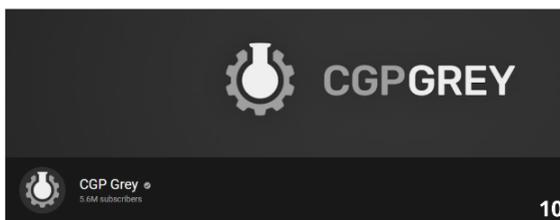
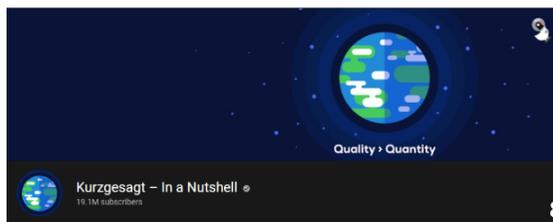
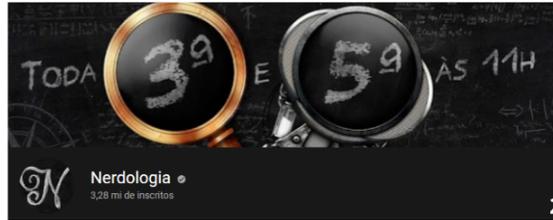
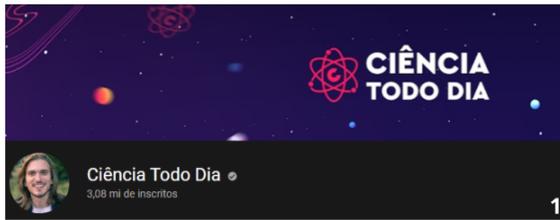
WONG, Dale John. **60% of entire gaming market is now dominated by mobile gaming, study finds**. Mashable SE Asia. Publicado em 27 de maio de 2022.

Disponível em: <https://sea.mashable.com/tech-1/20432/60-of-entire-gaming-market-is-now-dominated-by-mobile-gaming-study-finds>. Acesso em: 26 de agosto de 2022.

ANEXOS

Anexo I: Moodboards

Moodboard de canais de divulgação



1. **Ciência todo dia.** “Um canal totalmente voltado para assuntos que podem ser abordados no cotidiano, mantendo seu cérebro sempre ativo!” Disponível em: <https://www.youtube.com/c/CienciaTodoDia>
2. **Nerdologia.** “Uma análise científica da cultura nerd! Toda terça e quinta, às 11h.” Disponível em: <https://www.youtube.com/c/nerdologia>
3. **Manual do Mundo.** “Oferecemos produtos e conteúdos criativos que promovem experiências únicas de entretenimento e aprendizagem, no físico e no digital, sozinhos ou acompanhados. Acreditamos que o conhecimento é capaz de eliminar qualquer obstáculo do caminho e é construído de um jeito colaborativo. É por isso que a melhor jornada é a que se anda junto, trocando descobertas, agregando mais gente. Nosso ponto de partida é a curiosidade, e o de chegada também, porque quando a gente descobre uma resposta, nosso horizonte se expande, e a gente faz ainda mais perguntas. É assim que conquistamos o mundo!” Disponível em: <https://www.youtube.com/c/manualdomundo>
4. **BlaBlaLogia.** “Você sabe o que acontece quando pessoas interessadas em ciência e educação confabulam para divulgar estes assuntos no YouTube? Simples: nasce o BlaBlaLogia, um programa informativo, com preocupação científica, mas ao mesmo tempo leve e divertido.” Disponível em: <https://www.youtube.com/c/BI%C3%A1BI%C3%A1Logia>
5. **Smarter every day.** “Explorar o mundo usando a ciência. É basicamente isso. Assista 2 vídeos. Se você aprender algo INCRÍVEL, por favor inscreva-se se achar que eu mereci.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/smartereveryday>
6. **Veritasium.** “Um elemento de verdade - vídeos sobre ciência, educação e qualquer outra coisa que eu ache interessante.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/veritasium>
7. **LangFocus.** “Compartilhando minha paixão por idiomas e alcançando o mundo mais amplo.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/Langfocus>
8. **Kurzgesagt – In a Nutshell.** “Somos uma equipe de ilustradores, animadores, trituradores de números e um cão que visa despertar a curiosidade sobre a ciência e o mundo em que vivemos. Para nós, nada é chato se você contar uma boa história.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/inanutshell>
9. **The History Squad.** “Aproveite a história e divirta-se com o contador de histórias e apresentador Kevin Hicks. Seu estilo único de contar histórias torna a

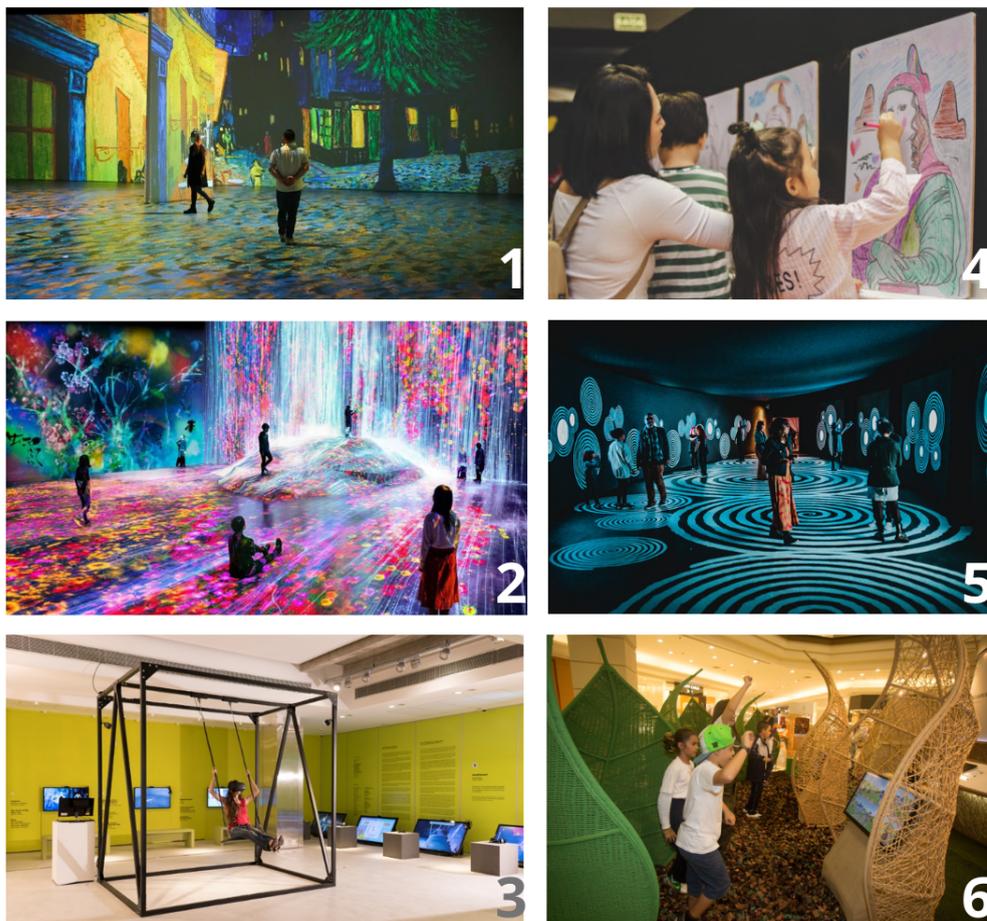
história muito mais interessante para o público de todas as idades.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/thehistorysquad>

10. CGP Grey. “Vídeos explicativos sobre assuntos como política, geografia, economia, sociologia, história e cultura.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/greymatter>

11. Mathologer. “Entre no mundo do Mathologer para obter explicações realmente acessíveis de matemática(s) difícil(es) e bonita(s). Na vida real, o Mathologer é professor de matemática na Monash University em Melbourne, Austrália, e atende pelo nome de Burkard Polster.” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/Mathologer>

12. Element14. “Junte-se aos criadores e engenheiros da element14 enquanto eles apresentam projetos divertidos e interessantes a cada semana usando design de circuitos, impressão 3D, microcontroladores, modelagem, design e muito mais. O que devemos construir a seguir? Fale para a gente!” (tradução livre) Disponível em: <https://www.youtube.com/c/element14presents>

Moodboard de exposições interativas



- 1. 13 exposições de arte imperdíveis para visitar em 2022.** Publicado em 12 de janeiro de 2022. Disponível em:
<https://casavogue.globo.com/MostrasExpos/Arte/noticia/2022/01/13-exposicoes-de-arte-imperdiveis-para-visitar-em-2022.html>. Acesso em: 29 de julho de 2022.
- 2. São Paulo terá primeiro espaço de arte imersiva da América Latina.** Publicado em 08 de outubro de 2019. Disponível em:
<https://www.contioutra.com/sao-paulo-tera-primeiro-espaco-de-arte-imersiva-da-america-latina/>Acesso em: 29 de julho de 2022.
- 3. Exposição interativa gratuita reúne tecnologia de 14 países em Vitória.** Publicado em 17 de abril de 2017. Disponível em:
<https://www.folhavoria.com.br/entretenimento/noticia/04/2017/exposicao-interativa-gratuita-reune-tecnologia-de-14-paises-em-vitoria>. Acesso em: 29 de julho de 2022.
- 4. Da Vinci, Monet e Mondrian ganham exposições interativas em SP.** Publicado em 30 de outubro de 2020. Disponível em:
<https://catracalivre.com.br/agenda/leonardo-da-vinci-claude-monet-exposicao-museu-da-imaginacao-sp/>. Acesso em: 29 de julho de 2022.
- 5. Exposição sobre Tim Burton chega aos últimos dias em SP.** Publicado em 12 de agosto de 2022. Disponível em:
<https://guia.folha.uol.com.br/passeios/2022/08/exposicao-sobre-tim-burton-chega-aos-ultimos-dias-em-sp-veja-como-ainda-comprar-ingressos.shtml>. Acesso em: 29 de julho de 2022.
- 6. Games e realidade virtual em exposição tecnológica sobre natureza no Rio.** Publicado em 22 de junho de 2016. Disponível em:
<https://viajarverde.com.br/games-e-realidade-virtual-em-exposicao-tecnologica-sobre-natureza-no-rio/>. Acesso em: 29 de julho de 2022.

Anexo II: modelo MISCELÂNEA

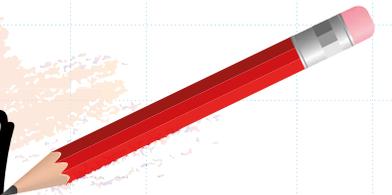
jooj



Miscelânea

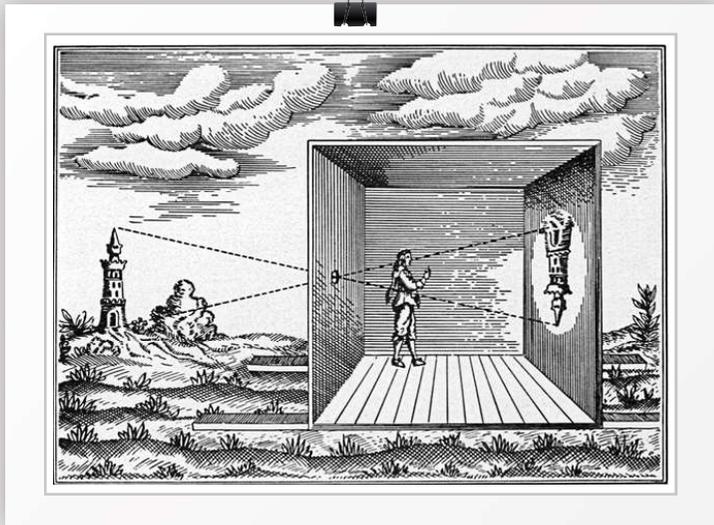
Este material foi produzido como sugestão de aula experimental aliando conceitos de ótica e fotografia. É necessária revisão por profissionais da área e professores.

Miscelânea

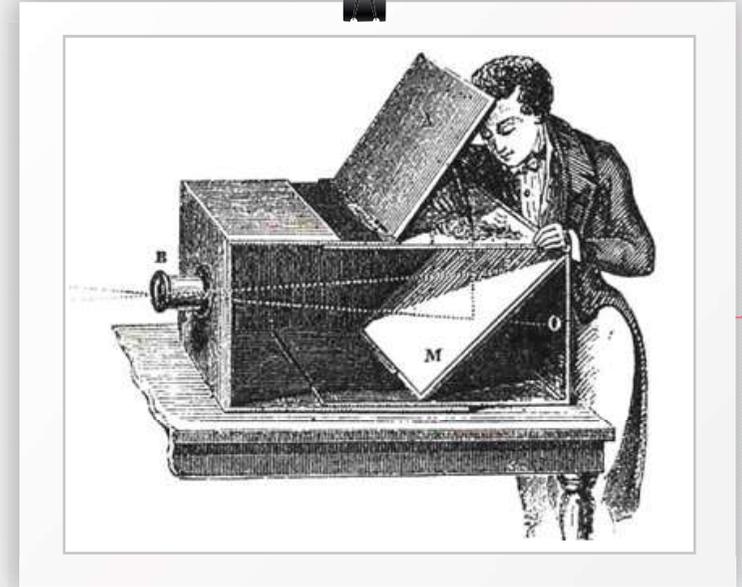


Ótica, uma câmara escura e a fotografia





Para registrar alguma coisa, podemos fazer um texto descritivo dessa coisa. Mas dependendo da situação, uma representação visual é mais interessante. Podemos fazer um desenho, ou uma pintura, mas para uma representação quase exata, a fotografia é talvez a maneira mais fácil.



Atualmente fotografar algo é tão simples quanto apontar o celular para algo e dar alguns toques na tela. Câmeras de smartphone caminharam uma boa evolução e hoje permitem fotos muito boas com muitos auxílios automatizados. Os melhores resultados, no entanto, ainda são obtidos com câmeras dedicadas.

A esmagadora maioria de câmeras hoje em dia é digital, mas antes dos eletrônicos tomarem conta de nossas vidas, as câmeras eram analógicas, registrando imagens através de reações químicas em um filme sensível à luz. E se voltarmos um pouco mais no tempo, antes do entendimento de física e química possibilitar tais aparatos, chegaremos a uma das formas mais antigas de projetar imagens com luz: a câmera obscura.

A câmera obscura consiste basicamente em um ambiente fechado e escuro, com um pequeno furo que permite a passagem de luz. Ao passar por esse furo, a luz projeta, dentro da câmera, uma imagem correspondente ao ambiente do lado de fora.

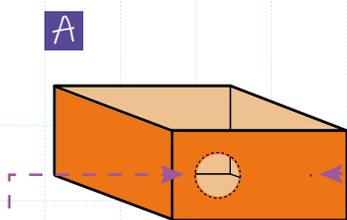
Um dos registros mais antigos descrevendo o funcionamento de uma câmera obscura é do chinês Mozi, aproximadamente 400 anos antes de Cristo. No século XVII aparecem registros de seu uso por Kepler como um auxílio para o desenho de paisagens. Ao longo do tempo ela foi sendo aprimorada, recebendo lentes, e caminhando em direção aos primeiros experimentos com fotografia por inventores como Niépce, Talbot e Daguerre.



Como vimos, a construção de uma câmara obscura é bem simples, e podemos fazer uma usando uma caixa de papelão, ou uma lata. Basta fazer um pequeno furo de um lado, e posicionar um papel branco no lado oposto, onde a imagem será projetada. É possível rearranjar o posicionamento de acordo com os materiais disponíveis e a forma de uso, e se conseguir uma caixa grande o suficiente, pode ficar dentro dela! O resultado fica melhor se o interior da câmara for pintado de preto fosco.

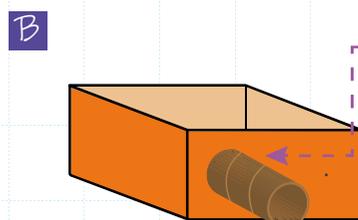
Lista de materiais

- > Caixa de sapato
- > Rolo de papel higiênico
- > Lápis
- > Tinta guache preta ou papel preto
- > Folha de sulfite branca
- > Fita isolante
- > Estilete ou tesoura



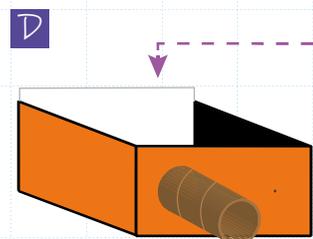
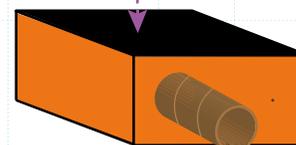
A Faça um pequeno furo na mesma parede utilizando a ponta do lápis, conforme imagem acima.

Com o lápis, faça o contorno do rolo de papel higiênico na caixa e recorte sobre a marcação.

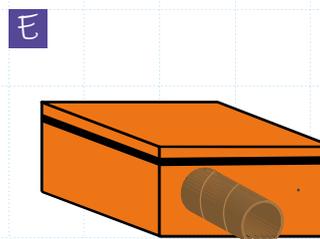


B Encaixe o rolo de papel higiênico no recorte feito na parede da caixa.

C Pinte as paredes internas da caixa com tinta guache preta ou encape com papel preto.



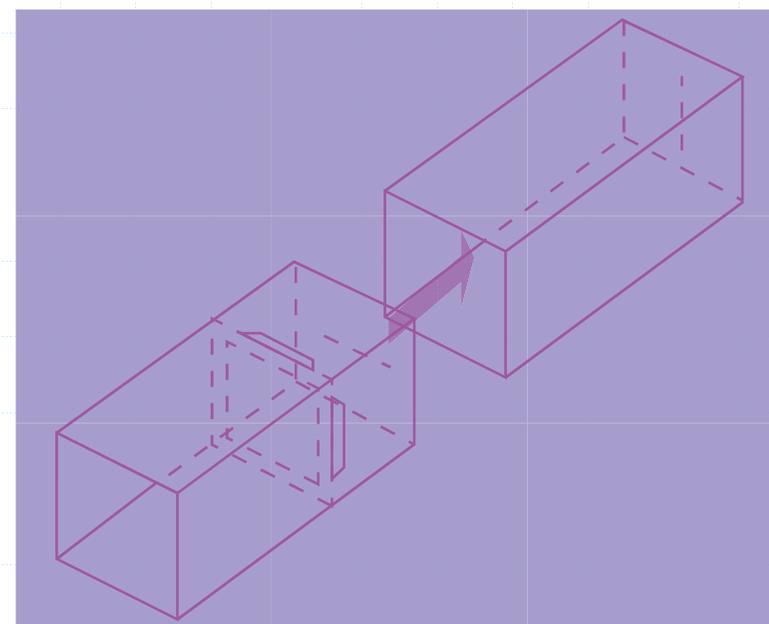
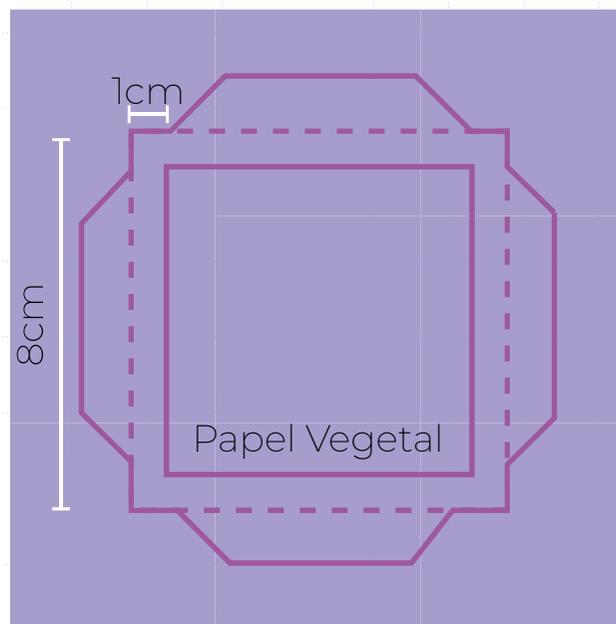
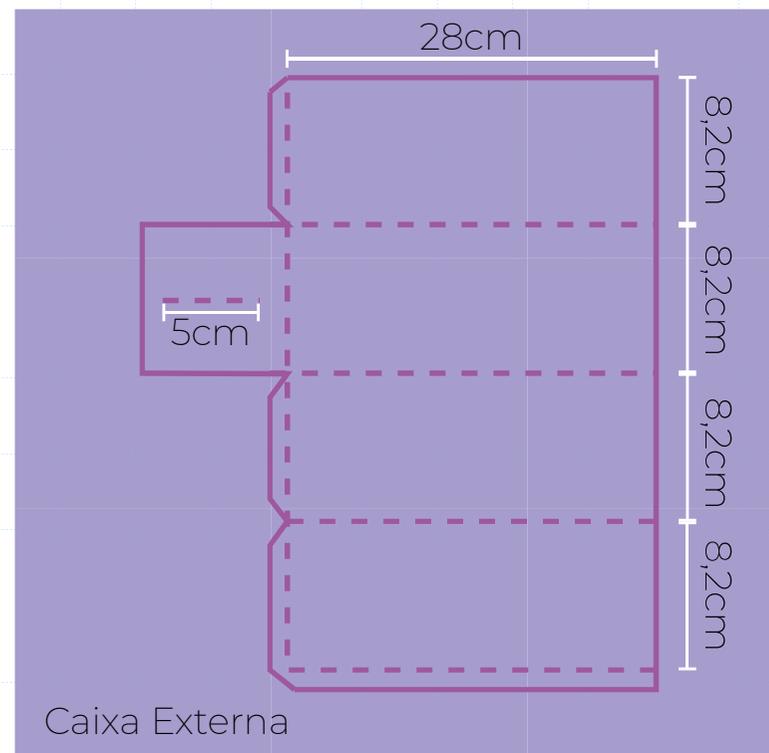
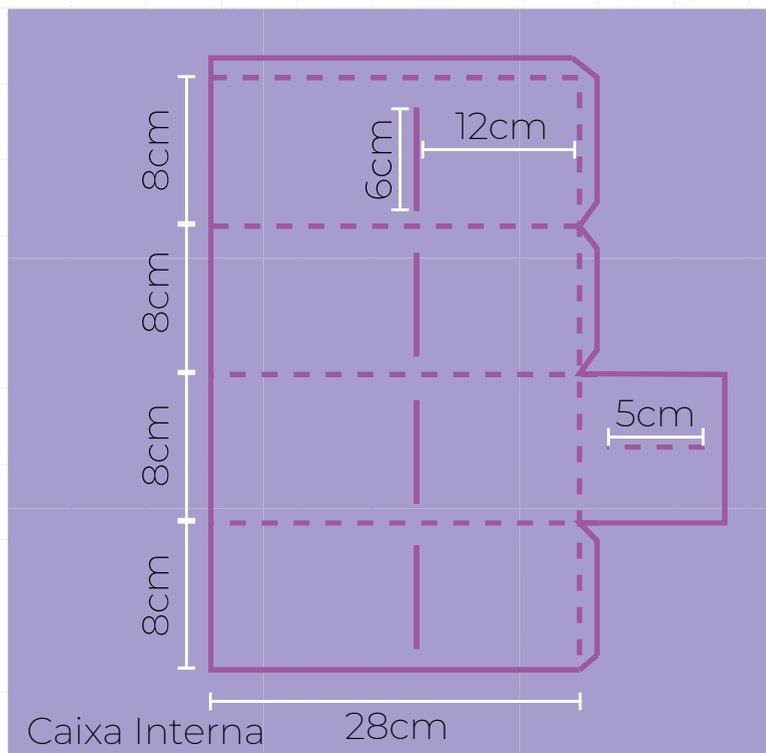
D Cubra a parede interna oposta aos furos com uma folha de sulfite branca.



E Feche e lacre a caixa usando fita isolante.

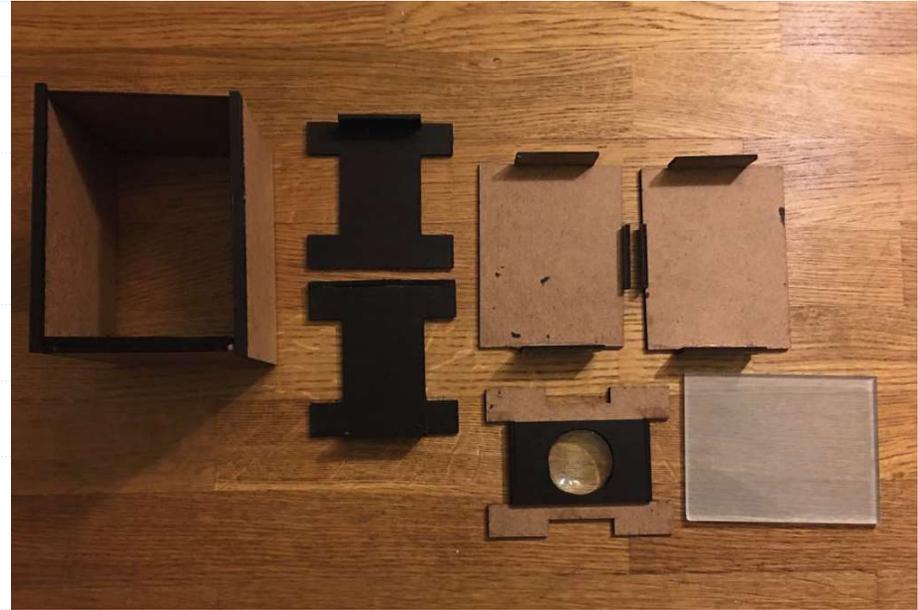
Trailer filme: A moça do brinco de pérola





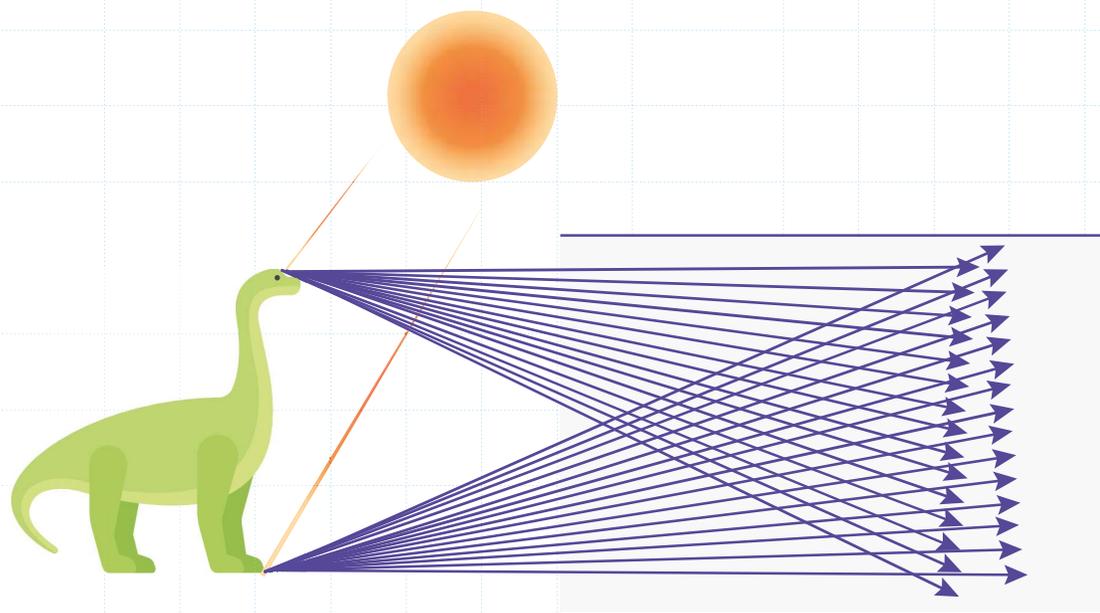
Se você não tiver uma caixa de papelão é possível construir uma câmara com cartolina preta! Acompanhe as dimensões ao lado!

Mas como a imagem se projeta dentro da câmara? E por que fica invertida? E por que o furo deve ser pequeno? E o que muda pintar o interior de preto? Para isso vamos tratar a luz como partícula e observar o comportamento dos raios de luz em várias situações, de acordo com a óptica geométrica, por ser suficiente para demonstrar muito dos comportamentos da luz em câmeras, ainda que de forma simplificada. Se considerarmos a luz como onda eletromagnética várias outras reações começam a acontecer. Para saber mais, adquira o módulo premium quântico!



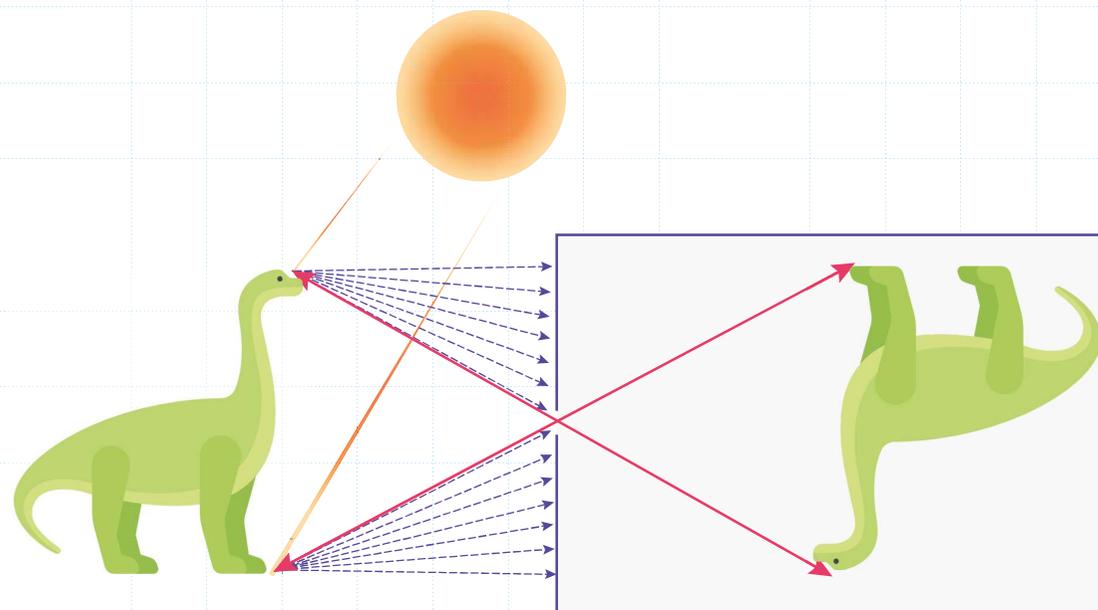
Quer construir sua própria câmara escura de MDF? Abre o Qr Code abaixo e vamos cocriar!





Numa câmara obscura, a imagem projetada é formada justamente por esses raios de luz refletidos no objeto. Cada ponto da superfície do objeto reflete luz, e alguns desses raios passam pelo orifício e se projetam dentro da câmara.

Esses raios passam todos pelo pequeno furo, sem se atrapalhar no processo, e a razão disso está no princípio de independência dos raios de luz.



- Quanto aos raios de luz, podemos dizer que eles seguem alguns princípios. Um deles é que os raios de luz se propagam em linha reta.

O meio que os raios de luz atravessam altera o comportamento deles: meios opacos bloqueiam a passagem, meios translúcidos desordenam os raios, e meios transparentes deixam passar "normalmente" (para mais sobre isso, veja Refração). Assim, numa câmara obscura, o ar em nossa volta é um meio transparente e permite a passagem dos raios. A caixa da câmara bloqueia os raios de luz por ser um meio opaco, e eles entram apenas pelo pequeno furo.



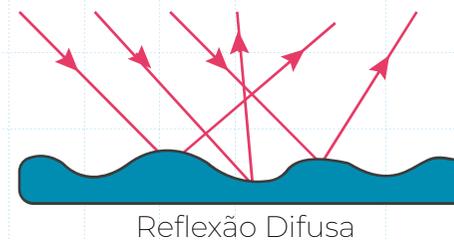
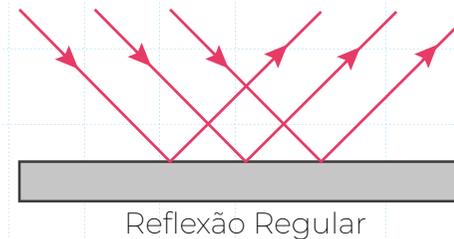
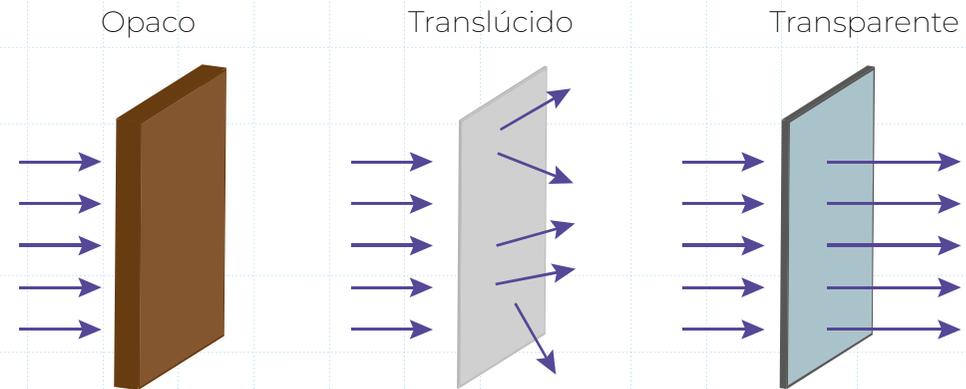
Veja Refração



Vejamos agora de onde vem esses raios. Ao incidir sobre um objeto, a luz pode interagir de muitas formas.

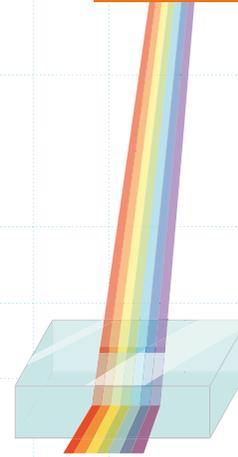
A luz rebate nos objetos. Se a superfície for uniforme, ela retorna de forma ordenada, como a luz num espelho ou superfície polida, resultando na reflexão chamada de Regular, ou Especular. Algumas câmeras obscuras usam espelhos para que o observador fique em outras posições e ainda seja capaz de ver a imagem projetada, ou para tentar corrigir a posição da imagem. Câmeras fotográficas também podem usar espelhos para mostrar a imagem da lente no visor da câmera.

Se a superfície for irregular, os raios rebatem de forma desordenada, na chamada reflexão difusa. A maioria dos objetos que vemos reflete a luz de forma difusa.

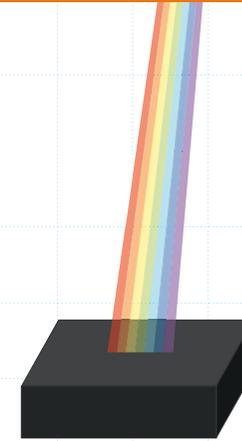


Raios de luz podem se cruzar e manter suas trajetórias, sem interferir um no outro, e cada um segue sua vida. Por isso eles conseguem todos passar pelo pequeno furo da câmera obscura e ainda assim projetar a imagem dentro dela sem maiores problemas.

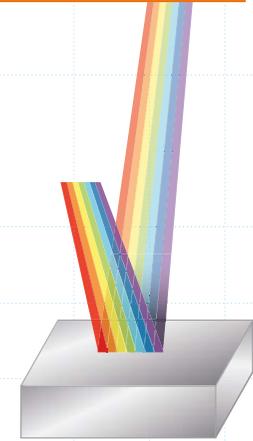
Propriedades da luz



Transmitida



Absorvida

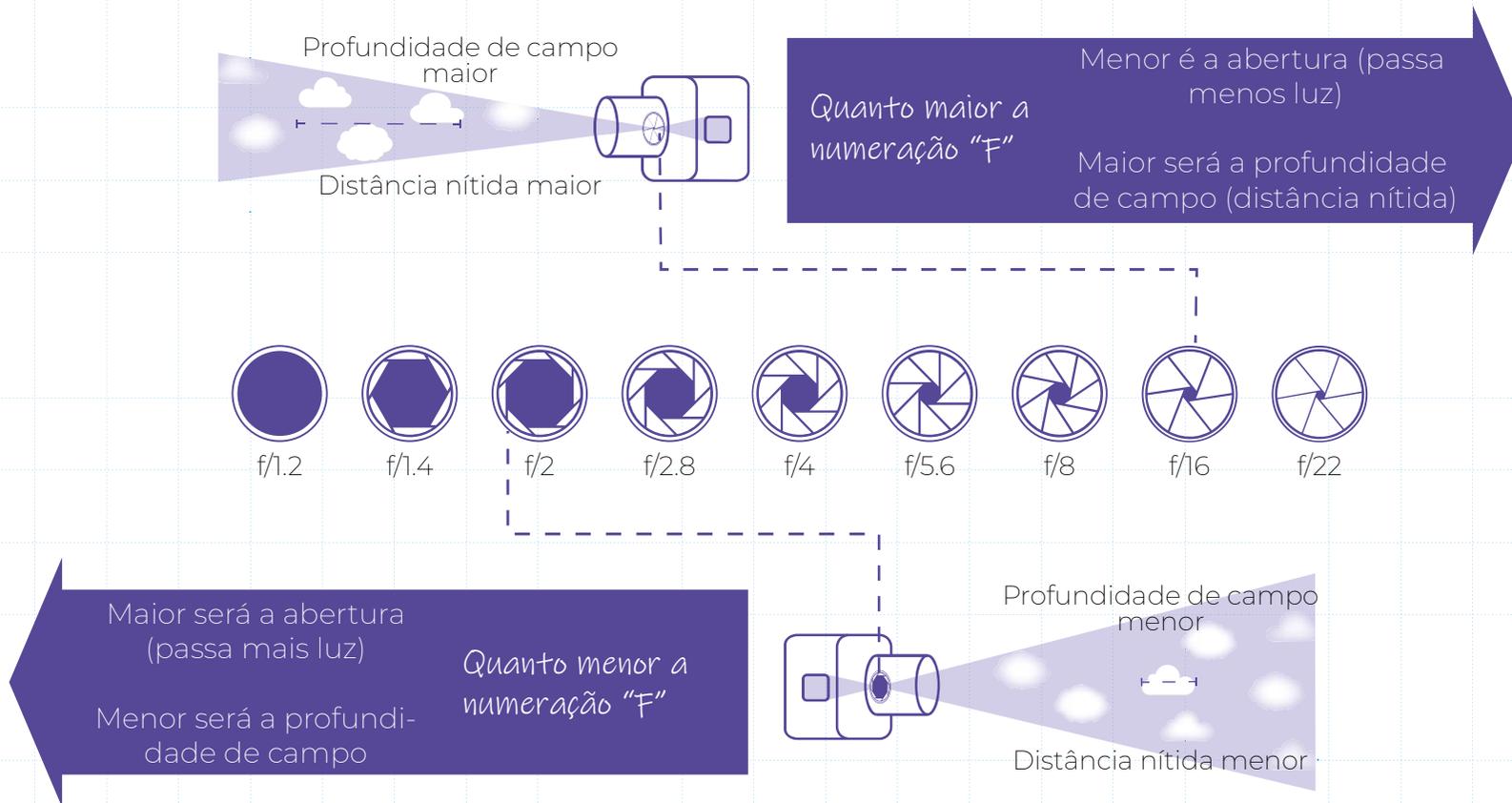


Refletida



Mas por que um furo tão pequeno? A imagem projetada acaba ficando bem fraca. E se ele fosse maior para entrar mais luz?

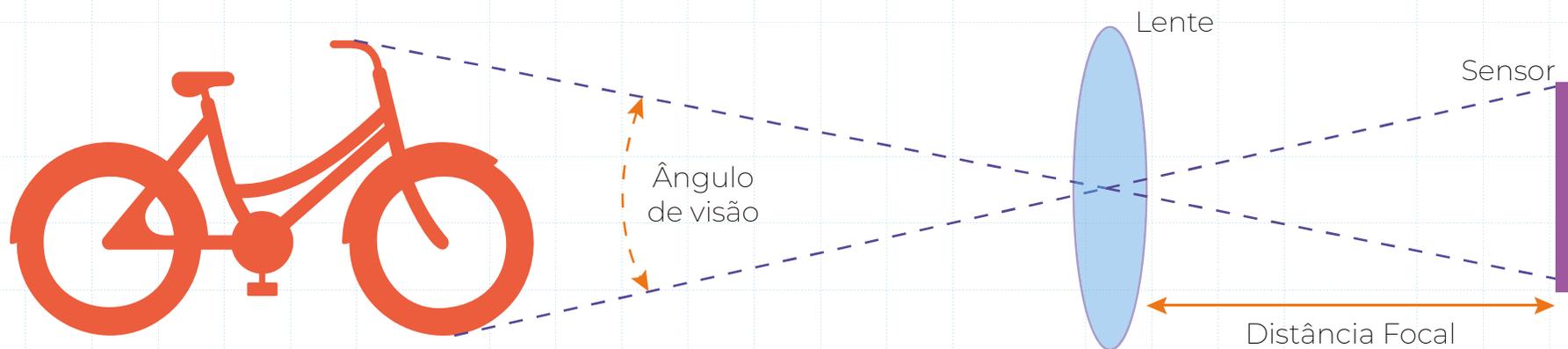
Um furo pequeno ajuda a formar uma imagem nítida ao bloquear a entrada de raios desalinhados, e isso acaba por deixar objetos de quase qualquer distância gerar imagens razoavelmente focadas.



Quanto maior o furo na câmera obscura, mais borrada vai ser a imagem, até o ponto em que imagem nenhuma é formada e só teremos luz difusa. Isso acontece porque a imagem projetada, no fim das contas, é o conjunto de vários borrões, cada um de uma parte do objeto, de onde partem vários raios de luz em várias direções.

Câmeras fotográficas, e até mesmo nossos olhos, tem uma vantagem em relação à câmera obscura: o uso de lentes. Enquanto na câmera obscura o foco é feito ao usar um furo tão pequeno que os raios desalinhados não entram, com uso de lentes o foco é feito pela geometria delas, que altera a trajetória dos raios que atravessam a lente.

Em uma câmera obscura perfeita, teríamos um furo tão pequeno que apenas um raio de luz de cada ponto da superfície dos objetos seria capaz de entrar na câmera, e ela projetaria imagens nítidas de objetos em quais quer distância, praticamente uma profundidade de campo infinita, mas a imagem seria extremamente fraca, para não dizer invisível.





f5.6



f8.0

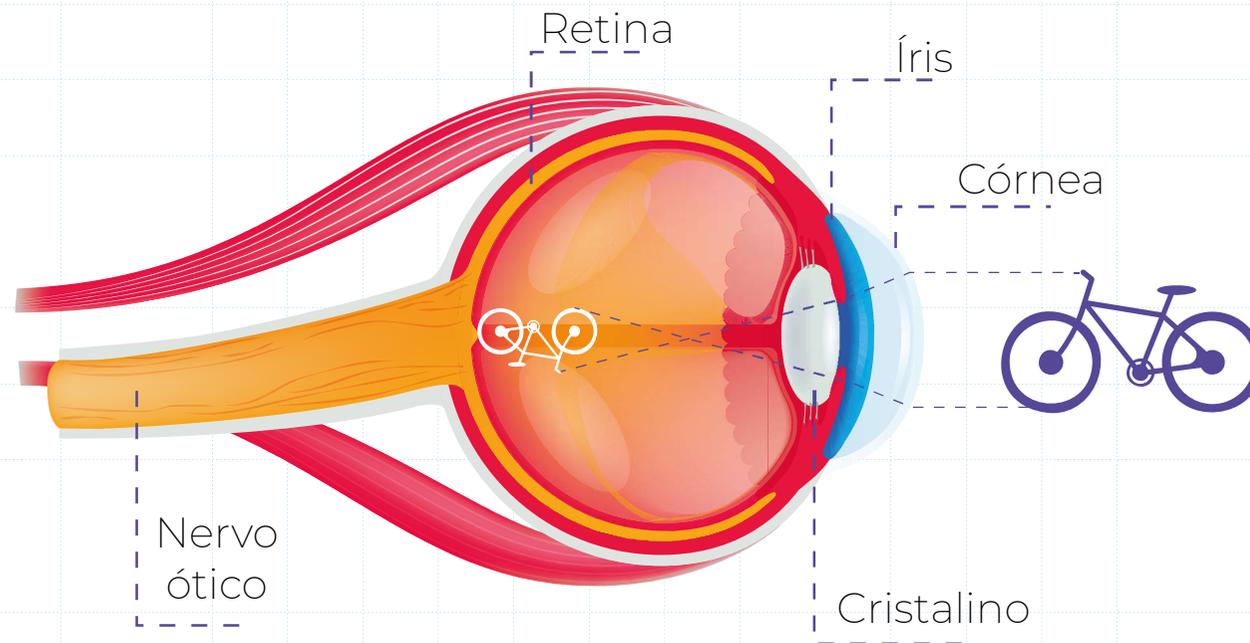


f16.0

E como as lentes podem ser maiores que um furo minúsculo, podemos ter mais luz entrando. Assim, nossos olhos e câmeras fotográficas conseguem deixar entrar mais luz por furos maiores que o da câmera obscura, e compensam a nitidez por conseguirem usar lentes para mover o foco da imagem. Nas câmeras fotográficas o ajuste é feito aproximando e distanciando a lente, já nossos olhos conseguem alterar a curvatura do cristalino, nossa lente orgânica.

Veja Olho humano:
um instrumento
óptico

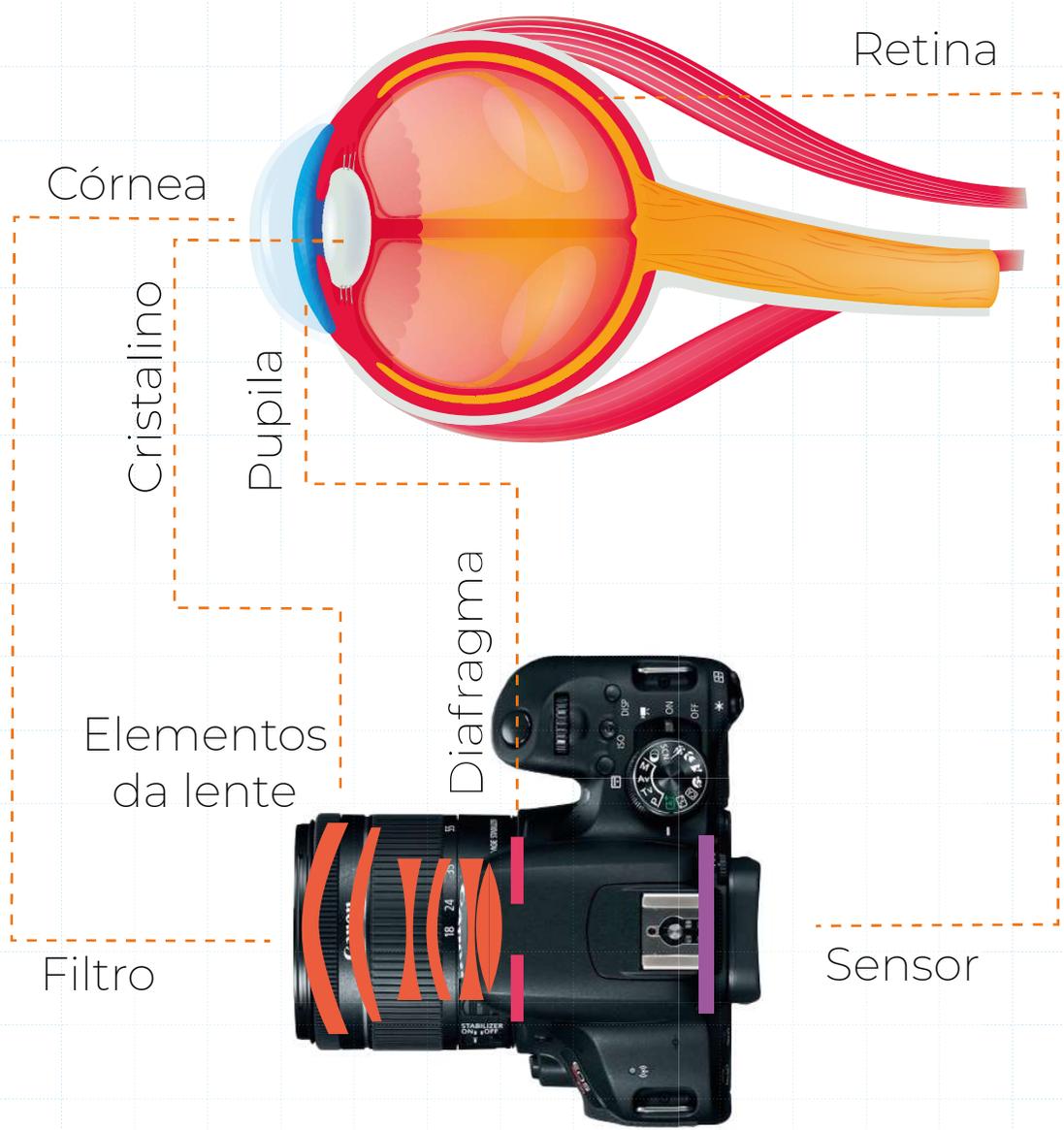




Em nossos olhos o controle de entrada de luz é feito pela íris, controlando a abertura da pupila, enquanto numa câmara fotográfica é feito pelo ajuste da abertura do diafragma, e o efeito é similar: deixando mais fechado, mais objetos ficam em foco, aumentando a profundidade de campo, mas a imagem fica escura, e o usuário pode, até certo ponto, tentar compensar isso aumentando o tempo de exposição, para que a câmara fique mais tempo coletando luz. Deixando o diafragma mais aberto, menos objetos ficam em foco e a imagem fica mais clara, e o usuário talvez tenha que reduzir o tempo de exposição, caso contrário as fotos podem ficar muito claras.

Veja Lentes

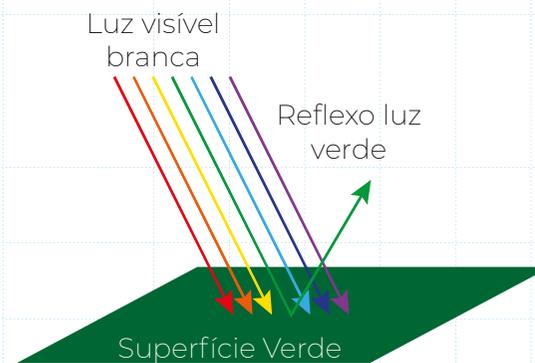
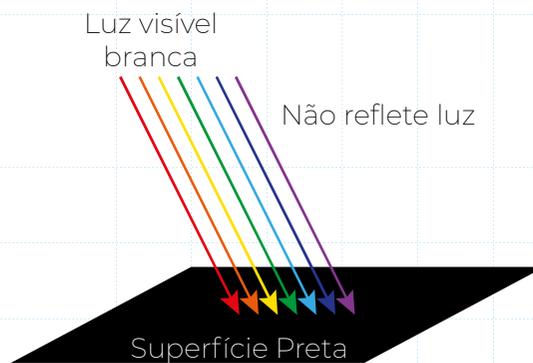
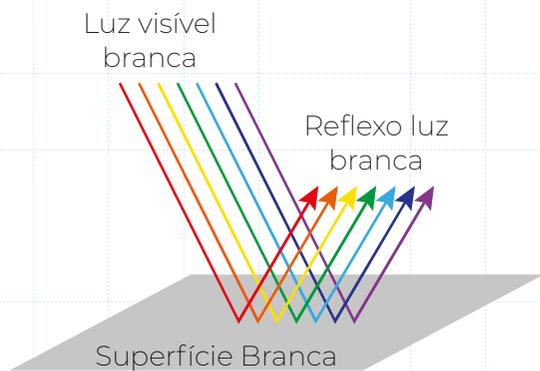




As lentes fotográficas, e o próprio olho humano, podem ser modelados a partir de um dispositivo muito simples: a câmera pinhole.

Vamos aprender também sobre Pinhole?

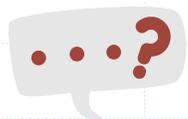




A luz pode ser absorvida pelo objeto, parcialmente ou totalmente, e se converter em outro tipo de energia, como térmica (calor). A absorção parcial da luz é o que define as cores dos objetos. Objetos pretos absorvem toda a luz, e dentro da câmara, o revestimento das partes onde a imagem não é projetada é preto e fosco, para evitar reflexos indesejados da luz que possam comprometer as imagens registradas.

Quer saber mais sobre ondas eletromagnéticas? Veja só esse conteúdo abaixo.

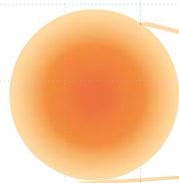




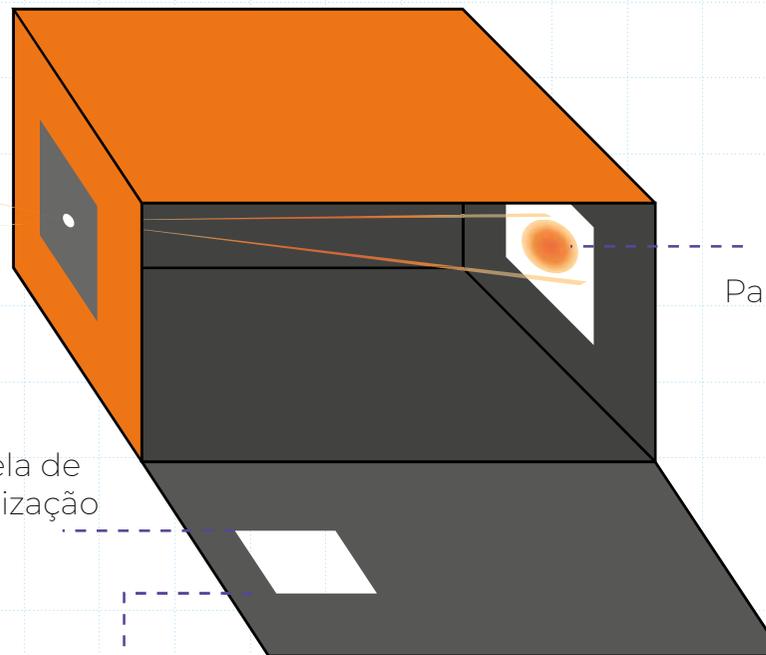
Será que consigo observar o sol?

Antes de qualquer um dos procedimentos e dicas é importantíssimo alertar que **JAMAIS OLHE DIRETAMENTE PARA O SOL!** A observação do Sol requer extremos cuidados, independente da intenção ou causa desse tipo de observação, pois, caso contrário, observar o Sol inadequadamente pode causar **DANOS IRREVERSÍVEIS À VISÃO!**

Reutilizaremos a caixa de papelão, para observar o sol com segurança. Diferente do primeiro modelo, este precisa de uma **abertura maior num dos lados da caixa**, mas não naquele oposto ao pequeno furo. Veja a imagem a seguir!



Janela de visualização



Veja também: a química no processo de revelação de imagens





Miscelânea