

BREZOBOMBA



**meio ambiente e qualidade do ar
em sala de aula**

Fábio Lopes Brezolin
Marco A. Sandini Trentin
Cleci T. Werner da Rosa

2025

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

B848b Brezolin, Fábio Lopes

Brezobomba [recurso eletrônico] : meio ambiente e qualidade do ar em sala de aula / Fábio Lopes Brezolin, Marco A. Sandini Trentin, Cleci T. Werner da Rosa. – Passo Fundo: EDIUPF, 2025.

11 MB ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECM).

Inclui bibliografia.
ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <http://www.upf.br/ppgcm>.

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação do Prof. Dr. Marco Antonio Sandini Trentin e coorientação da Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

1. Informática - Educação. 2. Educação ambiental. 3. Internet das coisas. 4. Metacognição. 5. Material didático. I. Trentin, Marco Antonio Sandini. II. Cleci Teresinha Werner da Rosa. III. Título. III. Série.

CDU: 004:37

Biblioteca responsável Juliana Langaro Silveira – CRB 10/2427



“ Professor não é o
que ensina, mas o que
desperta no aluno a
vontade de aprender ”

Jean Piaget - 1896 - 1980





SUMÁRIO



Apresentação	05
Aprendizado e Metacognição	08
Metacognição	10
Educação Ambiental	15
A internet das coisas	18
Planejando os encontros	21
Organizando as ideias	23
Articulando conhecimentos e a tecnologia	30
Conectado com os alunos	36
Os exploradores	42
Avaliação da aprendizagem - Encerramento	45
Considerações Finais (reflexões)	48
Como construir sua Brezobomba	49



APRESENTAÇÃO



O presente texto refere-se ao produto educacional associado à tese de doutorado intitulada “O ensino da qualidade do ar mediado pela tecnologia IoT sob a perspectiva da metacognição”, apresentada por Fábio Lopes Brezolin, sob a orientação do Dr. Marco Antônio Sandini Trentin e coorientação da Dra. Cleci T. Werner da Rosa, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (<https://www.upf.br/ppgecm>) da Universidade de Passo Fundo.

A referida tese de doutorado teve como objetivo investigar as potencialidades e oportunidades propiciadas pela tecnologia IoT para fomentar a consciência ambiental nos alunos, por meio de atividades didáticas de natureza metacognitiva.

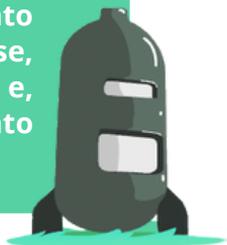
Este produto educacional consiste em um texto de apoio para professores de Ciências do Ensino Fundamental.

Trata-se de uma Sequência Didática, organizada em uma série de cinco encontros, cujas atividades foram elaboradas levando em consideração o uso de abordagens metacognitivas. A sequência foi desenvolvida para os Anos Finais do Ensino Fundamental e foi aplicada em uma turma do sexto ano de uma escola pública estadual no município de Passo Fundo/RS, com o intuito de promover o desenvolvimento da consciência ambiental dos alunos, por meio de atividades que envolviam o estudo do ar analisando, mais especificamente, algumas de suas propriedades, as quais são obtidas por um dispositivo IoT, armazenadas e disponibilizadas, de forma online, em um site na internet.

O material é de uso irrestrito, respeitando os direitos autorais e a proibição de uso comercial. É de livre acesso, replicável e está disponível em diferentes repositórios, incluindo o site do Programa (www.upf.br/ppgecm) e o Portal EduCapes.

Um dispositivo IoT – chamado Brezobomba - foi desenvolvido pelos pesquisadores. Através dele, é possível capturar propriedades do ar no formato de informações sobre, **temperatura, umidade e concentração de CO₂**, as quais podem ser consultadas diretamente no dispositivo e também remotamente através de um site.

Não se preocupe! A prática da Educação Ambiental em sala de aula, aliada à tecnologia IoT, não é tão complicada quanto parece. Os alunos demonstram interesse, gostam de discutir suas ideias com a turma e, especialmente, engajam-se quando o assunto envolve tecnologia.



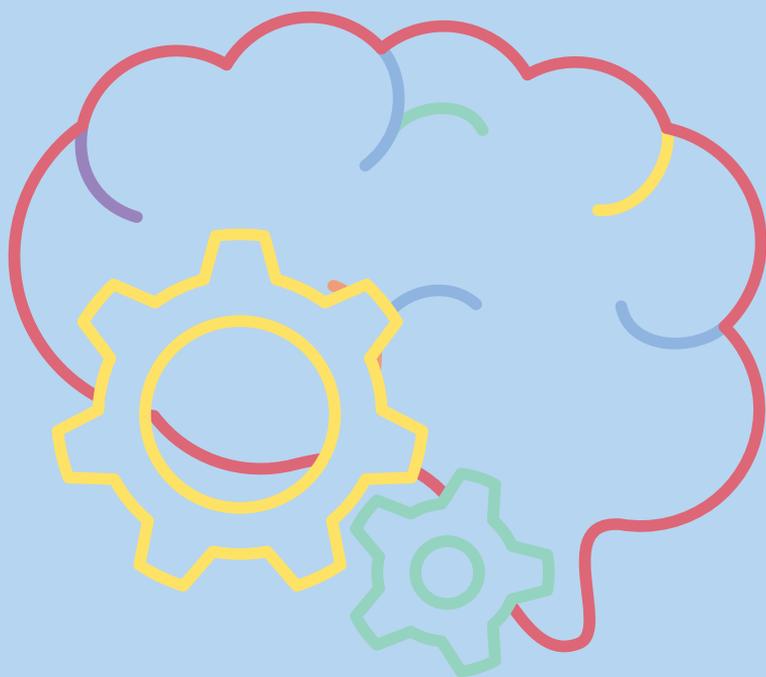
Objetivos da Aprendizagem

- 1. Compreender o tema da qualidade no contexto do meio ambiente, conectando situações reais e significativas às suas próprias experiências por meio do diálogo.**
- 2. Conhecer a Brezobomba e entender sua relação com os temas discutidos previamente, promovendo a interação com diferentes conhecimentos e explorando conceitos sobre as propriedades do ar e o papel da tecnologia na análise ambiental.**
- 3. Utilizar os conhecimentos adquiridos nos encontros anteriores para propor soluções às problematizações iniciais, aplicando a plataforma web como ferramenta de apoio e mediação.**

...bre
...de
...nos
aprendem com determinado
conteúdo?

De que modo você gostaria de auxiliar
seus alunos a desenvolverem a
experiência a partir de...

Aprendizado e Metacognição

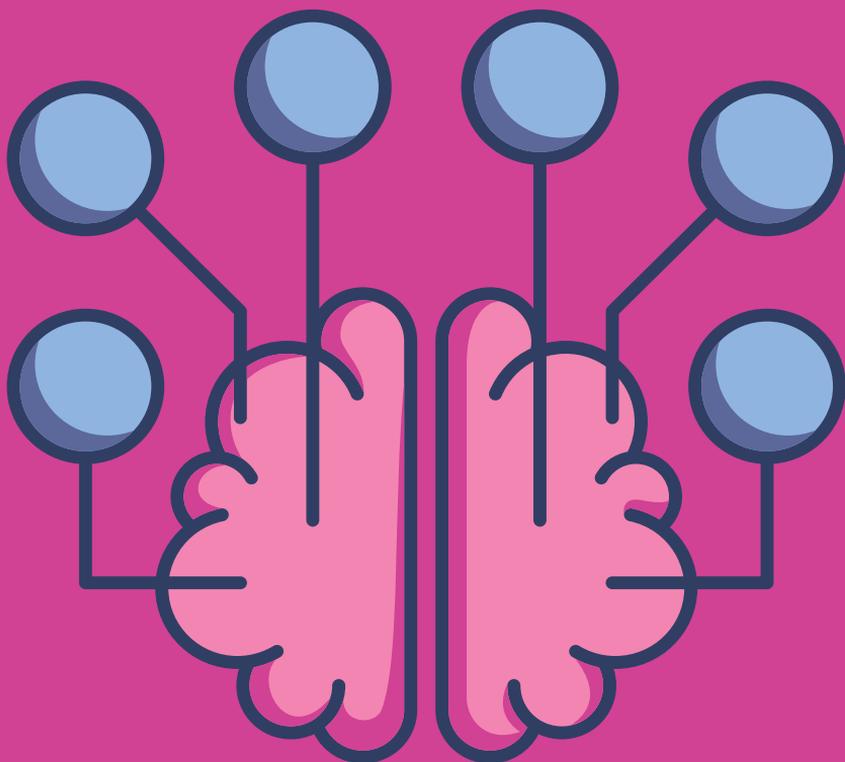


Na prática em sala de aula, pode surgir, entre outros, o seguinte desafio para o professor: **nem todos os alunos conseguem expressar espontaneamente suas hipóteses e ideias dentro do tempo planejado para os encontros.** Assim, De que forma o professor pode favorecer a capacidade de expressar hipóteses e ideias em seus alunos?

Para favorecer a reflexão dos estudantes sobre seus conhecimentos, durante esta pesquisa, foram estruturados debates em grupo, orientados pelo **comportamento de aprendizado dos alunos.** Esse comportamento recebe o nome de **metacognição.**

Sim, no caso deste produto, o professor também atua como observador, orientando debates e identificando, nas discussões verbais, soluções progressivamente mais complexas elaboradas pelos alunos para o desafio da qualidade do ar. Este comportamento recebe a denominação metacognitivo.

Metacognição



A palavra "cognição" refere-se ao conjunto de processos mentais que orientam o pensamento, como memória, raciocínio e tomada de decisões, influenciando o comportamento humano. A **metacognição**, por sua vez, vai além, abordando a consciência que o sujeito tem sobre sua própria cognição.

Surgindo na década de 1970, os **estudos metacognitivos** focam na capacidade do indivíduo de perceber o que sabe e o que não sabe, trazendo uma nova perspectiva para o aprendizado. Flavell (1976) foi pioneiro ao conceituar a metacognição como o "conhecimento, a consciência e o controle que cada pessoa exerce sobre seus processos cognitivos", fornecendo estratégias para o controle do pensamento e melhorando o processo de ensino.

A **metacognição** ganhou destaque com a crítica às abordagens educacionais tradicionais, que priorizavam a memorização e a avaliação unilateral. Novas metodologias passaram a enfatizar a **participação ativa do aluno**, focando na **autorregulação** e no "**aprender a aprender**".

A habilidade de monitorar e regular o próprio aprendizado é essencial para o desenvolvimento das competências cognitivas, sendo mais perceptível em áreas específicas do conhecimento. Essa habilidade permite aos alunos **tomar decisões conscientes** e **integrar experiências para melhorar suas respostas futuras**.

Rosa (2011) expande o conceito de metacognição ao destacar a **relação entre o sujeito e sua tomada de consciência sobre o conhecimento adquirido**. Ela descreve a metacognição como um "conhecimento do conhecimento", além de um controle executivo e autorregulador sobre os processos cognitivos, essencial para atingir objetivos.

Flavell, juntamente com Ann Brown, contribuiu significativamente para o campo, abordando a leitura e a compreensão de textos, embora haja diferentes interpretações do conceito. Essas variações nas definições enriquecem o entendimento da **metacognição**, tornando-a uma **área de estudo central tanto na psicologia quanto na educação**.



A metacognição é um processo essencial no contexto educacional, pois envolve a **consciência do aluno sobre seu próprio aprendizado**, permitindo que ele elabore estratégias e tome decisões para aprimorar seu conhecimento. Rosa (2014) destaca que esse processo oferece ao aluno a **oportunidade de refletir sobre seus conhecimentos e definir ações relevantes durante o processo de aprendizagem**.

A metacognição permite ao aluno compreender as dificuldades, opções e o processo de aprendizagem, enquanto **o professor pode usar essas informações para orientar de forma mais eficiente, promovendo um aprendizado mais profundo e reflexivo**. Estratégias metacognitivas são fundamentais para que o **aluno consiga planejar, monitorar e avaliar suas ações**, como explicam Weinstein e Mayer (1986) e Xavier (2002), contribuindo para a melhoria do desempenho e a adaptação das estratégias conforme os objetivos.

A metacognição também é abordada em relação à **autorregulação**, que envolve o controle ativo do aluno sobre seu aprendizado, considerando suas habilidades e limitações. Segundo Pozo (2004), é fundamental que o aluno tenha domínio sobre o próprio processo de aprendizagem, estabelecendo objetivos claros e adequando suas ações.



Além disso, o uso de **tecnologia na educação**, conforme Borkowski, Reid e Kurtz (1984), oferece novas possibilidades para a implementação de estratégias metacognitivas, especialmente para conteúdos complexos. A **motivação** e a **consciência** são dois componentes chave desse processo: a **motivação** impulsiona o desejo de aprender, enquanto a **consciência** permite que o aluno identifique e regule suas capacidades para alcançar seus objetivos.

Como apontado por Chi *et al.* (1989), os **alunos "novatos"** tendem a responder superficialmente aos problemas, enquanto os **"expert"** demonstram um pensamento metacognitivo mais profundo ao resolver problemas complexos.

A **metacognição**, que envolve a consciência do aluno sobre seus próprios processos de aprendizado, é uma **estratégia poderosa na educação**, pois permite que o estudante reflita sobre o que sabe e defina ações para aprimorar seu conhecimento. Rosa (2014) destaca que, ao **pensar sobre seus conhecimentos e definir ações**, o aluno pode controlar e ajustar seu aprendizado ao longo do processo.

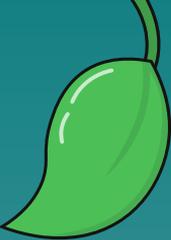
Estratégias metacognitivas ajudam os alunos a compreender dificuldades, explorar opções e avaliar o progresso. Essas estratégias são **comportamentos e pensamentos** que influenciam a codificação da informação, o que pode melhorar significativamente o desempenho dos estudantes.

Além disso, a **metacognição** está fortemente ligada à **autorregulação**, que permite ao aluno controlar seu aprendizado, reconhecendo suas habilidades e limitações. Pozo (2004) enfatiza a importância de **o aluno ter domínio sobre seu processo de aprendizagem**, estabelecendo objetivos claros e adaptando suas ações.



Observar o comportamento dos estudantes pode ser desafiador!

Micheline Chi (1997) sugere a simplificação das ações para facilitar a avaliação e incentivar debates que ajudem na formulação de novas hipóteses sobre o tema.



Educação Ambiental e Consciência Ambiental



A proposta apresentada neste produto educacional está estruturada para atuar como um facilitador de aprendizagem para a **Educação Ambiental**, com uma abordagem agradável, envolvendo o aluno em uma dinâmica desafiadora e ao mesmo tempo visualmente atraente.



A urgência das questões ambientais é uma pauta global e está presente nos **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**: "Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças causadas por produtos químicos perigosos, bem como a contaminação e a poluição do ar, da água e do solo" (IPEA, 2025).

No contexto da **Educação Ambiental**, de modo geral, os alunos desconhecem a temática da qualidade do ar, mesmo quando lidam com fatores presentes em seu dia a dia, como temperatura e umidade. Isso pode dificultar a tarefa do professor de **estabelecer conexões entre o conteúdo escolar e a realidade dos estudantes**.

Segundo Tolfo (2019), a Educação Ambiental constitui um processo que permite aos indivíduos explorar questões ambientais, **envolver-se na resolução de problemas e adotar medidas para melhorar as condições do meio ambiente**. Como resultado desse processo, as pessoas desenvolvem uma **compreensão mais aprofundada** das questões ambientais e adquirem habilidades que possibilitam a tomada de decisões informadas e responsáveis.

A **Educação Ambiental (EA) no Brasil** precisa de uma abordagem mais complexa do que a tradicionalmente oferecida nas disciplinas escolares, considerando a diversidade de pontos de vista dos estudantes sobre os problemas ambientais.

A pesquisa proposta foca na **perspectiva do aluno em sala de aula**, com ênfase nos **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), particularmente no objetivo 3**, que visa a promoção de saúde e bem-estar, com atenção às metas de reduzir doenças causadas pela poluição (IPEA, 2025).

Segundo Reigota (2009), a EA tem uma abordagem política, social e cultural, tratando o **meio ambiente como uma relação entre aspectos naturais e sociais que geram processos culturais e tecnológicos**. No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental, definida pela Lei nº 9.795/1999, propõe a construção de valores e competências voltados para a conservação ambiental.

Apesar da importância da EA, ainda existem **dificuldades pedagógicas**, como a falta de materiais didáticos adequados e a desconexão entre o conteúdo teórico e a realidade dos alunos. Koehler (2014) destaca a necessidade de práticas interdisciplinares que integrem a EA ao cotidiano dos alunos e outras disciplinas, para que o ensino se torne mais significativo. Além disso, o tema "qualidade do ar", fundamental para a EA, é frequentemente negligenciado, tanto nos materiais didáticos quanto nas práticas em sala de aula (Esganzela, 2014).



Soares e Vasconcelos (2018) apontam que a EA é muitas vezes vista como difícil, mas quando integrada à vida do aluno, pode gerar mudanças de atitude positivas.

O uso de tecnologias e recursos variados pode ser uma forma eficaz de promover a compreensão e a ação proativa em relação aos problemas ambientais.

A Internet das Coisas IoT e a Educação



Apesar das vantagens, a **adoção de novas tecnologias enfrenta desafios**, como a resistência dos professores e a falta de preparação adequada (Martinelli; Zaina; Sakata, 2019). A **tecnologia IoT (Internet das Coisas)**, por exemplo, oferece **oportunidades significativas para a educação**, permitindo que alunos interajam com dispositivos de forma colaborativa e desenvolvam habilidades úteis para a vida contemporânea (Reinfurt *et al.*, 2016; Dibitonto *et al.*, 2019).

No entanto, **é necessário mais apoio aos professores e a criação de materiais didáticos adequados para que a tecnologia seja usada de maneira eficaz nas salas de aula** (Houde; Hills, 1997; Blikstein; Wilensky, 2006). A integração da IoT deve ser feita de forma gradual e reflexiva, respeitando o desenvolvimento do aluno e promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e interativa.



A **Internet das Coisas (IoT)** conecta objetos físicos à internet, permitindo que eles troquem informações e realizem tarefas de forma autônoma. Na educação, essa tecnologia pode transformar a sala de aula, tornando o aprendizado mais interativo e prático.

Alunos podem usar dispositivos conectados para monitorar experimentos, resolver problemas reais e desenvolver habilidades digitais, enquanto professores podem acompanhar o progresso dos estudantes de maneira mais eficiente. A **IoT integra a tecnologia ao cotidiano escolar**, estimulando a curiosidade e proporcionando um ensino mais dinâmico e colaborativo.

A **tecnologia no ambiente escolar** é vista como uma ferramenta poderosa para melhorar o ensino e aumentar a interação dos alunos. De acordo com Carvalho e Oliveira (2016), a **integração de novas tecnologias nas escolas** permite que os alunos desenvolvam habilidades essenciais, como autonomia e competência no mundo digital (Deci; Ryan, 2010).

Papert (1988) destaca que, **ao usar a tecnologia, os alunos constroem conhecimento de forma mais internalizada**, enquanto Bers (2020) explica que o uso de tecnologias para resolver problemas desenvolve habilidades cognitivas importantes.

No entanto, para que isso seja eficaz, é necessário ensinar não apenas habilidades básicas, mas também **permitir que os estudantes construam conhecimentos que beneficiem tanto seus interesses individuais quanto sociais** (Takahashi, 2000).





Planejando os encontros

Professor! Aqui você poderá ter uma visão geral da sequência didática a ser aplicada. Mas não se preocupe, pois em seguida cada encontro será detalhado nas ações necessárias!



Organizando as Ideias

Etapa 1 / Ações

Professor: Apresentação do tema da qualidade do ar, causas e problemas.

Ações didáticas: Nuvem de palavras e desenho inicial.

Articulando conhecimentos

Etapa 2 / Ações

Professor: Realização da atividade de monitoramento do ar.

Ações didáticas: Discussão sobre o que é a tecnologia IoT e como pode ser usada.



Conectado com os alunos

Etapa 3 / Ações

Professor: Trabalhando com a Brezobomba conectada com a internet.

Aluno: Produzir um texto curto, individualmente, sobre a qualidade do ar na escola. Discutir coletivamente e criar um texto em comum.

Ações: A partir do texto, planejar a atividade de monitoramento do ar fora da sala de aula.



Exploradores - Atividades de campo

Etapa 3 / Ações

Professor: Organizar a turma para atividade fora da sala de aula.

Aluno: Fazer os registros e construir suas hipóteses de forma autônoma.

Avaliação de Aprendizagem

Etapa 4 / Ações

Alunos: Discutir as diferenças entre as primeiras hipóteses e os resultados do quarto encontro.



Encerramento

Etapa / Ações

Professor: Organizar o debate do desenho inicial e aprendizado mediado pela tecnologia IoT.

Alunos: Produzir em grupo um cartaz e apresentar o que aprenderam.

Ações: Apresentação do Cartaz para turma.



PARA REFLETIR...

Professor, o que você conseguiu compreender até aqui sobre o uso da tecnologia IoT por meio de estratégias metacognitivas para a promoção da consciência ambiental relativa à qualidade do ar em alunos do sexto ano?



Primeiro Encontro:

Organizando as ideias



Objetivo: Apresentar aos alunos o tema da qualidade do no contexto do meio ambiente partindo de situações reais e significativas, estabelecendo um diálogo entre suas experiências e o tema.

Duração total estimada do encontro: 4 horas

O encontro tem início com a **APRESENTAÇÃO**

Sugere-se que a apresentação seja realizada no período de 1 hora

Para que os estudantes possam fazer uma aproximação entre os seus conhecimentos e o tema e da qualidade do ar, o professor pode realizar uma **rápida apresentação** e solicitar que a turma se organize em grupos para responder perguntas sobre temas ambientais, tais como:

- Poluição (da água, do ar e do solo)
- Aquecimento global
- Queimadas
- Enchentes



O momento da **APRESENTAÇÃO** seguido pelo momento da **REFLEXÃO e INTRODUÇÃO** ao tema da **QUALIDADE DO AR**.

Neste segundo momento, o professor necessitará:



- Explicar para os estudantes que **a questão ambiental é um dos grandes desafios da atualidade** e,
- Informar que, dentro desse contexto, a **qualidade do ar** será o foco do estudo.

DICA:

- Se possível, abordar uma situação recente e relevante da região que a turma gostaria de contar.
- Durante a discussão, registrar no quadro as palavras-chave levantadas pelos alunos.
- Solicitar que um aluno pesquise os significados das palavras no dicionário ou na internet.



Após a APRESENTAÇÃO E A REFLEXÃO
COM INTRODUÇÃO ao tema da
QUALIDADE DO AR, segue-se a

ATIVIDADE 1: Nuvem de Palavras

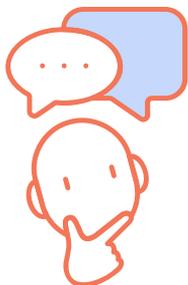
Sugestão de tempo para esta atividade: 2 horas

Nesta atividade, o professor deverá, inicialmente, relacionar as propriedades que compõem o ar (umidade, temperatura e concentração de CO₂) com a nuvem de palavras. Esta atividade tem como objetivo fazer com que os alunos encontrem as palavras mais relevantes em consenso.

A atividade, inicialmente, pode ser individual. Os alunos podem anotar em cartões ou no caderno e apresentar as palavras escolhidas para a turma.

O professor pode construir com os alunos uma nuvem de palavras, escrevendo no quadro ou utilizando um cartaz para organizar um conceito coletivo sobre o tema e as relações entre as palavras construídas enquanto uma nuvem.

Uma sugestão para a aula é utilizar o software Mentimeter (<https://mentimeter.com/pt-BR>). Através deste software, o professor pode criar uma nuvem de palavras digital para os alunos enviarem suas sugestões por computador ou celular.



REFLEXÃO



Após a elaboração da nuvem de palavras, o professor deve promover a Reflexão e Debate, através das seguintes ações:

- Questionar os alunos sobre a relação entre o ser humano e o ar no meio em que vivem.
- Refletir sobre as causas e consequências da poluição do ar.

Seguindo este momento de reflexão e debate, deve-se partir para a Produção de um Painel Coletivo. Esta elaboração envolve:

- que o professor proponha aos alunos a confecção de um painel coletivo;
- os alunos devem expressar aspectos relevantes sobre o tema “qualidade do ar” por meio de textos, desenhos, gráficos ou recortes.

Após a atividade 1, segue-se a
ATIVIDADE 2 denominada
Desenho Inicial

Sugestão de tempo para a atividade: 2 horas

Essa atividade tem como objetivo registrar as ideias que foram verbalizadas durante as discussões, geralmente os alunos tem interesse em fazer os desenhos e compartilhar suas ideias com os colegas próximos.

Para a atividade de Desenhos, será entregue uma folha A4 em branco e os alunos devem ser orientados a registrar suas ideias e percepções de forma livre. Os desenhos não serão avaliados pela expressão artística, estimulando que os alunos se expressem da forma mais genuína possível.

O professor deve garantir um ambiente respeitoso durante as apresentações. Também deve incentivar a escuta ativa e o cumprimento do tempo estabelecido para cada aluno.

No final da atividade, o professor deve recolher os desenhos, pois eles serão retomados no quinto encontro.

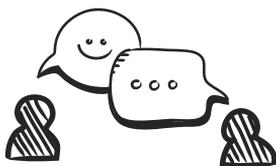
Professor, após a confecção dos desenhos deve-se promover um debate com a turma. Para isso, você pode incentivar a participação ativa dos alunos, criando um ambiente acolhedor e estimulante.

Uma estratégia eficaz para engajá-los nesta atividade é iniciar com uma pergunta instigante ou apresentar um exemplo concreto relacionado ao tema. Isso ajudará a despertar o interesse e facilitar a conexão com o assunto.

Caso a turma mostre-se tímida ou hesite em falar, você pode incentivá-los com algumas perguntas direcionadoras. Alguns exemplos são:

- "Como a qualidade do ar influencia nossa saúde?"
- "Quais fatores podem piorar ou melhorar a qualidade do ar?"
- "Vocês já perceberam mudanças na qualidade do ar em nossa região? O que pode ter causado essas mudanças?"
-

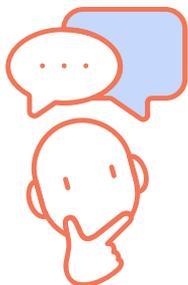
A partir dessas orientações, os alunos terão mais segurança para compartilhar suas opiniões e contribuir para o debate.



Exemplo de temas para o debate a partir dos desenhos:

Em uma cidade grande, os desenhos podem representar muitos carros e ônibus, enquanto a escola e as praças são identificadas como locais de ar mais puro.

Em uma escola rural, os alunos podem destacar a chaminé de uma fábrica como um grande problema de poluição.



REFLEXÃO



Para fechar o primeiro encontro, propõe-se uma reflexão sobre a execução da tarefa do desenho inicial.

Esse processo ajudará no planejamento das atividades futuras, que serão progressivamente mais complexas. Algumas perguntas que podem ser feitas aos alunos neste momento incluem:

- ✿ Como vocês se sentiram ao discutir a qualidade do ar?
- ✿ Foi fácil ou difícil relacionar o tema com a sua realidade?
- ✿ O que mais chamou a atenção no debate e nos desenhos?
- ✿ Que aspectos ainda precisam ser aprofundados?

A intenção deste primeiro encontro é que os estudantes reconheçam as conexões entre seus conhecimentos prévios e o tema proposto. Além disso, espera-se que tenham discutido conceitos básicos sobre o ar, para que possam ser retomados com mais profundidade no segundo encontro.



Segundo Encontro: Articulando conhecimentos



Objetivo: Apresentar a Brezobomba, conectando-a aos temas discutidos no primeiro encontro e promover a interação dos estudantes com diferentes conhecimentos, introduzindo conceitos sobre as propriedades do ar e como a tecnologia pode fornecer informações relevantes sobre o meio ambiente.

Duração estimada: 4 horas

O primeiro momento deste encontro é a Apresentação do dispositivo

Sugestão de tempo para a atividade: 2 horas

O segundo encontro inicia com a retomada das hipóteses discutidas no desenho inicial e com o auxílio do professor para conferir maior complexidade ao tema.

A turma pode ser dividida em dois grupos e cada grupo apresentar rapidamente os desenhos que pensarem ser mais relevantes. Após esse debate inicial, é possível apresentar o dispositivo de forma gradativa.

Esta apresentação do dispositivo pode ser orientada pelo seguinte questionamento central: **como podemos perceber as propriedades do ar ?**



Para estimular o debate, o professor pode utilizar perguntas como:

- ✿ Como sabemos se o ar está limpo ou poluído?
- ✿ O que pode afetar a qualidade do ar em nossa cidade/escola/casa?
- ✿ Como a poluição do ar pode impactar a nossa saúde?
- ✿ Existem maneiras de medir a qualidade do ar? Como isso poderia ser feito?

Após esse momento inicial, os alunos são convidados a compartilhar suas ideias de forma oral, sobre o tema. O professor conduz a discussão, conectando os conceitos levantados com a proposta do projeto e introduzindo a ideia de que a tecnologia pode ser uma aliada na compreensão da qualidade do ar.

Professor: uma dica para orientar os debates é propor perguntas cada vez mais complexas, por exemplo:

Vocês já pararam para pensar em um problema que afeta o dia a dia das pessoas ou o meio ambiente? Agora é a chance de usar a criatividade para encontrar uma solução!

- Identifiquem uma situação real que vocês enxergam como um problema. Pode estar relacionada ao meio ambiente, à escola, ao bairro ou até mesmo à rotina diária.
- Imaginem e descrevam uma solução tecnológica inovadora que poderia ser inventada para resolver esse problema.

Explorando a Tecnologia IoT



Professor: hora de apresentar o conceito de **Internet das Coisas (IoT)**, explicando que se trata de dispositivos capazes de se conectar entre si para coletar, transmitir e processar informações.

Exemplos de aplicações da IoT incluem:

Cidades inteligentes (gestão eficiente do tráfego, iluminação pública automatizada, sensores de qualidade do ar);

Monitoramento de pacientes em hospitais (sensores que medem sinais vitais e enviam alertas médicos);

Gestão de resíduos (sensores para otimizar o recolhimento de lixo).



Para instigar a curiosidade dos alunos, o professor pode propor questões como:

- ✿ O que uma geladeira precisa ter para se tornar uma geladeira inteligente?
- ✿ Como seria uma cidade inteligente?

Após o primeiro momento deste encontro, que é a Apresentação do dispositivo, segue-se a Atividade 1 intitulada

A tecnologia em Sala de Aula

Sugestão de tempo para a atividade: 2 horas

Apresentação da Brezobomba



Professor! Chegou a hora de apresentar a **Brezobomba**, um dispositivo científico, portátil, móvel e conectado a internet, projetado para **monitorar a qualidade do ar na sala de aula**, capturando propriedades do ar como **temperatura, umidade e concentração de CO₂ em tempo real**.

Os alunos certamente apresentarão muitas hipóteses sobre o funcionamento do dispositivo. Para orientar essas ideias, vamos apresentar seus principais componentes.

Componentes da Brezobomba e suas funções



Processador:

É o cérebro da IoT responsável pela comunicação entre dispositivos por meio de redes Wi-Fi, Bluetooth ou 5G.



Monitor (display):

Exibe localmente os dados coletados, facilitando a interpretação e tornando o dispositivo mais intuitivo.



Bateria:

Possibilita o funcionamento portátil do dispositivo, permitindo seu uso em diferentes locais, independentemente da disponibilidade de eletricidade ou internet.



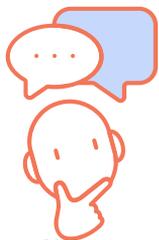
Sensores:

Coletam dados do ambiente físico (como temperatura, umidade e concentração de CO₂) e os convertem em informações digitais, que podem ser processadas e analisadas.



Professor: durante a apresentação dos componentes, os alunos podem, orientados sobre o cuidado necessário para seu manuseio, circular com o dispositivo entre as classes para que todos possam visualizar o conteúdo discutido. Essa ação costuma gerar um importante sentimento de participação de todos os alunos.

No final das considerações, na frente da sala de aula, ligue o dispositivo e convide os alunos a se aproximarem do mesmo para observarem os dados exibidos no display.



REFLEXÃO



A última atividade do encontro consiste em um debate sobre o funcionamento do dispositivo e suas possíveis aplicações. Os alunos devem relacionar os dados das propriedades dos ar capturados (temperatura, umidade e concentração de CO_2) com o impacto desses fatores na qualidade do ar da escola.

Essa atividade reforça a importância da tecnologia como ferramenta para compreender e solucionar desafios ambientais, incentivando os alunos a aplicarem seus conhecimentos na análise do meio em que vivem.



Algumas perguntas para direcionar a reflexão:

O que pode causar alterações dos dados capturados?

Como a tecnologia pode contribuir para melhorar a qualidade do ar em ambientes fechados?

Onde você acha que seria interessante colocar a Brezobomba para monitorar a qualidade do ar? Por quê? O que você espera encontrar no ar, neste local?

Como os dados coletados pela Brezobomba podem nos ajudar a entender a qualidade do ar na sala de aula?



Terceiro Encontro: Conectado com os alunos



Objetivo: Organizar os conhecimentos adquiridos nos encontros anteriores para a solução das problematizações iniciais, utilizando a plataforma web como ferramenta de mediação.

Duração estimada: 4 horas

Apresentação da Plataforma

Sugestão de tempo para a atividade: 2 horas

Professor: Conectar o dispositivo na internet permite uma articulação incrível dos conhecimentos que os alunos já tem, com o tema da qualidade do ar, para esta atividade observe o comportamento da turma e oriente os alunos sobre as possibilidades da sua sala de aula estar conectada com a internet.

Explorando a Conectividade da Brezobomba



Professor: um dos aspectos mais interessantes da tecnologia IoT é sua capacidade de se conectar à internet, ampliando suas possibilidades por meio de representações visuais. No caso da Brezobomba, os dados das propriedades do ar capturados na escola são transmitidos para o site www.brezobomba.com, onde podem ser visualizados em um ambiente interativo.

Nesse espaço virtual, os dados são representados de forma intuitiva:



Temperatura



Umidade



Concentração de CO₂

Entretanto, o site reserva uma surpresa! Quando a concentração de CO₂ ultrapassa 600 ppm (indicando alta poluição) ou quando se clica na Brezobomba, a tela se transforma em uma paisagem assustadora, reforçando visualmente os impactos da poluição.

Esperamos que essa tela não apareça, por isso é possível simular esta situação clicando no ícone da Brezobomba.



Passo a passo para a conexão:

1. Ligar a Brezobomba e manter pressionado o botão até que a mensagem "procurando rede" apareça no monitor.
2. No computador ou celular, localizar e conectar-se à rede Wi-Fi chamada "Brezobomba".
3. Inserir a senha da rede para estabelecer a conexão com a internet.
4. A conexão será confirmada quando a Brezobomba emitir uma pequena música de sucesso.

Auxílio na Conexão:

Para facilitar a compreensão, há um vídeo tutorial disponível no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=qcmUPs69jxw>



DICA DO PROFESSOR

Incentive os alunos a procurarem o vídeo por conta própria na internet antes da exibição. Esse momento de descoberta autônoma tende a engajá-los mais na atividade.

O vídeo está estruturado em duas partes:

Introdução ao problema: A dificuldade de aproximar a tecnologia do ambiente escolar.

Contexto e temática ambiental: Como a IoT pode ser usada para monitorar a qualidade do ar.

Essa experiência costuma surpreender os alunos. Alguns rapidamente relacionam os dados do **segundo encontro** com os valores exibidos no site, enquanto outros ficam impressionados ao ver informações da escola **disponíveis online em tempo real**.

ATIVIDADE 1

Produção de Texto para Sensibilização



Sugestão de tempo para a atividade: 1 hora

Professor: sugira aos alunos escrever um pequeno texto de **5 a 10 linhas** que poderia ser publicado na internet para conscientizar outras pessoas sobre a importância da **qualidade do ar** e como cada um pode contribuir para sua preservação.

Após a escrita individual, a turma deve, **em conjunto**, selecionar as melhores ideias e construir um **texto coletivo**, reforçando a importância da colaboração e da comunicação eficaz.

ATIVIDADE 2

Planejamento dos Testes com a Brezobomba

Sugestão de tempo para a atividade: 1 hora

Professor: organize os alunos em grupo e oriente a discutir e decidir onde a Brezobomba poderia ser utilizada para capturar dados ambientais relevantes.



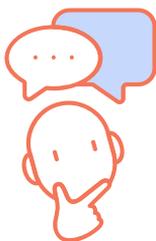
SUGESTÕES DE LOCAIS PARA MONITORAMENTO:

- **No pátio da escola** (será que o ar é mais limpo ao ar livre?)
- **Na praça próxima** (há diferença na qualidade do ar em espaços abertos e arborizados?)
- **No estacionamento da escola** (o ar pode estar mais poluído devido à circulação de veículos?)
- **Próximo à rua principal** (há mais poluição por causa dos carros e ônibus?)

Etapas do planejamento:

- Definir os locais de medição.
- Formular **hipóteses**, por exemplo:
“o ar é mais poluído no estacionamento do que na praça”
ou “na sacada da minha casa deve ser mais poluído”.

Esse planejamento será essencial para a realização das atividades do **quarto encontro**, onde os testes práticos serão executados.



REFLEXÕES FINAIS



Neste terceiro encontro, os alunos exploraram o potencial da **IoT e da internet** na coleta e visualização de dados ambientais, produziram um texto de conscientização e planejaram os próximos experimentos com a **Brezobomba**. Por fim, incentive cada aluno a pensar em como poderiam aprimorar suas ideias no futuro e como pequenas ações no presente já podem fazer a diferença. Finalize destacando os cuidados com o meio ambiente começam com pequenas ações.

Com isso, a tecnologia se torna um **instrumento ativo de aprendizagem**, conectando a escola à realidade dos estudantes de maneira dinâmica e interativa.



Quarto Encontro: Os Exploradores

A Brezobomba Fora da Sala de Aula



Objetivo: Estimular a autonomia dos alunos no planejamento, regulação e avaliação do uso da Brezobomba, promovendo a tomada de decisões e o pensamento crítico.

Duração estimada: 4 horas

ATIVIDADE 1

Levando a Brezobomba para Testes Externos

Sugestão de tempo para a atividade: 4 horas

No **quarto encontro**, os alunos terão a oportunidade de utilizar a **Brezobomba** fora da sala de aula, colocando em prática o planejamento realizado no encontro anterior. Sob supervisão do professor, eles deverão levar o dispositivo para os locais escolhidos e testar suas hipóteses sobre a qualidade do ar.

Etapas da atividade:

1. Execução do planejamento

Os alunos devem posicionar a Brezobomba nos locais previamente escolhidos (pátio, praça, estacionamento, rua da escola etc.).

Monitorar a coleta de dados sobre temperatura, umidade e concentração de CO₂.

2.Registro e análise dos dados

Os alunos anotam as informações coletadas e fazem observações sobre o ambiente em cada local de teste.

Devem estar atentos a possíveis variações nos dados e tentar correlacioná-las com fatores externos (tráfego de veículos, proximidade de áreas verdes, ventilação do ambiente, entre outros).

3.Monitoramento e ajustes

Durante a atividade, os estudantes são incentivados a identificar **possíveis desafios** ou **desvios** no experimento e, se necessário, adaptar suas estratégias.

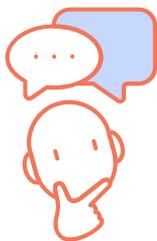
4.Reflexão e avaliação

No final da atividade, o professor conduz uma discussão coletiva para que os alunos compartilhem suas descobertas.

Sugestão de temas para discussão:

Pergunte aos alunos como os dados podem influenciar políticas ambientais locais.

Motive-os a pensar em ações concretas que eles podem tomar, no seu dia a dia, para melhorar a qualidade do ar ao seu redor.



REFLEXÕES DO ENCONTRO



Este encontro fortalece a autonomia dos estudantes, permitindo que eles conduzam um experimento real e reflitam sobre os desafios e aprendizados do processo. A experiência também reforça a importância da tecnologia IoT na investigação ambiental, mostrando como a Brezobomba pode ser uma ferramenta útil para compreender e monitorar a qualidade do ar.



Quinto Encontro: Encerramento



Objetivo: Verificar a capacidade dos estudantes de externalizar seus conhecimentos adquiridos ao longo das atividades. Este momento permite a consolidação das teorias científicas abordadas, possibilitando ajustes, correções e complementações pelo professor.

Duração estimada: 4 horas

Apresentação Apresentação dos Exploradores

Sugestão de tempo para a atividade: 1 hora

Professor: oriente os alunos para compartilhar suas experiências como **exploradores da qualidade do ar**. Cada grupo apresentará os **dados coletados** durante as investigações realizadas no quarto encontro e discutirá o significado dessas informações.

Chame a atenção **se as hipóteses iniciais foram confirmadas** e quais foram as percepções dos alunos sobre a relação entre os fatores ambientais e a qualidade do ar nos diferentes locais analisados.

ATIVIDADE

Apresentação de um cartaz

Sugestão de tempo para a atividade: 3 horas

Professor: para encerrar os encontros oriente os alunos a produzir um cartaz informativo e criativo, destacando a importância da qualidade do ar e como a tecnologia IoT pode contribuir para monitorá-la. A atividade visa envolver os estudantes na construção de um material visual que comunique de forma clara e impactante os conceitos aprendidos.

Um dica é fazer uma breve explanação sobre o que é qualidade do ar, suas causas, e problemas relacionados. Além disso, explicará a tecnologia IoT (Internet das Coisas) e como ela pode ser utilizada para monitorar o ar em ambientes internos e externos.

Planejamento do Cartaz:

Os alunos serão divididos em grupos pequenos (de 3 a 5 alunos) e deverão planejar como organizar as informações no cartaz. Eles deverão abordar, no mínimo, os seguintes tópicos:

- ✿ O que é qualidade do ar?
- ✿ Quais são as causas da poluição do ar?
- ✿ Como a IoT pode ajudar a monitorar e melhorar a qualidade do ar?
- ✿ Imagens e ilustrações que ajudem a explicar o tema (por exemplo, ilustrações de sensores IoT, gráficos de poluição, etc.).

Criação do Cartaz:

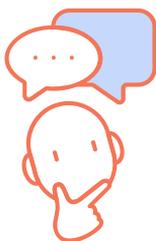
Cada grupo criará o seu cartaz utilizando materiais como papel, canetas coloridas, recortes de revistas, impressões, ou ferramentas digitais (se disponível) como Canva, Google Drawings, etc.

O cartaz deve ser claro, visualmente atraente e informativo, de forma que qualquer pessoa que o leia compreenda a relação entre a qualidade do ar e o uso da tecnologia para monitoramento.

Apresentação:

Após a conclusão, cada grupo apresentará seu cartaz para a turma, explicando o que foi abordado e como a tecnologia IoT pode ser utilizada no contexto da qualidade do ar. A apresentação deve ser breve e focada nas principais ideias do cartaz.

Essa atividade incentiva os alunos a visualizarem sua própria evolução no aprendizado, reconhecendo como suas percepções mudaram ao longo dos encontros.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O quinto encontro encerra a sequência didática de forma reflexiva e interativa, proporcionando um espaço para os alunos consolidarem seu aprendizado. A troca de experiências fortalece o entendimento sobre a qualidade do ar, a aplicação da **tecnologia IoT** e a importância de conectar a teoria à prática.



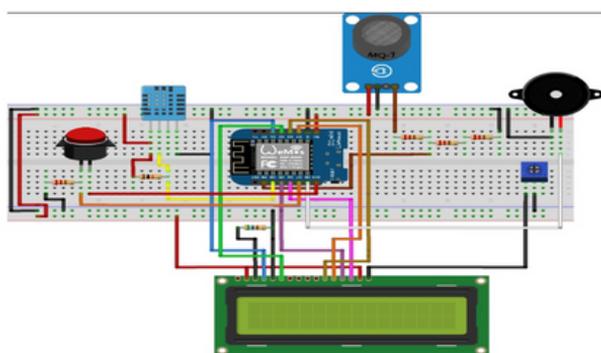
A educação orientada para o desenvolvimento da consciência ambiental representa a possibilidade de motivar e sensibilizar os estudantes para que transformem suas ações em potenciais caminhos baseados no equilíbrio ambiental. Assim, os estudantes ao desenvolverem hipóteses mais complexas aos problemas da sua realidade desenvolveram maiores níveis de consciência ambiental, tornando-se mais aptos a tomar decisões que consideram o impacto ambiental de suas posturas e ações no cotidiano.

Como construir sua Brezobomba



Nesta seção, apresentamos o **projeto técnico** para a construção do dispositivo, destinado a professores e demais interessados. A estimativa de custo para aquisição dos componentes, em janeiro de 2024, é de aproximadamente **R\$200,00**.

O dispositivo é composto por uma **placa eletrônica**, que integra um **monitor, sensores e bateria**, permitindo a **captura de dados sobre as propriedades do ar** (umidade, temperatura e concentração de CO₂).



Além da montagem física, o projeto conta com uma etapa de complementação, que inclui o acesso à plataforma onde está disponível o código responsável pelo funcionamento e conectividade do dispositivo:



Embora a apresentação física da Brezobomba seja uma ideia exclusiva deste estudo, o projeto pode ser adaptado conforme a criatividade e necessidade de cada usuário.



A **Brezobomba** foi desenvolvida para que **professores e alunos** – mesmo sem experiência avançada em eletrônica – consigam identificar intuitivamente seus elementos e **construir o próprio dispositivo**.

O dispositivo IoT desenvolvido nesta pesquisa está disponível publicamente para replicação ou adaptação a novos experimentos. Sua documentação, incluindo projetos e códigos, pode ser facilmente acessada na internet por meio da pesquisa do termo “Brezobomba”. O objetivo é permitir que outros pesquisadores expandam seus estudos utilizando diferentes métodos, dados ou ferramentas, impulsionando a colaboração e o avanço do conhecimento.

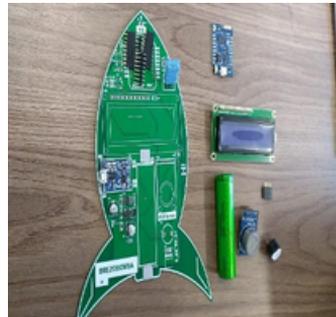
Além disso, a pesquisa busca reforçar a confiança no processo educacional, fundamentado em mais de 10 anos de experiências reais em sala de aula. Os resultados teóricos, validados por meio da aplicação prática, destacam a importância da tecnologia na educação. Em especial, esta iniciativa visa incentivar a capacitação de professores, aproximando a tecnologia do ambiente escolar.



Etapas da Construção:

1

Organização dos Componentes - Separação das peças e identificação de suas funções



2

Soldagem dos componentes - Conexão dos sensores e do processador na placa.



3

Finalização da Montagem - Ajustes finais e testes para garantir o funcionamento adequado.



Agora é só colocar a mão na massa e construir sua Brezobomba!



AUTORES



Fábio Brezolin

Graduado em Análise de Sistemas, Mestre em Computação e Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo.

<http://lattes.cnpq.br/6050281832826878>

Contato: fabio.brezolin@gmail.com

Dr. Marco Antonio Sandini Trentin

Graduado em Ciência da Computação, Mestre em Computação e Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pesquisador em temas associados a informática educativa e robótica educativa livre.

<http://lattes.cnpq.br/4746488333257798>

Contato: trentin@upf.br



Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa



Graduada em Matemática, Mestre em Educação e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Pesquisadora em temas relacionados a processos de ensino e de aprendizagem e a formação de professores, a partir da Metacognição, Aprendizagem Significativa, Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Atividades Experimentais.

<http://lattes.cnpq.br/2811799682690860>

Contato: cwerner@upf.br



Referenciais Teóricos

BERS, Marina Umaschi. Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom. [S. l.]: Routledge, 2020.

BLIKSTEIN, P.; WILENSKY, U. The Missing Link: A Case Study of Sensing-and-Modeling Toolkits for Constructionist Scientific Investigation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, 6., 2006. [S. l.]: IEEE, 2006. p. 980-982. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1652608> . Acesso em: 16 jan. 2024.

BORKOWSKI, J. G.; REID, M. K.; KURTZ, B. E. Metacognition and Retardation: Paradigmatic, Theoretical, and Applied Perspectives. In: BROOKS, P.; SPERBER, R.; MCCAULEY, C. (Eds.). Learning and Cognition in the Mentally Retarded. [S. l.]: Psychology Press, 1984. p. 55-75.

CARVALHO, N.B.; OLIVEIRA, G.F. O Uso das Novas TIC's Como Ferramentas de Apoio Pedagógico para o Ensino Fundamental II na Escola Érico Veríssimo. Id on Line. Revista Multidisciplinar e de Psicologia, 2016, vol.10, n.31, Supl 3, p. 217-230.

CHI, M.T.H. Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. The journal of the learning sciences, v. 6, n. 3, p. 271-315, 1997.

CHI, M.T.H.; BASSOK, M.; LEWIS, M.; REIMANN, P.; GLASER, R. Self-Explanations: How Students' Study and Use Examples in Learning to Solve Problems. *Cognitive Science*, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 145-182, 1989. Disponível em: [CHI, M.T.H. Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The journal of the learning sciences*, v. 6, n. 3, p. 271-315, 1997.](#) Acesso em: 16 jan. 2024.

DECI, Edward; RYAN, Richard. M. Intrinsic motivation. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*, p. 1-2, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470479216.corpsy0467>. Acesso em: 16 jan. 2024.

DIBITONTO, Massimiliano et al. The IoT Design Deck 2.0: Improving the Tool for the Co-design of Connected Products. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION*, 21, 2019, Orlando. Proceedings [...]. Florida: Springer, 2019. p. 63-74. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/abs/10.1007/978-3-030-22646-6_5. Acesso em: 16 jan. 2024.

ESGANZELA, João Américo. Material de estudo para o ensino da umidade relativa do ar. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014. Disponível em: https://fisica.ufmt.br/pgecn/index.php/dissertacoes-e-produtos-educacionais/banco-de-dissertacoes/doc_download/130-joao-americo-esganzela. Acesso em: 16 jan. 2024.

FLAVELL, John H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L. B. (Ed.). The nature of intelligence. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1976. p. 231-235.

HOUDE, S.; HILL, C. What do prototypes prototype? In: Handbook of human-computer interaction. North-Holland, 1997. pp. 367-381

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODSs. 2025. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods3.html> . Acesso em: 10 de fev. 2025

KOEHLER, Eduardo Giuliani. Módulos didáticos sobre tópicos de Educação Ambiental para o ensino médio. 2014. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

LARKIN, Jill H. The role of problem representation in physics. In: GENTNER, Dedre; STEVENS, Albert L. (ed.). Mental Models. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1983. p.75-98.

MARTINELLI, Suéllen Rodolfo; ZAINA, Luciana Martinez; SAKATA, Tiemi Christine. Linking Computational Thinking and BNCC in Primary School: A Qualitative Study on the Perspective of Teachers. Journal on Computational Thinking (JCThink), [s. l.], v. 3, n. 1, p. 19-33, 2019. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/IJCThink/article/view/13853>. Acesso em: 16 jan. 2024.

PAPERT, Seymour. Logo: computadores e educação. São Paulo: Brasiliense, 1988.

POZO, Juan Ignacio. Aquisição de conhecimento. Porto Alegre: Artmed, 2004.

REIGOTA, Marcos. O que é Educação Ambiental. São Paulo: Brasiliense, 2009.

REINFURT, Lukas et al. Internet of Things Patterns. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMS, 21., [s. l.], 2016. Proceedings [...]. [S. l.: s. n.], 2016, p. 1-21. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3011784.3011789>. Acesso em: 16 jan. 2024.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Metacognição no ensino de física: da concepção à aplicação. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da. A metacognição e as atividades experimentais no ensino de física. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95261>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SOARES, W. N.; VASCONCELOS, F. C. As contribuições da robótica para a promoção da Educação Ambiental. In: SIMPÓSIO TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA NO ENSINO SUPERIOR. Anais... Belo Horizonte, 2018. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

TAKAHASHI, Tadao. Sociedade da informação no Brasil: livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

TOLFO, Erivelto Folhato. Educação Ambiental na formação docente: metodologias para uma prática interdisciplinar. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

XAVIER, César Silva. Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo: uma revisão de literatura analítica. Rio de Janeiro, 2022. Tese - (Doutorado em Ciências e Saúde). Instituto Nutes. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

WEINSTEIN, Clair E.; MAYER, Richard. The teaching of learning strategies. In: WITTROCK, Merlin C. (Ed.). Handbook of research on teaching: a project of the research association. 3. ed. New York: MacMillan Publishing Company, 1986. p. 315-327