<table>
<tr><td>Título dos encontros</td><td colspan="3">Consumo Energético e Pegada de Carbono</td><td>Sequência
11</td></tr>
<tr><td>Etapa/Ano</td><td colspan="4">Ensino Médio: ☐ 1º Ano | ☑ 2º Ano | ☐ 3º Ano</td></tr>
<tr><td>Nível de Maturidade
[link]</td><td>Escola</td><td>☐ Emergente
☐ Básico
☑ Intermediário
☐ Avançado</td><td>Docente</td><td>☐ Básico
☑ Intermediário
☐ Avançado</td></tr>
<tr><td>Competências</td><td colspan="4">☐ C1 ☐ C2 ☐ C3 ☐ C4 ☑ C5</td></tr>
<tr><td>Objetos de Conhecimento</td><td colspan="4">- Pegada de carbono e consumo energético individual
- Relação entre uso de tecnologias digitais e emissão de gases de efeito estufa</td></tr>
<tr><td>Recursos Educacionais</td><td colspan="4">- Quadro branco ou projetor
- Marcadores ou canetas
- Celular, tablet ou Computadores com acesso à Internet (preferencialmente individuais)
- Planilha digital ou aplicativo de coleta de dados
- Calculadora ou acesso a computador
- Tarifa atualizada da companhia de energia local</td></tr>
<tr><td>Componentes Curriculares Relacionados</td><td>☐ Arte
☐ Língua Portuguesa
☐ Ed. Física</td><td>☑ Geografia
☐ História
☑ Matemática</td><td colspan="2">☐ Língua Inglesa
☑ Ciências
☑ Computação</td></tr>
<tr><td>Palavras-chave</td><td colspan="4">pegada de carbono, consumo energético, sustentabilidade digital</td></tr>
<tr><td>Perguntas Importantes</td><td colspan="4">- Quanto de energia é consumido pelo uso diário de ferramentas com IA?
- Qual é a pegada de carbono associada a essas atividades?
- É possível estimar o impacto ambiental de nossas ações digitais?
- Como calcular o custo em reais da energia consumida?
- De que formas podemos reduzir ou compensar esse impacto?
- A IA pode ser usada de forma sustentável?</td></tr>
<tr><td>Encontros</td><td>2</td><td>Total de Horas-aula</td><td colspan="2">4</td></tr>
<tr><td>Objetivos</td><td colspan="4">- Calcular o consumo energético e a pegada de carbono associada ao uso de tecnologias baseadas em IA.

- Compreender a relação entre consumo digital, emissão de gases de efeito estufa e custo financeiro da energia elétrica.

- Refletir criticamente sobre o impacto ambiental do uso de IA e propor estratégias para um uso mais consciente e sustentável.</td></tr>
<tr><td>Habilidades Relacionadas</td><td colspan="4">- EM02IA03: Reconhecer novas questões éticas que surgem com a introdução da IA

- EM13CO03 - Identificar o comportamento dos algoritmos no que diz respeito ao consumo de recursos como tempo de execução, espaço de memória e energia, entre outros.</td></tr>
<tr><td>Práticas Pedagógicas Inovadoras</td><td colspan="4">☑ Aula Enriquecida com Tecnologia
☐ Ensino Híbrido: Sala de aula invertida
☐ Ensino Híbrido: rotação por estação
☐ Ensino Híbrido: rotação individual
☑ Aulas Mão na massa
☑ Debate orientado por cenários
☐ Aprendizagem baseada em projetos
☐ IA Desconectada</td></tr>
</table>

CC BY-NC-SA 4.0 VICARI, Rosa Maria; GALAFASSI, Cristiano; BRACKMANN, Christian; MIZUSAKI, Lucas.
IA@Escola. 2024. Disponível em: www.computacional.com.br/ia.

Sequência Didática - Encontro 1

1. Introdução ao tema

- Apresente o conceito de pegada de carbono, explicando que se refere à quantidade de gases de efeito estufa (especialmente CO_2) emitida direta ou indiretamente pelas atividades humanas. Relacione esse conceito com o consumo de energia elétrica, destacando que, mesmo em países com matriz mais limpa como o Brasil, o uso de eletricidade ainda gera emissões, especialmente quando há uso de fontes fósseis em períodos de escassez hídrica.

- Realize com os estudantes um levantamento sobre o custo da energia elétrica consumida. Apresente a tarifa atual da companhia local (R$/kWh) e simule o custo de consumo de uma lâmpada LED de 10 W ligada por diferentes durações: 1 hora, 10 horas e 100 horas. Faça a conversão de watts para kilowatts e calcule o consumo em kWh e o valor em reais.

- Com esses dados em mãos, é necessário entender o que é algo chamado "Fator de Emissão", pois será utilizado para calcular quanto de gases do efeito estufa são largados no ar. O fator de emissão é um coeficiente que relaciona a quantidade de um gás de efeito estufa (GEE) emitido por unidade de atividade (como energia consumida, combustível queimado, distância percorrida etc.). Saiba mais em http://euvou.net/3732

- Desafie seus alunos a descobrir o Fator de Emissão de diferentes fontes de energia (carvão, gás, solar, eólica etc.). Qual fonte ou fontes de energia é utilizada na sua região? Quanto Gases de efeito de estufa (GEE) são emitidos por cada um dos tipos de fontes? Caso não seja possível pesquisar o fator de emissão da sua região, você pode utilizar a média oficial nacional de 2023 que é de 0,0385 toneladas de CO_2 por megawatt-hora (tCO_2/MWh), segundo o MCTI. Isso equivale a aproximadamente 38,5g por kWh.

- Explique como calcular a pegada de carbono associada ao consumo de energia, utilizando a fórmula: **`GEE = Consumo × Fator de Emissão`**. Por exemplo: se você consumiu 200 kWh na conta de luz com fator de emissão oficial, isso gera uma pegada de carbono de aproximadamente 7,7 kg de CO_2.

- Calcule também a quantidade aproximada de árvores (mudas) necessárias para compensar as emissões geradas. De acordo com a SOS Mata Atlântica/ESALQ/USP e eCycle, uma árvore jovem em crescimento pode absorver cerca de 7 a 15 kg de CO_2 por ano, dependendo da espécie, idade e condições locais. Divida o total de CO_2 emitido pelo fator de absorção para estimar a compensação vegetal do total da turma.

2. Atividade prática de monitoramento (duração: 7 dias)

Durante uma semana, os estudantes deverão registrar o uso pessoal de tecnologias com IA, utilizando uma planilha digital (Google Sheets ou Excel), um aplicativo simples ou uma tabela desenhada no próprio caderno. O importante é que os dados sejam registrados de forma organizada e clara. Devem anotar:

- Quantas perguntas (inferências) fizeram a sistemas de IA (ex: ChatGPT, Gemini, assistentes virtuais etc.);

- Quantas imagens geraram com ferramentas de IA (ex: DALL·E, Canva Estúdio Mágico);

CC BY-NC-SA 4.0 VICARI, Rosa Maria; GALAFASSI, Cristiano; BRACKMANN, Christian; MIZUSAKI, Lucas.
IA@Escola. 2024. Disponível em: www.computacional.com.br/ia.

- Quantos vídeos criaram ou manipularam com IA;

- Quais aplicativos ou sites utilizaram com recursos de IA (ex: tradutores automáticos, filtros de recomendação, aplicativos educativos com IA etc.).

Esses dados serão utilizados na aula seguinte para calcular o consumo estimado de energia e a pegada de carbono semanal.

Avaliação	Participação e desempenho dos estudantes na resolução dos cálculos propostos em sala (conversão de W para kWh, custo em R$, cálculo da pegada de carbono com base no fator de emissão). Pode ser realizada em duplas ou individualmente, com correção coletiva ao final.
Material Complementar	**Fator de Emissão MCTI** https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/02/fator-de-emissao-de-co2-na-geracao-de-energia-eletrica-no-brasil-em-2023-e-o-menor-em-12-anos **Calculadora de Carbono da Iniciativa Verde** https://iniciativaverde.org.br/calculadora **Calculadora de Emissão de Carbono da SOS Mata Atlântica** https://www.sosma.org.br/calcule-sua-emissao-de-co2 **Fórmula de Cálculo das Emissões de Carbono** https://www.nextbitt.com/post/formulas-de-calculo-das-emissoes-de-carbono-como-escolher-a-melhor

Sequência Didática - Encontro 2

1. Cálculo da pegada de carbono (1 aula após a semana de coleta)

Com base em dados coletados durante a semana, os alunos calcularão:

- Utilizando a tabela de referência abaixo, calcule o total de energia consumida com base nas atividades realizadas durante a semana. Em seguida, converta os valores de Wh (watt-hora) para kWh (quilowatt-hora), dividindo o total por 1.000. Esse valor será usado para estimar tanto a pegada de carbono quanto o custo financeiro.

Uma inferência em um chatbot	0,34 Wh
Geração de uma imagem (máximo)	11 Wh
Geração de 5 segundos de vídeo	940 Wh

Exemplo de cálculo:

Se um aluno fez 50 inferências, gerou 3 imagens e criou um vídeo de 10 segundos (duas vezes o valor da tabela), o consumo seria:

CC BY-NC-SA 4.0 VICARI, Rosa Maria; GALAFASSI, Cristiano; BRACKMANN, Christian; MIZUSAKI, Lucas. IA@Escola. 2024. Disponível em: www.computacional.com.br/ia.

Chatbot: 50 × 0,34 = 17 Wh

Imagens: 3 × 11 = 33 Wh

Vídeo: 2 × 940 = 1.880 Wh

Total: 1.930 Wh → 1,93 kWh

- Pegada de carbono semanal individual ou da turma associada ao uso de IA, considerando estimativas de consumo energético por tipo de atividade (ex.: número de perguntas feitas a sistemas de IA, imagens e vídeos gerados, uso de aplicativos com recursos de IA). Quantas mudas de árvores seriam necessárias para neutralizar o gás carbônico lançado na atmosfera?

- Projeção anual, multiplicando a média semanal por 52 semanas, para estimar o impacto ambiental ao longo de um ano caso o padrão de uso se mantenha.

- Simulação de custo financeiro da energia consumida, com base na tarifa atual da companhia de energia local (em R$/kWh), convertendo o consumo estimado em kWh para reais. Oriente os alunos a verificarem a tarifa de energia diretamente na conta de luz de sua residência ou no site da concessionária local, pois os valores podem variar conforme a região e a bandeira tarifária vigente.

- Reflexão orientada sobre os dados obtidos, discutindo o impacto ambiental e econômico do uso de IA e comparando-o com outras ações do dia a dia. Essa análise pode ser registrada em uma planilha ou em uma produção escrita individual.

Atividade complementar: peça para a ferramenta realizar os cálculos e verificar se estão corretos.

2. Debate em grupos

Divida a turma em grupos, cada um com um cenário-tema para explorar:

Grupo 1: Medicina – Diagnóstico por IA vs. alto consumo energético em treinamento de modelos.

Grupo 2: Educação – Tutores personalizados por IA vs. impacto ambiental.

Grupo 3: Entretenimento – Criação de conteúdo com IA vs. necessidade real de consumo.

Grupo 4: Pesquisa – IA para energia renovável vs. consumo energético da própria IA.

Cada grupo deve:

- Estudar o tema

- Identificar prós e contras

- Propor soluções de uso consciente da IA (ex: limitar uso, horários, servidores verdes etc.)

- Apresentar à turma com defesa argumentativa

CC BY-NC-SA 4.0 VICARI, Rosa Maria; GALAFASSI, Cristiano; BRACKMANN, Christian; MIZUSAKI, Lucas.
IA@Escola. 2024. Disponível em: www.computacional.com.br/ia.

3. Encerramento e Reflexão Final

Retome os dados e propostas apresentadas, promovendo uma discussão coletiva: É possível usar IA de forma mais consciente? O que podemos mudar no nosso cotidiano digital?

Opcional: os alunos podem criar um compromisso pessoal ou coletivo de redução de uso desnecessário de recursos digitais.

Avaliação	A avaliação considerará o preenchimento correto da planilha semanal, a aplicação dos cálculos de consumo e pegada de carbono, a participação nas discussões, a coerência das propostas de uso sustentável da IA e a clareza na apresentação final dos grupos.
Material Complementar	**Notícia: China Estima Construir 40 Usinas Nucleares** https://www.poder360.com.br/poder-china/china-estima-construcao-simultanea-de-40-usinas-nucleares-em-2025/ **Notícia: Microsoft terá usina nuclear exclusiva para IA** https://investnews.com.br/negocios/microsoft-tera-usina-nuclear-exclusiva-para-ia/ **Consumo de energia para geração de texto** https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/chatgpt-gasta-uma-garrafa-dagua-a-cada-100-palavras-geradas-diz-pesquisa/ **Consumo de energia para geração de imagem** https://www.slashgear.com/1696332/ai-image-generation-how-much-energy-used/ **Consumo de energia para geração de vídeo** https://www.techradar.com/computing/artificial-intelligence/youll-be-as-annoyed-as-me-when-you-learn-how-much-energy-a-few-seconds-of-ai-video-costs

CC BY-NC-SA 4.0 VICARI, Rosa Maria; GALAFASSI, Cristiano; BRACKMANN, Christian; MIZUSAKI, Lucas.
IA@Escola. 2024. Disponível em: www.computacional.com.br/ia.