



APLICAÇÃO DE MODELO DIDÁTICO PEDAGÓGICO DE UM VERTEDOR TRIANGULAR COMO APRENDIZAGEM ATIVA DE ENSINO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6331

Autores: WEDERSON NUNES DE OLIVEIRA, ELIZABETH REGINA HALFELD DA COSTA, VALÉRIA CRISTINA PALMEIRA ZAGO, NELIA HENRIQUES CALLADO

Resumo: O presente trabalho apresenta uma proposta de concepção e aplicação de modelo didático pedagógico de um vertedouro triangular de parede delgada, na tentativa subsidiar o entendimento de conteúdos da disciplina de tratamento de água e outras correlatas, considerando a aplicação da metodologia ativa baseada em projetos com viés didático explicativo. Com o intuito de aplicar a metodologia ativa, foi construído um pequeno canal com um vertedor triangular de parede delgada, o qual foi utilizado em uma aula prática da disciplina de Introdução à Prática Experimental. Foi construído um pequeno canal com um vertedor triangular de parede delgada, o qual foi utilizado em uma aula prática da disciplina de Introdução à Prática Experimental. A proposta de concepção e aplicação do modelo didático representa uma construção que pode ser utilizada como referência que possibilita materializar os conceitos que envolvem o dimensionamento de estação de tratamento de água.

Palavras-chave: Tratamento de Água, Metodologias Ativas, Modelo Didático

APLICAÇÃO DE MODELO DIDÁTICO PEDAGÓGICO DE UM VERTEDOR TRIANGULAR COMO APRENDIZAGEM ATIVA DE ENSINO

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém uma das maiores reservas de água doce do mundo. Porém, muitos dos mananciais que são utilizados para tratamento de água para consumo humano estão cada vez mais poluídos ou deteriorados por impactos ambientais. Além disso, uma quantidade considerável de água disponível é desperdiçada pelo seu uso inadequado.

Dada a importância e complexidade do entendimento do tratamento de água, que leva em conta os aspectos operacionais e de projeto, as várias tecnologias de tratamento existentes aplicadas conforme a qualidade da água a ser tratada, muitas instituições oferecem disciplinas relativas ao tema para cursos técnicos, graduação e pós-graduação, na tentativa de fornecer ao discente um entendimento teórico-prático dos conceitos relativos à temática.

Por meio de questões referentes à maneira a qual as práticas pedagógicas são tratadas no contexto ensino-aprendizagem, é que o papel do docente se apresenta como agente que promove a mudança. Diante deste contexto, percebe-se que os saberes relativos às práticas pedagógicas não deveriam estar focados apenas no conhecimento conteudista das disciplinas, sendo este, apenas um dos aspectos do processo de aprendizagem.

Neste sentido, a construção e utilização de modelos didáticos, considerando proposições no contexto das metodologias ativas, associadas à outras atividades pedagógicas, favorecem ao conhecimento colaborativo e aprendizagem prática para o discente.

Os modelos didáticos são instrumentos utilizados como facilitadores para o entendimento dos conteúdos que são trabalhados na sala de aula, e podem ser utilizados por diferentes abordagens, destacando que suas representações tem sido de grande importância para o ensino-pesquisa (Greca; Moreira, 2002). Assim, a construção do modelo objetiva o interesse mediador entre o teórico e o empírico, e muitos são produzidos pela comunidade científica na tentativa de articular leis e teorias que fazem acordos entre o conhecimento científico e o mundo real (Della; Ferla, 2013).

Diante disso, a proposta intentou a concepção e utilização de modelo didático de um vertedor triangular de parede delgada, como forma de subsidiar o entendimento de conteúdos da disciplina de tratamento de água e outras correlatas, aplicando a metodologia do processo de ensino-aprendizagem no contexto da aprendizagem baseada em projetos didáticos explicativos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo do desenvolvimento humano, visando à nossa sobrevivência, a produção de conhecimento e sua sistematização vem modificando a maneira pela qual compreendemos o mundo. Considerando o desenvolvimento científico e tecnológico, as experiências e conhecimento são produzidos e transmitidos ao longo de gerações, possibilitando mudanças e avanços em relação ao conhecimento.

Segundo Casale (2013), as transformações sociais: política, econômica, tecnológica e científica tem refletido diretamente nas pessoas, levando em conta a vida social, a organização do trabalho, as formas de produção e também a formação profissional. Para acompanhar tais transformações é necessária uma adaptação contínua dos indivíduos.

Assim, essas transformações constituem argumentos que comprovam a importância da educação e da escola, considerando os processos de ensino-aprendizagem, além da construção das relações entre docente e discente, conhecimentos e as práticas desenvolvidas.

No Brasil, os Projetos Pedagógicos dos cursos de graduação tem estimulado mudanças na forma e no ambiente de ensino-aprendizagem tornando-o mais interativo, cooperativo e significativo. O discente passa a aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, sendo capaz de assumir atitudes investigativas, com vistas à aprendizagem contínua e produção de novos conhecimentos (Brasil, 2019).

Assim, novas soluções estão sendo propostas, estimulando as escolas a sair do método tradicional de ensino e atuar de forma mais ativa, envolvendo o discente em seu próprio processo de aprendizagem. Lovato (2018), reitera as contribuições de alguns pensadores dos processos educacionais.

A educação é o resultado de um processo que passa por diversos pensadores, os quais discutem os modelos de ensino e destacam a necessidade de autonomia do estudante. Podemos destacar as ideias de aprendizagem pelo condicionamento de Montessori, a aprendizagem por experiência de Frenet, as teorias de aprendizagem de Piaget e Vygotsky, a aprendizagem significativa de David Ausubel, a crítica ao modelo de educação bancária de Paulo Freire e o construtivismo do francês Michael Foucault (Lovato, 2018. p.157).

Estas ideias de aprendizagem vão tratar a metodologia como um dos principais instrumentos do aprendizado. Por meio dela é possível desenvolver a capacidade cognitiva do discente, trabalhando sua autonomia, estimulando o aprendizado de maneira crítica através da reflexão dos saberes conduzidos em sala de aula. Assim, as experiências vão se tornando processos mais conscientes, estabelecendo conexões que antes nem se percebia, superando o viés para novas possibilidades.

Dentro da perspectiva do entendimento que situam as metodologias ativas, tendo o discente como centro do processo, é possível estimular a aprendizagem, ao contrário do ensino tradicional, em que o discente ocupa um lugar como sujeito passivo. Segundo Abreu (2009), “ao contrário do método tradicional, que primeiro apresenta a teoria e dela parte, o método ativo busca a prática e dela parte a teoria”.

As metodologias ativas de aprendizagem constituem a maneira de desenvolver o processo ensino-aprendizagem, por meio de experiências reais ou simuladas, com objetivo de solucionar, com sucesso, desafios que surgem das atividades essenciais da prática social.

Segundo Freire (1996), para que a educação transcorra, a solução de problemas, a superação dos desafios e a construção de novos conhecimentos por meio de experiências prévias, são fundamentais para estimular as aprendizagens.

A importância de trabalhar com novas metodologias faz-se fundamental ao desenvolvimento do ensino aprendizagem do discente (Linhares; Taschetto, 2011). Diante disso, a utilização de modelos didáticos é uma estratégia de ensino aprendizagem que pode contribuir para a construção do saber, unindo teoria e prática e promovendo a interação entre o educador e o educando.

Como instrumento facilitador no ensino dentro do contexto de aprendizagens ativas, os modelos didáticos podem expor um sistema ou processo, favorecendo o entendimento de fenômenos complexos e abstratos, tornando o aprendizado mais concreto e de melhor entendimento (Justina; Perla, 2006).

O modelo didático pedagógico vai de encontro às intencionalidades e as práticas que o docente objetiva, permitindo uma abordagem da realidade escolar e sua complexidade, em função de ser um recurso que auxilia na elaboração de propostas fundamentadas, e nas linhas de investigação educativas e formação de professores (García Pérez, 2000).

Assim, a construção e utilização de modelos didáticos em sala de aula ou laboratório, levando em consideração proposições didáticas dentro do contexto das metodologias ativas, associadas à outras atividades pedagógicas, favorecem um conhecimento colaborativo e aprendizagem prática para o discente.

Um dos aspectos importantes para o dimensionamento de um projeto de estação de tratamento de água é conhecer a vazão de projeto. Uma das maneiras de determinar a vazão da estação é por meio da utilização de vertedouros. Estes podem ser definidos como uma parede instalada, na maioria das vezes, perpendicularmente ao fluxo de escoamento, onde ocorre a elevação do nível d'água a montante até um nível suficiente para produzir uma lâmina de água por sobre o obstáculo.

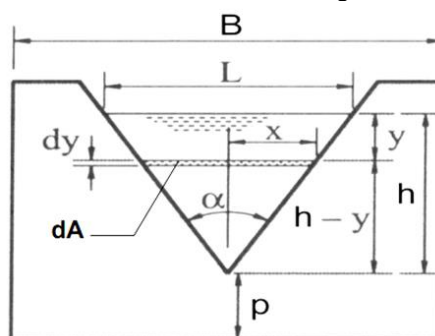
Os vertedores possuem uma determinada forma geométrica que pode ser: triangular, trapezoidal e retangular. Segundo Azevedo Netto (1998).

[...] a importância do estudo de vertedores é devida ao seu intenso uso como estrutura hidráulica para medir vazão em pequenos cursos d'água e condutos livres bem como para controlar o escoamento em canais e galerias. Seu uso como medidor de vazão também tem grande importância em laboratórios e indústrias devido a sua precisão e simplicidade de uso. Isso ocorre devido à relação existente entre a vazão sobre um vertedor e o nível d'água a montante (Azevedo Neto, 1998. p.87).

Segundo Bengston (2010), vertedores triangulares de parede delgada são dispositivos muito precisos para a medição de vazão, sobretudo quando se trata de pequenos fluxos. Essa precisão ocorre uma vez que a área da seção triangular e a vazão diminuem acentuadamente com a queda da carga hidráulica, favorecendo uma medida mais precisa da carga para fluxos pequenos.

A Figura 1 mostra um vertedor triangular de parede delgada de carga h e com ângulo de abertura α . Quando se despreza a velocidade de aproximação, chega-se a uma relação entre a carga hidráulica e a vazão total por meio do desenvolvimento da componente dA .

Figura 1 - Seção transversal de um vertedor triangular de parede delgada (fina).



Fonte - Porto (2006).

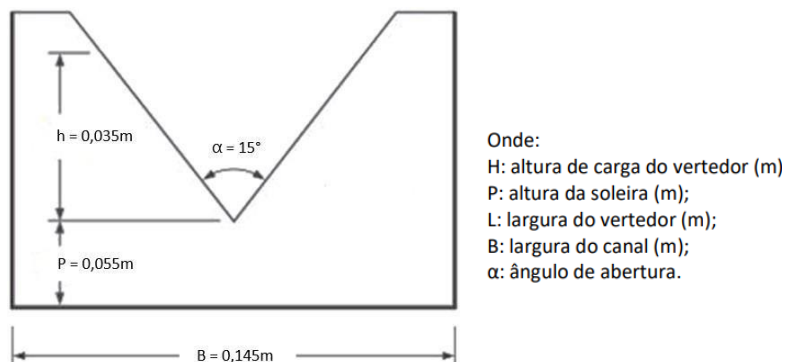
Em relação ao ângulo de abertura α , apesar de o vertedor triangular de ângulo reto ser o mais estudado, na literatura há uma quantidade razoável de proposições e dados no sentido de expandir e buscar relações que podem explicar a variação da vazão, levando em consideração vertedores triangulares de diferentes ângulos de abertura.

3 METODOLOGIA

Com o intuito de testar a metodologia ativa com os discentes, foi construído um pequeno canal com um vertedor triangular de parede delgada, pois de acordo com a NBR 13403/1995 os vertedores triangulares possibilitam uma maior precisão considerando vazões menores que 30 L/s.

As dimensões do vertedor triangular foram determinadas a partir de uma vazão adotada de 35mL/s, considerando a possibilidade de deslocamento do dispositivo para diferentes lugares, como mostrado na Figura 2.

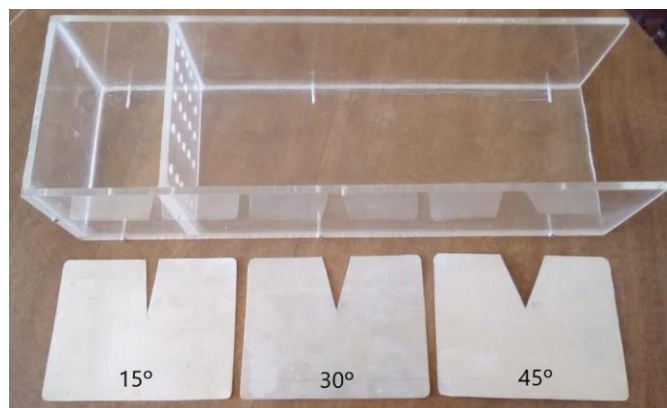
Figura 2 - Dimensões do vertedor triangular de parede delgada.



Fonte: Oliveira (2023).

Para determinação do ângulo mais adequado ao vertedor (medidor de vazão) foram realizadas simulações com valores de 15, 30 e 45 graus, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Diferentes angulações testadas em modelo didático de vertedor triangular de parede delgada.



Fonte: Oliveira (2023).

Para encontrar o valor da vazão em cada ângulo de abertura estudado, foi utilizado o Método Volumétrico que consiste em medir o tempo decorrido (t) para coletar um determinado volume (V). Utilizando uma proveta de 1000 mL e um cronômetro, foi possível estabelecer a relação desses dois parâmetros, como mostrado na Equação 1.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

na qual:

Q = vazão (m³/s)

V = volume (m³)

t = tempo (s)

Foram realizadas 3 medições, e posteriormente, calculado a média aritmética dos tempos e volumes, encontrando as vazões para cada ângulo de abertura estudado. O erro (e%) que ocorreu na medição do volume (ml) foi no máximo de 0,01%, e pode ser expresso em porcentagem pela Equação 2.

$$e\% = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% \quad (2)$$

na qual:

$e\%$ = erro

ΔV = variação do volume (ml)

V = volume (ml)

De posse do modelo construído, foi realizada uma prática com seis discentes da disciplina de Introdução à Prática Experimental, trabalhando em duplas, onde puderam operar o modelo didático, levantando informações sobre os parâmetros necessários para os cálculos de dimensionamento do vertedor triangular de parede delgada. Após a prática, foi aplicado um questionário semiestruturado, na tentativa de avaliar a efetividade da metodologia de aprendizagem ativa aplicada no processo de construção do conhecimento do discente.

4 RESULTADOS

A partir da construção do modelo didático do vertedor triangular de parede delgada e aplicando o Método Volumétrico, foi possível medir o volume e o tempo decorrido para encontrar a vazão para cada ângulo de abertura, como mostrado na Quadro 1.

Quadro 1 - Valores encontrados no ensaio com vertedor triangular

Ângulo 15°			Ângulo 30°			Ângulo 45°		
V_1 (mL)	t_1 (s)	Q_1 (mL/s)	V_1 (mL)	t_1 (s)	Q_1 (mL/s)	V_1 (mL)	t_1 (s)	Q_1 (mL/s)
1000,08	27,92	35,82	999,93	11,42	87,56	999,74	7,72	129,50
V_2 (mL)	t_2 (s)	Q_2 (mL/s)	V_2 (mL)	t_2 (s)	Q_2 (mL/s)	V_2 (mL)	t_2 (s)	Q_2 (mL/s)
1000,04	28,92	34,58	999,70	11,45	87,31	992,28	7,77	128,70
V_3 (mL)	t_3 (s)	Q_3 (mL/s)	V_3 (mL)	t_3 (s)	Q_3 (mL/s)	V_3 (mL)	t_3 (s)	Q_3 (mL/s)
999,68	28,40	35,20	999,90	11,62	86,05	999,960	7,80	128,20

Fonte: Oliveira (2023).

O ângulo que atendeu aos parâmetros foi o de 15°, uma vez que a água verteu sem que ocorresse o escoamento da mesma pela parede delgada do vertedor, possibilitando a medição da vazão que atendessem as dimensões do modelo didático do vertedor triangular.

A margem de erro ($e\%$) para cada variável medida foi abaixo de 2%, não interferindo significativamente no cálculo da vazão. Assim, com a vazão de projeto de 35 mL/s, realizou-se o dimensionamento das unidades de tratamento do modelo didático do vertedor triangular.

A utilização do vertedor triangular de parede delgada na aula de Introdução à Prática Experimental, como pré-teste para aplicação de modelos didáticos, apresentou grande potencial no sentido de facilitação do processo ensino-aprendizagem dos conceitos, métodos e cálculos verificados no cálculo de vazão, como apresentado na Figura 4.

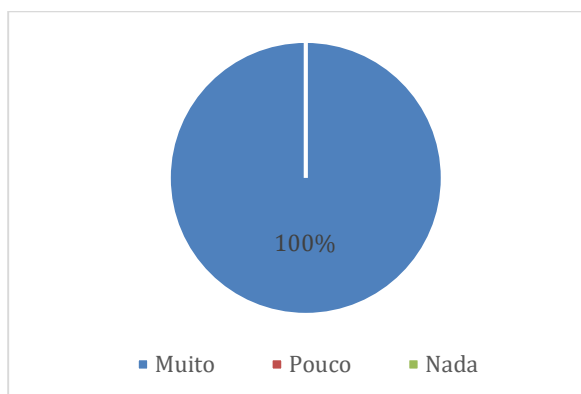
Figura 4 - Aplicação do modelo didático do vertedor triangular de parede delgada.



Fonte: Oliveira (2023).

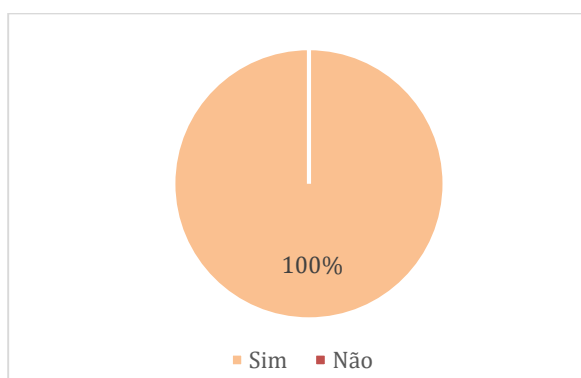
Em relação às perguntas e respostas do questionário do pré-teste aplicado no final da aula prática, todos os discentes sinalizaram que o uso de um modelo didático contribui para a participação e transmissão de ideias, desenvolvimento da habilidade analítica de problemas, ambiente favorável ao aprendizado, despertando o interesse em conhecer mais sobre as metodologias ativas, principalmente as aprendizagem baseadas em projetos, como apresentado nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9.

Figura 5 - (1) A metodologia ativa aplicada facilitou seu processo de Ensino-Aprendizagem na prática realizada, contribuindo com sua participação e transmissão de ideias?



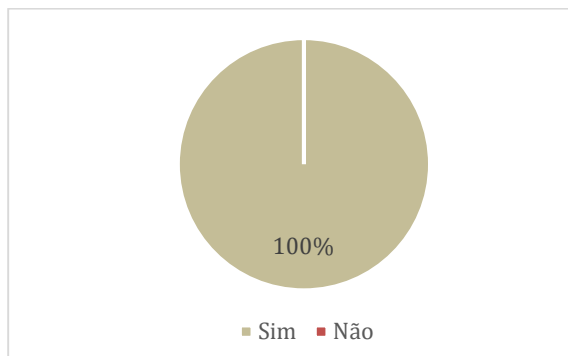
Fonte: Oliveira (2023).

Figura 6 - (2) A metodologia ativa aplicada contribuiu para o desenvolvimento de sua habilidade analítica de problemas?



Fonte: Oliveira (2023).

Figura 7 - (3) Durante a prática o docente construiu um ambiente favorável ao aprendizado, atuando como facilitador do Ensino-Aprendizagem?



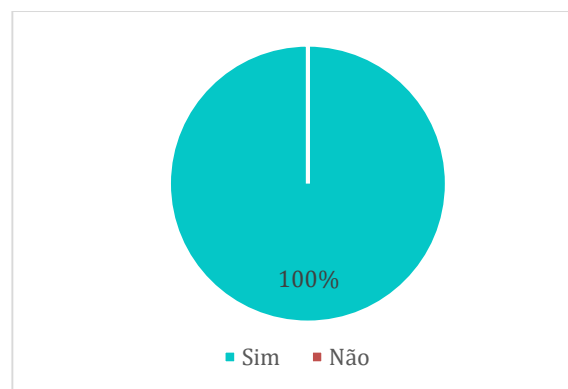
Fonte: Oliveira (2023).

Figura 8 - (4) Você acha válida a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning - PBL*) na graduação?



Fonte: Oliveira (2023).

Figura 9 - (5) Você se sentiu envolvida(o) no seu processo de Ensino-Aprendizagem e foi possível despertar o interesse em conhecer mais sobre metodologias ativas de Ensino-Aprendizagem?



Fonte: Oliveira (2023).

Durante a experimentação com modelos didático do vertedor triangular de parede delgada, os discentes mostraram maior motivação e entusiasmo ao desempenhar um papel fundamental como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, interagindo com a docente e demais colegas do grupo de estudo.

5 CONSIDERAÇÃO FINAIS

O dimensionamento e utilização do modelo didático do vertedor triangular possibilitou a aplicação da metodologia ativa em sala de aula, trazendo resultados positivos para o ensino-aprendizagem dos discentes que participaram da atividade. À partir dessa experiência, a proposta mostrou-se relevante para aplicação no contexto de metodologia ativa baseada em projetos.

Uma vez que a aplicação do modelo didático do vertedor triangular mostrou-se satisfatório para a aplicação da metodologia ativa em sala de aula, empreendeu-se outra proposta de construção de um modelo didático de uma estação de tratamento de água por ciclo completo, para aplicação na disciplina de tratamento de água.

REFERÊNCIAS

ABREU, José Ricardo Pinto de. **Contexto Atual do Ensino Médio: Metodologias Tradicionais e Ativas -Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas**. 2011. 105f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de hidráulica**. 8 ed. São Paulo-SP. Editora Edgard Blücher. 1998.

BENGTON, H. H. **Open channel flow measurement – weirs and flumes**. SunCam. 2010.BOMFIM, M. I. D. R. M; NETO, F. J. S. L; TORREZ, M.N.F.B; RUMMERT, S. M. Formação docente em educação profissional técnica na área da saúde: a organização pedagógica do trabalho docente em saúde. **Educação à distância**, Fiocruz, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia**. Brasília, DF: Ministério da Educação; 2019.

CASALE, A. **Aprendizagem Baseada em Problema-Desenvolvimento de competência para o Ensino em Engenharia**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2013.

DELLA, Lourdes Aparecida Justina; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo, Editora Paz e Terra, 1996.

GARCÍA PÉREZ, F. F. Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. **Biblio3W**: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales, Barcelona, n. 207, feb. 2000.

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antônio. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre**, v. 7, n. 1 (jan./mar. 2002), p. 31-53, 2002.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética – Exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq Mudi**. v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

LINHARES, Iraci; TASCHETTO, Onildes Maria. A citologia no ensino fundamental. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. 1ed. Curitiba: **SEED**, v. 1, p. 1-25, 2011.

LOVATO, Fabrício L. et al.. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, Canoas, v.20, n.2, p.154-171, 2018.

OLIVEIRA, W. N. **Proposta de construção de um modelo didático pedagógico de uma estação de tratamento de água como aprendizagem ativa de ensino e pesquisa**. 2023. 53 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

PORTO, R. M. **Hidráulica básica**. 4 ed. São Carlos-SP. Editora Rima. 2006.

APPLICATION OF A DIDACTIC MODEL OF A TRIANGULAR SPILLWAY AS ACTIVE LEARNING TEACHING

Abstract: *This work presents the design and application of a didactic model of a thin-walled triangular spillway, aimed at supporting the teaching of topics related to water treatment and related disciplines. The proposal is based on the use of active learning methodologies, with an emphasis on project-based learning and practical experimentation with theoretical concepts. An experimental channel featuring a triangular spillway was constructed and used during a practical session in the Introduction to Experimental Practice course. Students actively participated in operating the model, taking measurements, and applying the collected data to perform sizing calculations. At the end of the activity, they completed a semi-structured questionnaire to evaluate the experience. The results indicated that the model contributed to a better understanding of the content, encouraged participation, enhanced analytical reasoning, and fostered a more interactive and engaging learning environment. It also sparked greater interest in active learning methodologies. The conclusion is that the proposed model effectively integrates theory and practice, facilitating the assimilation of often-abstract concepts. It can serve as a reference for other educational initiatives in sanitary engineering and related fields.*

Keywords: water treatment, active methodologies, didactic model.

