



# APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE BOMBAS HIDRÁULICAS POR MEIO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM

MEANINGFUL LEARNING ABOUT HYDRAULIC PUMPS THROUGH A LEARNING OBJECT

Marcos Alves Fontes<sup>1</sup>, Otávio Floriano Paulino<sup>2</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v43p274-291.2024

**RESUMO:** Este estudo investiga a implementação de um objeto de aprendizagem com o propósito de facilitar a compreensão e promover uma aprendizagem significativa sobre bombas hidráulicas. O objeto de aprendizagem, desenvolvido no *Google Slides*, foi elaborado com uma abordagem multimídia, integrando textos, imagens, vídeos e *podcasts*, com o intuito de proporcionar uma experiência de aprendizado envolvente e completa. Os usuários têm a oportunidade de explorar tanto os conceitos teóricos quanto os exemplos práticos de dimensionamento de bombas centrífugas, sendo estimulados a aplicar ativamente os conhecimentos adquiridos. Como forma de avaliar a qualidade do objeto de aprendizagem, foi elaborado um questionário objetivo, para que os alunos pudessem contribuir ao fornecer *feedbacks* importantes sobre suas percepções. Os resultados apontam para uma ampla aceitação (94%) por parte dos usuários, sugerindo que a utilização de tal recurso educacional pode desempenhar um papel significativo na melhoria da aprendizagem sobre bombas hidráulicas, preparando os estudantes de Engenharia Mecânica para os desafios profissionais futuros neste campo e área de atuação.

**PALAVRAS-CHAVE:** educação a distância; máquinas de fluxo; bombas centrífugas.

**ABSTRACT:** *This study examines the effectiveness of a learning object designed to enhance comprehension and promoting meaningful learning regarding hydraulic pumps. The learning object, developed using Google Slides, employs a multimedia approach, incorporating text, images, videos, and podcasts to offer a comprehensive and engaging learning experience. Users are guided through both theoretical concepts and practical examples of centrifugal pump sizing, encouraging active application of acquired knowledge. To assess the learning object's efficacy, a structured questionnaire was created to solicit user feedback. The results indicate a high level of user satisfaction (94%), suggesting that the utilization of this educational resource could significantly enhance understanding of hydraulic pumps among Mechanical Engineering students, thereby better preparing them for future professional challenges in this occupation area.*

**KEYWORDS:** distance learning; flow machines; centrifugal pumps.

<sup>1</sup> Docente, Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), marcos.fontes@ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Docente, Doutor, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), otavio.paulino@ufersa.edu.br



## INTRODUÇÃO

Os recursos educacionais têm sido desenvolvidos, experimentados e aplicados ao longo da história da educação, mas especialmente nos últimos anos, com o avanço das novas tecnologias (LIMA et al., 2023). Os Objetos de Aprendizagem (OA), entre os recursos tecnológicos existentes, emergiram como ferramentas poderosas no arsenal educacional, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e interativa para a transmissão de conhecimento (AGUIAR; FLÔRES, 2014; MARTINS et al., 2023). Essa revolução digital na educação destaca a transição de métodos tradicionais para abordagens mais centradas no aluno, em que se aproveita a tecnologia para melhorar a experiência educacional (WILEY et al., 2002). Diversas instituições de ensino no Brasil incorporaram os OAs de maneira fundamental em seus currículos. Essa adoção se destaca principalmente no âmbito do Ensino Superior, especialmente na educação a distância, devido à expansão de oferta de cursos nessa modalidade de ensino (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014).

O foco desta pesquisa está associado à promoção da aprendizagem significativa por meio da implementação de um OA, cujo conteúdo principal abrange o estudo de bombas hidráulicas. Serão trabalhados conceitos como definição, princípio de funcionamento, componentes, classificação e dimensionamento das bombas hidráulicas. Esta temática está vinculada à disciplina de Máquinas de Fluxo, presente na grade curricular do curso de bacharelado em Engenharia Mecânica do IFSP, *campus* Sertãozinho. Todavia, cabe destacar que ela pode também alcançar discentes de outras instituições de ensino que abordem esse mesmo conteúdo na respectiva grade curricular do seu curso.

O desenvolvimento deste OA torna-se essencial, pois permite o desenvolvimento de um recurso educacional na área da Engenharia Mecânica, especialmente em disciplinas relacionadas a Máquinas de Fluxo, em uma área onde existe uma escassez significativa de recursos digitais como este. Ademais, a elaboração deste OA possibilita a obtenção da aprendizagem verdadeiramente significativa, devido aos diversos benefícios alcançados.

Entre os benefícios alcançados, pode-se citar: melhor interatividade e engajamento dos estudantes, tornando-os mais ativos no processo de ensino-aprendizagem; acessibilidade e flexibilidade para os discentes, uma vez que o acesso ao conteúdo educacional pode ocorrer em qualquer local e momento conveniente; multimodalidade e variedade de recursos, uma vez que o OA incorpora diferentes tipos de mídia, como texto, imagens, áudio e vídeo,



enriquecendo a experiência de aprendizado e atendendo a diversos estilos de aprendizagem; motivação e autonomia do aluno, uma vez que ele pode explorar o conteúdo de maneira autodirigida, aumentando sua motivação intrínseca e o senso de responsabilidade pelo próprio aprendizado (BRAGA et al., 2014).

Inúmeras são as dificuldades encontradas por alunos de cursos de graduação com relação à aprendizagem significativa de diversos conteúdos. As estratégias de ensino-aprendizagem selecionadas pelo professor, juntamente com a participação ativa dos alunos, desempenham um papel fundamental no processo educacional (ECKHARDT; HANSEN; LEHN, 2021). Além disso, um dos desafios contemporâneos é garantir que os métodos de ensino acompanhem o ritmo dos avanços tecnológicos e as mudanças na sociedade, visando melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem (ECKHARDT; HANSEN; LEHN, 2021).

Objetivando facilitar esse processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais eficaz, tem-se no uso de objetos de aprendizagem uma valiosa ferramenta pedagógica. Sendo assim, o objetivo geral desta pesquisa é de desenvolver um objeto de aprendizagem sobre bombas hidráulicas, por meio da utilização de diversos recursos e tecnologias digitais, tanto para a utilização na educação a distância quanto para apoio às aulas na modalidade presencial.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Aprendizagem significativa**

De acordo com Moreira (2003), aprendizagem significativa é, de modo um pouco óbvio e redundante, uma aprendizagem com significado. É aquela aprendizagem em que os novos conhecimentos, sejam eles quais forem, passam a significar algo para o aprendiz. A aprendizagem significativa torna o discente capaz de explicar conceitos ou situações com suas próprias palavras, demonstrando que realmente compreendeu o assunto. Tavares (2010) afirma que um processo de ensino-aprendizagem conduzido de maneira usual por um livro-texto, por exemplo, torna-se potencialmente significativo quando o aprendiz se torna capaz de relacionar o conteúdo existente com conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva.

Segundo Monteiro et al. (2006), esse tipo de aprendizagem se dá quando ocorre uma interação entre o novo conteúdo estudado e a estrutura cognitiva do aprendiz, sendo que, nesse processo, o significado lógico de determinado material



se transforma em significado psicológico (TAVARES, 2010). Quando essa interação não ocorre, ou ocorre com baixa frequência, Ausubel (1978) denomina essa aprendizagem como sendo uma aprendizagem mecânica, uma vez que o novo conteúdo assimilado passa a ser armazenado de forma isolada ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva. A aprendizagem mecânica ocorre, por exemplo, naqueles exames em que se exigem respostas literais às perguntas e que não exigem dos discentes uma capacidade de articulação de ideia entre os tópicos do conteúdo em questão (TAVARES, 2004).

Ausubel (1978) ainda destaca que é fundamental que a aprendizagem significativa seja incorporada dentro da aprendizagem escolar; porém, alguns requisitos básicos devem ser cumpridos, por exemplo o relacionamento entre o conteúdo ensinado e a estrutura cognitiva do aluno. O material instrucional deve ser potencialmente significativo, organizado e estruturado de forma lógica, para permitir que o discente interaja de forma substancial e não arbitrária com ele (AUSUBEL, 1978).

### **Objetos de Aprendizagem (OA)**

De acordo com Carneiro e Silveira (2014), a expansão da educação a distância (EaD) e o rápido avanço no desenvolvimento de recursos tecnológicos nos últimos tempos fizeram se pronunciar uma necessidade de (re)estruturação de novos materiais didáticos que apoiem de maneira adequada as ações pedagógicas exigidas. Esses novos materiais, produzidos de forma organizada e estruturada, podem ser propostos por meio da criação e pela elaboração dos objetos de aprendizagem.

De acordo com Hodgins (2006), os objetos de aprendizagem são elementos fundamentais para um novo modelo conceitual de criação e de distribuição de conteúdo, capaz de melhorar significativamente a eficácia da aprendizagem.

Para Wiley (2000), o OA pode ser definido como qualquer recurso digital que possa ser utilizado para assistir ao processo de ensino-aprendizagem, assim como também o define Beck (2001), que também afirma que a principal função dos OAs é de possibilitar a divisão dos conteúdos educacionais em pequenas partes, para que possam ser reutilizados em diferentes ambientes de aprendizagem.

Ainda, de acordo com Amaral, Oliveira e Bartholo (2010), pode-se entender o termo objeto de aprendizagem como uma aplicação educacional, sendo possível sua aplicação em diferentes contextos. Nessa perspectiva, os OAs são construídos



para servir como uma ferramenta de apoio para os docentes em ambientes diversificados.

Nikolopoulos et al. (2012) definem o OA como uma unidade de conteúdo digital, autocontida e independente, a qual está associada a um ou mais objetivos de aprendizagem e tem como objetivo primário a habilidade de reuso em diferentes contextos educacionais.

A utilização de recursos e animações interativas existentes em um objeto de aprendizagem faz com que o estudante construa o seu conhecimento. Por meio de um OA, o estudante é capaz de interagir com a informação, transformar o conteúdo lógico em conteúdo psicológico e fazer conexões importantes entre significados, possibilitando a sua aprendizagem significativa (TAVARES, 2010).

Para que seja possível a construção de um OA, faz-se necessário que seja seguido um conjunto de atividades bem definidas e organizadas, de forma a direcionar o seu desenvolvimento. Dessa forma, divide-se a metodologia de desenvolvimento dos objetos educacionais em quatro fases, denominadas Análise, Projeto, Implementação e Validação (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014).

A primeira etapa do fluxo da metodologia de desenvolvimento do OA é denominada Análise. Essa etapa é caracterizada como sendo a fase em que se define o público-alvo do OA, assim como os pré-requisitos e conhecimentos prévios necessários para utilização do recurso e também o conteúdo instrucional que será trabalhado, para evidenciar uma boa prática na aplicação do objeto (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014).

A segunda etapa, Projeto, é composta por ações e criações de modelos que irão apoiar a implementação do objeto de aprendizagem. Destaca-se, nesta fase, a construção dos mapas conceituais, que demarcam os conceitos estruturais do conteúdo; a construção do mapa navegacional, que apresenta como será realizada a navegação por entre as páginas do OA – geralmente é apresentado por meio de um diagrama representativo das telas do *software*, identificando as suas relações/interconexões (Quadro 1); construção do *storyboard*, que contém orientações dadas antes do início da construção do OA sobre a definição do *layout* do objeto e do roteiro a ser seguido para a sua implementação (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014).

Quadro 1 – Relações/Interconexões entre as telas do OA

	<p><b>Estrutura linear:</b> usuários movimentam de uma tela para outra de forma sequencial, sem nenhum tipo de desvio.</p>
	<p><b>Estrutura hierárquica:</b> permite a movimentação ao longo de ramificações. No topo um item mais geral que se subdivide em itens mais detalhados.</p>
	<p><b>Estrutura não linear:</b> movimentação de forma livre ou aleatória, sem que haja caminhos pré-definidos.</p>
	<p><b>Estrutura composta:</b> movimentação livremente pelo OA (de forma não-linear), mas ocasionalmente são obrigados a passar por apresentações lineares.</p>

Fonte: elaborado pelos autores com base em Vaughan (1994).

A terceira etapa, Implementação, abrange o desenvolvimento do *software* educacional em si, cuja construção é baseada no *storyboard* elaborado na etapa anterior. A equipe de desenvolvimento assume essa responsabilidade e, baseada nos critérios de usabilidade e acessibilidade, procura adequar o produto ao público-alvo definido (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014).

A última etapa do fluxo da metodologia de desenvolvimento do OA, Validação, tem como objetivo validar o objeto por uma parcela do público-alvo (fase de testes do produto para verificar o seu funcionamento), além de criar os manuais de utilização, tanto do usuário quanto do professor (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014).

## METODOLOGIA

Esta pesquisa é caracterizada como sendo uma pesquisa do tipo qualitativa e classificada como uma pesquisa aplicada à aprendizagem. A pesquisa aplicada, por definição, tem como conceito ser um método científico específico que



envolve a aplicação prática da ciência; neste caso, trata-se da aplicação prática de um OA para uma aprendizagem significativa. Entre os objetivos propostos pela pesquisa aplicada, tem-se: gerar conhecimentos para uma aplicação prática dirigida, obter conhecimento que será usado a curto ou médio prazo e interesse em adquirir novos conhecimentos.

O público-alvo principal deste OA é composto por estudantes de graduação em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus Sertãozinho*.

O objeto de aprendizagem foi elaborado com o *software Google Slides*, devido a grande familiaridade que o seu uso apresenta e em razão de que este possui funções que garantem excelente dinamismo na apresentação e na navegação dos *slides*, principalmente ao se utilizar os *hiperlinks* existentes.

Para a construção dos *slides* e montagem do conteúdo, utilizou-se imagens, textos, vídeos e *podcasts* preparados com o auxílio de diversos outros *softwares* de livre acesso ou de acesso com 30 dias de avaliação (*licença Trial*).

Toda a navegação pelo *Google Slides* é realizada por meio de *hiperlinks*, a partir dos quais se percorre os *slides* e se acessa alguns *links* externos, de acordo com a sequência definida pelo usuário, caracterizando, portanto, uma mistura de estruturas do tipo hierárquica e composta de navegação (Quadro 1).

O objeto de aprendizagem pronto e acabado é disponibilizado aos usuários por meio de um *link* específico (<https://acesse.one/LXlpu>), que levará ao conteúdo criado no *software Google Slides*. Para melhor funcionalidade dos comandos existentes no OA, recomenda-se fazer o *download* do arquivo, salvando-o no seu computador, para depois, então, abri-lo em modo de apresentação, diretamente do seu equipamento.

Como forma de avaliar a qualidade do objeto de aprendizagem, foi elaborado um questionário no *Google Forms* (Quadro 2), a partir do qual 20 alunos/usuários puderam contribuir, fornecendo *feedbacks* sobre suas percepções após o uso.

**Quadro 2 – Questionário avaliativo do OA**

Item	Afirmação
<b>Relevância</b>	O OA está alinhado com os objetivos educacionais e aborda os conceitos sobre bombas hidráulicas.
<b>Qualidade do conteúdo</b>	O OA apresenta uma precisão nas informações e possui profundidade do conteúdo apresentado.
<b>Clareza e coerência</b>	O OA é apresentado de forma clara e organizada. A estrutura e a sequência do conteúdo fazem sentido e facilitam a compreensão.
<b>Variedade de recursos</b>	O OA incorpora diferentes tipos de mídia como texto, imagens, áudio e vídeo.



<b>Interatividade</b>	O OA é bastante interativo, pois inclui elementos como vídeos, podcasts, simulações, que permitem ao usuário o controle da navegação.
<b>Autonomia na utilização</b>	O aluno possui autonomia na utilização do objeto de aprendizagem, uma vez que pode explorar o conteúdo de maneira autogerida.
<b>Acessibilidade</b>	O OA é acessível para todos os alunos, incluindo aqueles com deficiências visuais, auditivas ou motoras
<b>Facilidade de uso</b>	O OA é fácil de usar e navegar, e a interface do usuário é intuitiva e amigável, facilitando a interação dos alunos com o conteúdo.
<b>Motivação</b>	O OA é capaz de motivar os alunos e mantê-los engajados ao longo de todo o conteúdo
<b>Efetividade na aprendizagem</b>	O OA atinge seus objetivos educacionais, aumentando o seu conhecimento, habilidades ou competências sobre o assunto.

Fonte: elaborado pelos autores.

O questionário consistia em dez afirmações, e os alunos foram solicitados a avaliar cada uma delas individualmente, utilizando uma escala de classificação que variava de 1 a 5, em que 1 indicava “Discordo Totalmente” e 5 indicava “Concordo Totalmente”. Ao final, ainda foi disponibilizado um espaço, de resposta não obrigatória, para comentários, críticas, sugestões de melhoria e/ou elogios.

O objeto de aprendizagem é considerado de qualidade caso a pontuação final obtida seja igual ou superior a 25 pontos, o que corresponde a 50% da pontuação total (50 pontos).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

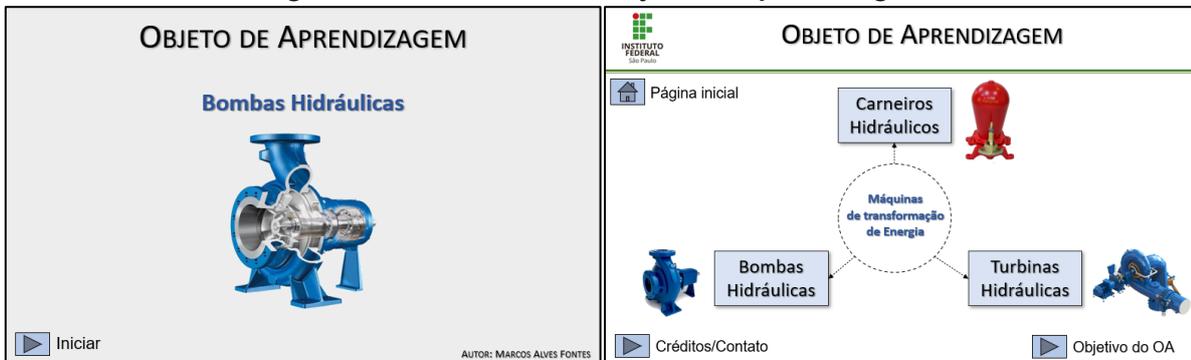
As figuras a seguir ilustram grande parte das telas do objeto de aprendizagem criado no *software Google Slides*, com o objetivo de apresentar a estrutura criada, bem como de demonstrar, em alguns *slides*, os recursos utilizados. Ao final desta seção ainda serão apresentados os resultados do questionário avaliativo do OA, cujo objetivo foi o de avaliar a qualidade do recurso tecnológico desenvolvido sob a perspectiva dos alunos/usuários.

Conforme o mencionado na metodologia, a estrutura de navegação do OA é caracterizada como sendo uma mistura das estruturas hierárquica e composta, por possuir sequências de navegação das telas ora pré-definidas, ora variando por escolha dos próprios usuários.

A Figura 1 (imagem da esquerda) mostra a tela inicial do OA, com a presença de um botão no canto inferior esquerdo que, ao ser clicado, inicia a navegação pelo conteúdo. A imagem da direita, na mesma Figura 1, apresenta alguns *hiperlinks*. No centro da imagem, apresenta-se o acesso aos diferentes temas do

OA (carneiros hidráulicos, bombas hidráulicas e turbinas hidráulicas); no canto inferior direito há um *hiperlink* que leva ao objetivo do OA; no canto inferior esquerdo um *hiperlink* que leva aos créditos e ao contato do autor; e no canto superior esquerdo, um *hiperlink* que retorna para a página inicial do objeto.

Figura 1 – Telas iniciais do objeto de aprendizagem



Fonte: acervo dos autores.

A Figura 2 apresenta algumas telas do OA referentes ao estudo dos chamados carneiros hidráulicos. Na página de tópicos é possível navegar pela definição dos carneiros hidráulicos; pelo seu princípio de funcionamento; por como construir um carneiro hidráulico caseiro; e por duas reportagens veiculadas no programa Globo Rural.

Figura 2 – Algumas telas de estudo dos carneiros hidráulicos



Fonte: acervo dos autores.

Para a criação da tela que explica o funcionamento dos carneiros hidráulicos, utilizou-se um recurso de grande importância nos dias de hoje, bastante empregado em programas de rádio, principalmente: o *podcast*.

Segundo Carvalho (2020), o *podcast* é um formato de programa projetado para atender a uma variedade de públicos, incluindo aqueles ligados à educação. Além de beneficiar os estudantes com deficiência visual, ele também

melhora o aprendizado de todos os ouvintes, ao estimular a imaginação através da construção de imagens e narrativas que desempenham um papel crucial na compreensão e na assimilação do conteúdo.

Ainda para o desenvolvimento das telas sobre o tema “Carneiros Hidráulicos”, foi utilizado o gênero de reportagem. Conforme apontado por Costa e Moura (2020), esse gênero é uma ferramenta significativa que capacita os alunos a visualizarem a realidade sob uma nova perspectiva, permitindo-lhes perceber detalhes e interpretá-los com base no conhecimento prévio obtido por meio de suas experiências anteriores.

As telas do OA, ilustradas nas Figuras 3 e 4, são acessadas por meio do *hiperlink* “Turbinas Hidráulicas”, presente na tela mostrada na Figura 1 (imagem à direita). Os usuários podem explorar essas telas para acessar uma variedade de conteúdos relacionados às turbinas. Inicialmente, são abordadas diferentes formas de geração de energia elétrica, seguidas pela apresentação da definição e das principais partes de uma usina. Os botões localizados na parte inferior de cada tela permitem uma navegação sequencial, oferecendo ao usuário a liberdade de avançar ou retroceder conforme desejado. Este tipo de navegação é permitido justamente porque o OA foi construído utilizando o tipo de estrutura hierárquica e composta (Quadro 1). Além disso, uma explicação sobre o funcionamento das usinas hidrelétricas ainda é dada por meio de *podcasts*.

**Figura 3 – Algumas das telas que tratam das turbinas hidráulicas**



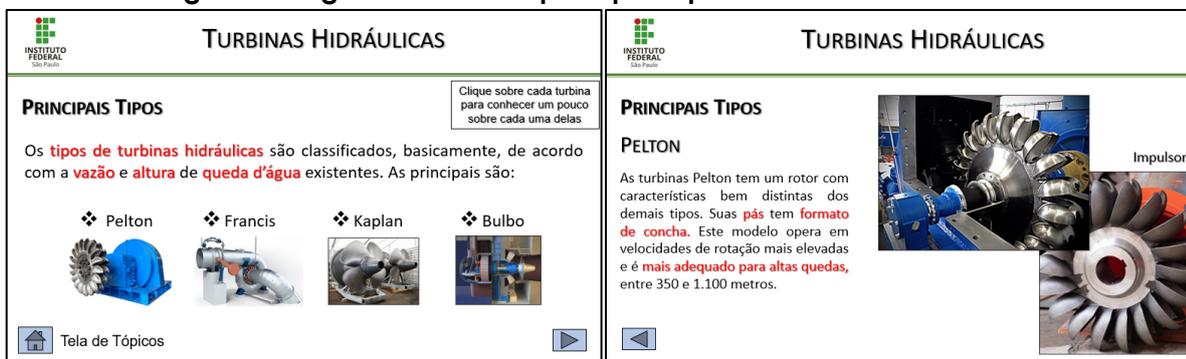
Fonte: acervo dos autores.

Ainda sobre a Figura 3, é possível verificar a existência de um recurso tecnológico na forma de vídeo do *YouTube*, que aborda os vertedouros. Trata-se de uma reportagem veiculada no programa *Fantástico*, que explora e explica a função dos vertedouros nas usinas hidrelétricas.

Para fechar o conteúdo sobre turbinas hidráulicas, a Figura 4 apresenta duas telas para navegação pelos diferentes tipos de turbinas existentes. Cada tipo

distinto pode ser melhor estudado ao se clicar sobre cada *hiperlink* existente na tela mostrada na imagem à esquerda.

Figura 4 – Algumas telas dos principais tipos de turbinas hidráulicas



Fonte: acervo dos autores.

Para essas telas que abordam os principais tipos de turbinas hidráulicas, optou-se por utilizar diversas figuras que ilustram e detalham visualmente cada um dos tipos distintos de equipamentos. De acordo com Santaella e Nöth (2008), existem três formas de integração entre texto e imagem, que variam da redundância à informatividade, passando pela complementaridade. Nesse caso específico, as imagens utilizadas interagem com o texto de forma complementar, o que significa que texto e imagem possuem igual importância, em que a imagem está integrada ao texto para fornecer um complemento visual (SANTAELLA; NÖTH, 2008).

As telas do OA ilustradas na Figura 5 até a Figura 8 são acessadas por meio do *hiperlink* "Bombas Hidráulicas" presente na tela mostrada na Figura 1 (imagem à direita).

A Figura 5 apresenta a tela principal de bombas hidráulicas, identificando os tópicos a serem trabalhados, cujos *hiperlinks*, localizados mais à direita da tela, levam aos diversos conteúdos específicos. O primeiro *hiperlink* se refere à definição de bombas hidráulicas, que também é visualizado na própria Figura 5 (imagem à direita).

Figura 5 – Tela de tópicos e de definição das bombas hidráulicas



Fonte: acervo dos autores.

Segundo Aguiar e Flôres (2014), os OAs são desenvolvidos em diferentes formas de apresentação conceitual. Podem incluir recursos mais complexos, como as simulações, assim como recursos mais básicos, como animações, imagens, e até mesmo consistir apenas em textos.

A Figura 6 apresenta telas que abordam alguns dos principais tipos das bombas hidráulicas, com suas respectivas explicações e detalhamentos. Cada tipo é acompanhado não apenas por uma explicação textual de seu funcionamento, mas também por uma imagem detalhada, facilitando sua compreensão visual. Além disso, são disponibilizados vídeos do YouTube que enriquecem o entendimento do assunto. De acesso gratuito na plataforma, os vídeos são recursos visuais de grande importância, pois permitem que conceitos complexos sejam apresentados de forma clara e compreensível.

Figura 6 – Algumas telas dos principais tipos de bombas hidráulicas



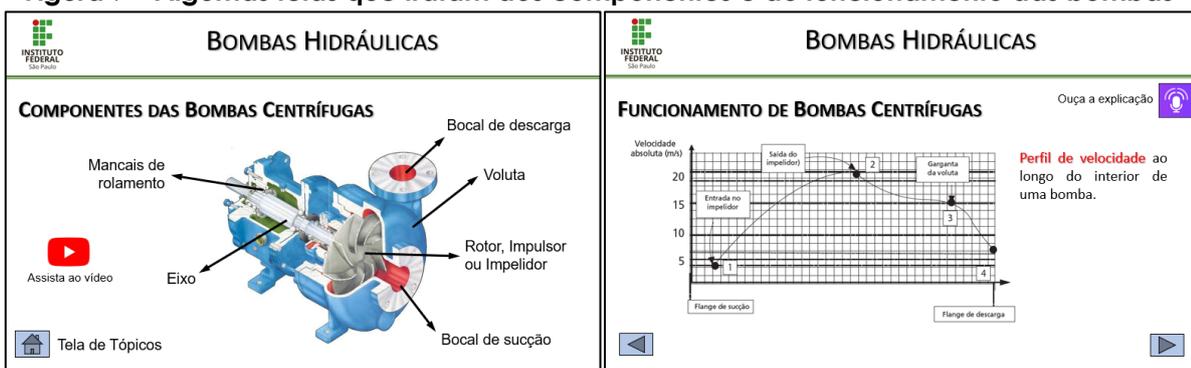
Fonte: acervo dos autores.

Conforme destacado por Mattar (2009), o YouTube é uma ferramenta altamente eficaz na educação, uma vez que os seus vídeos têm sido cada vez mais empregados como recursos pedagógicos. Isso se deve ao fato de que os vídeos atendem às necessidades de múltiplos estilos de aprendizagem e

inteligências diversas. Muitos alunos encontram maior eficácia na aprendizagem quando expostos a estímulos visuais e auditivos, em contraste com uma abordagem tradicional de ensino, que se baseia principalmente em textos.

As telas exibidas na Figura 7 abordam temas relacionados à definição, componentes e funcionamento das bombas centrífugas. Para enriquecer as explicações e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, são utilizados vídeos e podcasts como recursos tecnológicos.

Figura 7 – Algumas telas que tratam dos componentes e do funcionamento das bombas

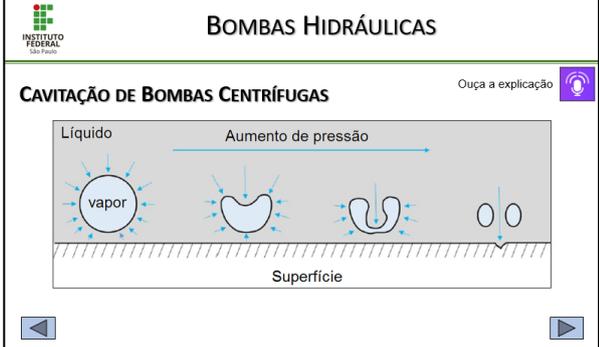


Fonte: acervo dos autores.

Textos, imagens, vídeos e, especialmente, podcasts são recursos empregados para abordar os conceitos de classificação, cavitação e dimensionamento das bombas centrífugas (Figura 8). Segundo Braga et al. (2014), a incorporação de uma variedade de mídias, como texto, imagens, áudio e vídeo, enriquece a experiência de aprendizado, atendendo a uma ampla gama de estilos de aprendizagem.

Figura 8 – Algumas das telas que abordam a classificação, cavitação e dimensionamento de bombas centrífugas





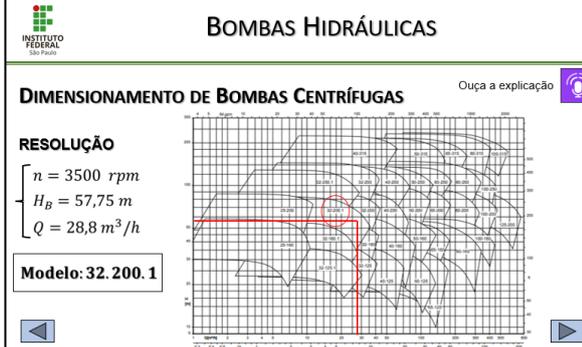
**CAVITAÇÃO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS**

Ouça a explicação

Líquido      Aumento de pressão

vapor

Superfície



**DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS**

Ouça a explicação

**RESOLUÇÃO**

$n = 3500 \text{ rpm}$

$H_B = 57,75 \text{ m}$

$Q = 28,8 \text{ m}^3/\text{h}$

**Modelo: 32.200.1**

Fonte: acervo dos autores.

Especificamente com relação ao dimensionamento de bombas centrífugas, o objetivo é fornecer um exemplo prático de execução de cálculos, utilizando informações disponíveis em catálogos de fabricantes, a fim de aplicar todos os conceitos teóricos abordados até o momento.

O usuário do OA pode percorrer todas as telas, no ritmo desejado, para acompanhar o processo de dimensionamento passo a passo. Botões de avanço e de retorno estão disponíveis na parte inferior de cada tela para facilitar essa navegação. Esse processo de controle de navegação corrobora Braga et al. (2014), que afirmam que o estudo autodirigido aumenta a motivação intrínseca e o senso de responsabilidade pelo próprio aprendizado.

Alguns podcasts são disponibilizados para auxiliar na compreensão e no entendimento, principalmente dos gráficos utilizados no dimensionamento. Essa atividade pode ser descrita como uma aprendizagem baseada na prática e colaboração, em que a aprendizagem significativa ocorre quando os alunos participam da aplicação prática de conceitos ensinados, como o dimensionamento real de um sistema de elevação de água. Também pode ser considerada uma estratégia de ensino do tipo "aprendizagem por projeto", pois envolve diretamente os alunos no processo prático de um projetista hidráulico, por exemplo.

No que diz respeito à avaliação do OA, a Figura 9 ilustra de forma gráfica os resultados obtidos a partir do questionário aplicado aos alunos/usuários.



Figura 9 – Resultado da avaliação do objeto de aprendizagem



Fonte: elaborada pelos autores.

Ao se analisar o gráfico, fica evidente que quase todos os itens receberam uma média de avaliação entre 4 e 5, indicando que os usuários “concordaram” ou “concordaram totalmente” com as afirmações (Quadro 2) relacionadas a cada item. Além disso, a pontuação total de 47 pontos em 50 possíveis representa uma aprovação de 94% para o OA, evidenciando sua qualidade como recurso educacional.

O que se destaca nesse gráfico é a baixa pontuação obtida na categoria “Acessibilidade”. A nota média obtida para esse item foi abaixo de 4. Implementar recursos de acessibilidade pode ser desafiador, requerendo conhecimento técnico especializado e o uso de tecnologias específicas. Integrar esses recursos de maneira eficaz e acessível pode ser difícil e muitas vezes envolve custos adicionais. Além disso, a acessibilidade abrange uma ampla variedade de necessidades dos usuários, como deficiências visuais, auditivas, motoras, cognitivas e outras. Adaptar um objeto de aprendizagem para atender a todas essas necessidades pode ser uma tarefa bem complexa.

A seguir, são apresentadas algumas das respostas (na íntegra) referentes ao campo “Comentários” existente no questionário.

*“Muito didático e bem organizado!”; “Objeto intuitivo, claro e bem explicativo”.*

*“O OA é uma ferramenta muito boa. Infelizmente é difícil atender as necessidades de pessoas portadoras de deficiências auditivas, visuais ou motoras”.*

*“Gostaria de expressar o quão extraordinário foi o objeto de aprendizagem. Fiquei genuinamente impressionado com a profundidade e clareza que ele ofereceu. A forma como o conteúdo foi apresentado foi verdadeiramente cativante. Cada tópico era uma*



*fonte de conhecimento que me envolveu de maneira excepcional, deixando-me completamente satisfeito ao término da leitura. As partes que mais me encantaram foram as seções dedicadas ao carneiro hidráulico e as turbinas. As explicações minuciosas, acompanhadas por animações em vídeo, proporcionaram uma compreensão profunda e prática desses conceitos”.*

*“Confesso que não sabia tanto sobre o conteúdo antes de explorar o objeto de aprendizagem proposto, aprendi bastante, vislumbrei um material acessível e de cunho bastante elucidativo.*

Os *feedbacks* dos usuários, por meio de comentários, desempenham um papel crucial, pois avaliam a eficácia do objeto de aprendizagem desenvolvido e evidenciam sua capacidade de alcançar os objetivos determinados. Além disso, esses comentários fornecem críticas valiosas a fim de se aprimorar e melhorar a sua aceitabilidade.

## **CONCLUSÕES**

A implementação de um objeto de aprendizagem para o ensino de bombas hidráulicas pode ser um recurso valioso para promover a aprendizagem significativa dos alunos. Ao longo desse processo, foi possível observar que o uso de recursos multimídias, como textos, imagens, vídeos e *podcasts*, oferece uma abordagem mais abrangente e envolvente para a compreensão dos conceitos relacionados a esse tema complexo.

Uma das principais vantagens desse objeto de aprendizagem é sua capacidade de oferecer uma experiência de aprendizado prática e colaborativa. Ao permitir que os alunos naveguem livremente pelas telas, com acesso a informações detalhadas sobre o funcionamento das bombas centrífugas, bem como exemplos práticos de dimensionamento, os estudantes são incentivados a aplicar ativamente os conhecimentos teóricos adquiridos.

Ao longo do desenvolvimento deste objeto de aprendizagem, foi possível explorar uma variedade de estratégias e recursos educacionais que contribuem para uma aprendizagem mais eficaz e envolvente. No entanto, é importante ressaltar que o sucesso desse objeto de aprendizagem depende não apenas da qualidade dos materiais e recursos fornecidos, mas também do engajamento e da participação ativa dos alunos.

A pesquisa realizada para avaliar o objeto de aprendizagem indicou que os alunos/usuários aprovaram o recurso digital. Dos critérios analisados, apenas um recebeu uma pontuação mais baixa, evidenciando que se trata de um recurso



educacional com muitas qualidades, porém que necessita de pequenos ajustes e melhorias.

Para alcançar os objetivos desejados, de promover a aprendizagem significativa sobre bombas hidráulicas, é fundamental que os educadores incentivem a curiosidade dos alunos, estimulem a investigação e o questionamento e proporcionem oportunidades para aplicação prática dos conceitos aprendidos. Dessa maneira, os alunos poderão desenvolver uma compreensão profunda e duradoura sobre o funcionamento e a aplicação das bombas hidráulicas, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo real.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. V. B.; FLÔRES, M. L. P. Objetos de aprendizagem: conceitos básicos. In: TAROUCO, L. M. R. et al. **Objetos de aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.
- AMARAL, M. A.; OLIVEIRA, K. A.; BARTHOLO, V. F. Uma experiência para definição de storyboard em metodologia de desenvolvimento colaborativo de objetos de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v.15, n.1, p.19-32, 2010.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Warbel & Peck. 1978.
- BECK, R. J. **Learning Objects: What?** Milwaukee: University of Winsconsin, 2001.
- BRAGA, J. et al. **Objetos de Aprendizagem Volume 1: introdução e fundamentos**. Santo André: Editora da UFABC, 2014.
- CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em Revista**, p.235-260, 2014.
- CARVALHO, S. R. Podcast como recurso pedagógico no ensino remoto. **Revista Aproximação**, v. 2, n. 5, 2020.
- COSTA, R. N; MOURA, J. V. S. O uso do gênero reportagem em sala de aula: implicações para uma aprendizagem significativa. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 1, p. 9-22, 2020.
- ECKHARDT, R. R.; HANSEN, B.; LEHN, D. N. Metodologias ativas no ensino de engenharia: ênfase na utilização de mapas conceituais na aprendizagem significativa. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, 2021.
- HODGINS, H. W. The Future of Learning Objects. **Educational Technology**, v.46, n.1, p.49-54, 2006.
- LIMA, T. B. et al. Aplicação de sala de aula invertida e de tecnologias digitais na educação profissional. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 13, n. 39, p. 511-521, 2023.
- MARTINS, C. B. et al. Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem para o Ensino da Estatística. **Abakós**, v. 11, n. 1, p. 125-140, 2023.



- MATTAR, J. **YouTube na educação**: o uso de vídeos em EaD. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2009.
- MONTEIRO, B. D. S. et al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. **Anais...** Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), v.1, n.1, p. 388-397, 2006.
- MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. **Anais...** Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, v.8, 2003.
- NIKOLOPOULOS, G. et al. Modeling the characteristics of a learning object for use within e-learning applications. BCI' 12. **Proceedings...** The Fifth Balkan Conference in Informatics. p. 112-117, 2012.
- SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem**: cognição, semiótica e mídia. São Paulo: Iluminuras, 2008.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, v.10, n. 55, p.55-60, 2004.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.18, n. 2, 2010.
- VAUGHAN, T. **Multimídia na Prática**. São Paulo: Editora Makron Books, 1994.
- WILEY, D. A. **Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory**: a Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. Utah: Utah State University, 2000.
- WILEY, D. A. et al. **The instructional use of learning objects**. [S.l.]: Agency for instructional technology. Bloomington, 2002.