



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

# A CASA DOS MINERAIS

**Danilo Kymhyr**

**Guilherme Ferreira Pereira**

**João Augusto Costa Branco Marado Torres**



Beja, fevereiro2026

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

# A CASA DOS MINERAIS

**Danilo Kymhyr**

**Guilherme Ferreira Pereira**

**João Augusto Costa Branco Marado Torres**

ORIENTAÇÃO

Dr. João Paulo Barros

Dra. Sofia Maria Mesquita Soares

COORIENTAÇÃO

Dr. Luís Carlos da Silva Bruno

Beja, fevereiro 2026

---

# RESUMO

*Deve conter entre 100 e 200 palavras.*

**Palavras-chave:** *indique entre 5 e 10 palavras-chave, separadas por vírgulas, sobre o tema do trabalho.*

---

# ABSTRACT

*Between 100 and 200 words.*

**Keywords:** *Specify between 5 and 10 keywords, separated by commas, about the theme of the report.*

---

# AGRADECIMENTOS

texto de agradecimento

---

# ÍNDICE

<b>RESUMO</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE LISTAGENS</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>11</b>
<b>SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES</b>	<b>12</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos . . . . .	14
1.2 Estrutura do documento . . . . .	14
1.3 Contexto e motivação educativa . . . . .	14
1.4 Público-alvo e cenário de uso . . . . .	15
1.5 Contributos do trabalho . . . . .	15
<b>2 Desenvolvimento</b>	<b>16</b>
2.1 Enquadramento teórico . . . . .	16
2.2 Metodologia . . . . .	18
2.3 Tech Stack . . . . .	23
<b>3 Implementação</b>	<b>24</b>
3.1 Arquitetura geral . . . . .	24
3.2 Modelo de dados . . . . .	24
3.3 O mapa e o motor gráfico . . . . .	24
3.4 Sistema de navegação e pathfinding . . . . .	24

---

3.5	Interface com o utilizador . . . . .	24
3.6	Sistema de questionários . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Testes e Validação</b>	<b>26</b>
4.1	Testes funcionais . . . . .	26
4.2	Testes de usabilidade . . . . .	26
4.3	Testes de compatibilidade . . . . .	26
4.4	Problemas identificados e soluções . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>27</b>
5.1	Futuro . . . . .	27
	Referências bibliográficas . . . . .	30
	<b>Apêndices</b>	<b>31</b>
<b>A</b>	<b>Exploração Laboral</b>	<b>33</b>
<b>B</b>	<b>Software livre e dados abertos</b>	<b>35</b>
B.1	Software livre . . . . .	35
B.2	Dados abertos . . . . .	35
	<b>Anexos</b>	<b>36</b>
<b>A</b>	<b>Título do Anexo</b>	<b>38</b>

---

## ÍNDICE DE FIGURAS



---

## ÍNDICE DE TABELAS

---

## ÍNDICE DE LISTAGENS

---

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IPBeja	Instituto Politécnico de Beja
UML	Unified Modelling Language
...	...

---

## SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES

$\wedge$ (E lógico / Conjunção)	Representa a operação "E". Ex: $P \wedge Q$ (P e Q).
$\vee$ (OU lógico / Disjunção)	Representa a operação "OU". Ex: $P \vee Q$ (P ou Q).
$\neg$ (Negação lógica)	Representa a operação "NÃO". Ex: $\neg P$ (Não P).
$\rightarrow$ (Implicação)	"Se... então...". Ex: $P \rightarrow Q$ (Se P, então Q).
$\forall$ (Para todo)	Quantificador Universal. Indica que uma proposição é verdadeira para todos os elementos de um conjunto.
$\exists$ (Existe)	Quantificador Existencial. Indica que existe pelo menos um elemento para o qual a proposição é verdadeira.
$\in$ (Pertence a)	Indica que um elemento faz parte de um conjunto. Ex: $x \in S$ .
$\notin$ (Não pertence a)	Indica que um elemento não faz parte de um conjunto.
$\subseteq$ (Subconjunto)	Indica que um conjunto está contido noutro. Ex: $A \subseteq B$ .
$\cup$ (União de conjuntos)	Operação que combina todos os elementos de dois ou mais conjuntos.
$\cap$ (Interseção de conjuntos)	Operação que resulta nos elementos comuns a dois ou mais conjuntos.

---

## CAPÍTULO I

# INTRODUÇÃO

---

«Os minerais são a matéria-prima essencial para a esmagadora maioria dos objetos que utilizamos no nosso quotidiano, desde os dispositivos eletrónicos mais complexos aos materiais de construção mais básicos. No entanto, a origem e a importância destes recursos são frequentemente desconhecidas do público em geral.» Não interessa se estás a ler este documento num dispositivo eletrónico, ou em impresso, os minerais, eles estão presentes tanto nos *microchips* (e não só) assim como no papel também.

Faz sentido que nunca pensemos na origem dos bens que usamos no nosso dia-a-dia. Eles aparecem *por magia* nas parteleiras das lojas, tu os compras, e os usas para aquilo que tu precisas sem pensar muito em todo o processo que foi necessário para esse produto existir. Se tu já cozinhaste, mais depressa olhas para uma refeição e consegues ter uma ideia de quais foram os ingredientes necessários para confecioná-lo. Bem, imagino que o leitor provavelmente nunca fez parte do processo da criação de uma resma de papel<sup>1</sup>, nem da construção das peças de um computador, nem dos processos anteriores a esse para as peças das peças existirem, **incluindo a extração de minérios do solo, de onde eles provêm, e por que razão eles são um ingrediente necessário** para confeccionar o produto final.

Um painel solar, uma televisão, uma telha ou uma torneira, todos estes e muitos mais, normalmente presentes nas próprias casas e sendo objetos que usamos no dia-a-dia, para o seu

---

<sup>1</sup>Que também não é concertiza um processo simples e linear. É necessário ferramentas e máquinas para cortar as árvores e processar a madeira, e essas ferramentas e máquinas têm que ser feitas anteriormente, talvez por outras ferramentas e máquinas, e por aí adiante, e essas ferramentas, máquinas e tudo o que é necessário durante o processo, usa minerais.

fabricao, são necessários vários minerais essenciais. Às vezes são coisas que nem chegamos a dar o valor que elas realmente possuem, exatamente porque o processo de produção está parcial ou completamente escondido do consumidor. Não pensamos, por exemplo, na quantidade de trabalhadores de várias zonas do globo que fazem o seu trabalho às vezes nas condições mais precárias, para extrair o minério da natureza usando a sua força humana. Outra vez, o que quer que seja que está a tocar o teu pé agora (meia, calçado, o chão da tua casa, etc., etc.), por exemplo, não apareceu magicamente na tua vida porque alguém teve dinheiro para o comprar, existe toda uma cadeia de trabalho humano envolvida.

## 1.1 OBJETIVOS

- Promover a literacia científica sobre os minerais e a sua importância no quotidiano;
- Usar a **gamificação** como uma ferramenta pedagógica para tornar «a aprendizagem em experiências interativas e motivadoras», mais envolventes e visualmente apelativas — a criação de um jogo educativo e recreativo.

## 1.2 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O relatório está organizado da seguinte forma. No Capítulo 1 (Introdução) é apresentado o contexto do projeto e definidos os objetivos, bem como a forma como o documento se encontra estruturado. O Capítulo 2 (Desenvolvimento) reúne o enquadramento teórico e pedagógico que suporta o jogo, descreve a metodologia seguida durante o trabalho e explica a pilha tecnológica escolhida, justificando as principais decisões.

No Capítulo 3 (Implementação) é descrita a concretização do projeto, incluindo a arquitetura geral, o modelo de dados, a construção do mapa e do motor gráfico, o sistema de navegação e pathfinding, a interface com o utilizador, o sistema de questionários e aspetos como internacionalização e processo de compilação/distribuição. O Capítulo 4 (Testes e Validação) apresenta os testes funcionais, de usabilidade e de compatibilidade, e discute os problemas encontrados e as soluções aplicadas.

Por fim, o Capítulo 5 (Conclusão) resume os principais resultados e limitações e identifica trabalho futuro.

## 1.3 CONTEXTO E MOTIVAÇÃO EDUCATIVA

Os minerais estão presentes em praticamente todos os aspetos do quotidiano, ainda que a sua origem e função passem muitas vezes despercebidas. Materiais comuns como vidro, cerâmica, cimento, metais e componentes eletrónicos dependem de recursos minerais específicos, extraídos, processados e integrados em cadeias de produção globais. Esta “invisibilidade” do contributo geológico no dia a dia contribui para uma literacia limitada sobre matérias-primas, dificultando a compreensão de temas atuais como sustentabilidade, reciclagem, dependência tecnológica e impacto ambiental associado à extração. Neste contexto, o projeto surge com a resposta pedagógica baseada em aprendizagem ativa: em vez de apresentar a informação de forma expositiva, o jogo promove a exploração de cenários familiares (inicialmente uma casa e, numa fase seguinte, uma escola), onde o utilizador identifica objetos e descobre os minerais associados ao seu fabrico. A escolha de ambientes reconhecíveis reduz a barreira de entrada e facilita a ligação entre conceitos abstratos (mineral, recurso, processamento) e exemplos concretos do quotidiano. A motivação educativa do jogo assenta em três objetivos principais. Primeiro, contextualizar a geologia no quotidiano, associando objetos comuns a minerais específicos para tornar a aprendizagem mais concreta e memorável. Segundo, reforçar a retenção por avaliação formativa: após a exploração, o utilizador realiza um questionário curto de seis perguntas, consolidando o conhecimento através de recordação ativa. Terceiro, promover curiosidade e autonomia, permitindo que o utilizador explore ao seu ritmo e escolha os objetos com que interage, sem impor uma sequência rígida.

Desta forma, o jogo procura equilibrar a componente informativa e a componente recreativa: a exploração funciona como introdução e descoberta, enquanto o questionário atua como mecanismo de verificação e reforço, permitindo repetir o ciclo e consolidar progressivamente os conteúdos.

## 1.4 CENÁRIO DE USO

O Casa dos Minerais foi concebido para adequação a contextos educativos. Podendo ser utilizado como recurso complementar em disciplinas onde existam conteúdos relacionados com geologia, recursos naturais, materiais e tecnologia. A abordagem visual e baseada em interação permite também que seja acessível a utilizadores sem conhecimentos prévios aprofundados, incluindo público geral interessado em compreender a origem dos materiais presentes no quotidiano.

O caso de uso mais natural é o ambiente de sala de aula, como atividade curta de introdução ou consolidação de conteúdos. O professor pode sugerir que os alunos explorem o cenário (casa e a escola), identifiquem objetos e consultem a informação associada, seguindo-se um questionário de seis perguntas para reforço imediato. Em alternativa, o jogo pode ser usado de forma autónoma fora do contexto escolar, em sessões curtas, devido ao seu fluxo simples e repetível que permite aprender por descoberta e reforço progressivo.

Como o jogo foi pensado para execução no navegador, o acesso é simples e compatível com diferentes dispositivos, o que facilita o seu uso em ambientes com recursos limitados. Esta característica é relevante tanto para trabalho individual como para atividades em pequenos grupos, onde o objetivo é promover curiosidade, discussão e ligação entre objetos comuns e os minerais necessários à sua produção.

## 1.5 CONTRIBUTOS DO TRABALHO



---

## CAPÍTULO 2

# DESENVOLVIMENTO

---

### 2.1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

#### 2.1.1 “ESTADO DA ARTE”

«Inspirado por jogos educativos como «A mala das aplicações minerais» (2024), [...] o objetivo é aumentar a literacia sobre recursos geológicos, demonstrando de forma lúdica e visual a ligação direta entre a geologia e a nossa vida diária.»

#### 2.1.2 OS MINERAIS

Eles andam por aí espalhados, mas tu nem pensas neles: os minerais. Matéria-prima e recurso importante para diversos setores como a indústria química, da construção civil, da agricultura e da energia. Mas é que estão presentes em todo o lado mesmo:

- Se estás a ler isto através de um aparelho eletrónico, esquece, desde o cobre e ouro dos cabos elétricos até ao silício dos microchips;
- mas mesmo lendo numa folha de papel, é capaz dessa folha ter vestígios de cádmio, cobalto e titânio.

As frutas e vegetais que consumes, além das vitaminas, também têm os minerais presentes no solo. Minerais são indispensáveis para a nossa vida e para a sociedade.

O objetivo principal deste jogo é ensinar onde é que estes minerais, que existem naturalmente no nosso planeta, estão presentes nas coisas que usamos todos os dias. Além disso, ensinamos qual a utilidade de certo mineral numa ocasião específica. Mas basta isso?

Uma das razões para a qual estes minerais ficam escondidos dos consumidores é porque, tu vais à loja e compras o telemóvel, mas o processo de produção desse telemóvel, da extração dos minerais da terra, da montagem do equipamento, até ao produto final, é totalmente ofuscado. Existe uma alienação entre as nossas vidas e a geologia — os minerais — e todo o trabalho humano que leva à realização dos teus bens. Simplesmente o telemóvel não apareceu na estante da loja por pozinhos de perlimpimpim. O telemóvel é visto como uma coisa e não como fruto de mineração e do trabalho. Tudo isto já havia sido dito na 1.

Usamos o jogo para conectar também o mineral, ao país de origem (geografia), e ao trabalho e/ou processo necessário para esse material estar disponível.

### 2.1.3 GAMIFICAÇÃO NA PEDAGOGIA

A “Casa dos Minerais” utilizará elementos de gamificação para estruturar a aprendizagem, como a progressão por diferentes níveis e a inclusão de minijogos, por exemplo, um questionário no final de cada nível.

No entanto, a abordagem pedagógica deste projeto foca-se em usar a brincadeira como uma forma de descoberta e reflexão. O objetivo principal não é criar um sistema de avaliação rigoroso; o foco é a alegria de aprender. A aprendizagem é mais importante do que uma pontuação final ou a rapidez com que se termina o jogo.

Desta forma, elementos como a pontuação ou um temporizador, servirão como um incentivo opcional (conforme detalhado na secção 5.1) e não como o foco central da experiência.

#### 2.1.4 PARA QUEM É O JOGO?

O jogo têm como alvo principal as crianças e jovens, e serviria de apoio para o que eles estão a aprender nas aulas de Estudo de Meio e Ciências Naturais (no contexto de Portugal). Mas a verdade é que todos merecem aprender, por isso precisamos de pensar em fazer um jogo para todas as faixas etárias. Desde que tenha o interesse em adquirir conhecimento acerca dos minerais.

Mas esta inclusão não pode parar na idade. Existem pessoas com limitações a nível físico (controlo, mobilidade), cognitivo (pensamento, memória, processamento de informação), sensorial, visão, audição e/ou fala, e elas também merecem de ter o direito à sabedoria (e à diversão de jogar).

O que pode parecer trabalhoso ter de se preocupar com todos na realidade pode ser algo bem simples de alcançar, por exemplo, escolhendo a tipografia correta, baseado no contraste da cor de letra, do tamanho de letra, e no tipo de letra. Especialmente no ambiente de navegadores web, estes estão muito preparados para serem úteis e utilizáveis por todos, basta aos programadores fazerem o seu trabalho corretamente.

#### 2.1.5 APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA E CONTEXTUALIZAÇÃO

A aprendizagem por descoberta baseia-se na ideia de que o aluno compreende melhor quando participa ativamente no processo, explorando, pensando por ele mesmo e construindo ligações por iniciativa própria. Em vez de receber a informação de forma expositiva, o utilizador é colocado num ambiente interativo onde a curiosidade e a exploração conduzem naturalmente à aprendizagem.

No caso do Casa dos Minerais, esta abordagem é reforçada pela contextualização: conceitos abstratos como “mineral”, “recurso” ou “matéria-prima” são ancorados em exemplos concretos e familiares, como objetos existentes numa casa ou numa escola. Ao interagir com esses objetos, o jogador passa a associar materiais e tecnologias do quotidiano à sua origem geológica, tornando o conteúdo mais acessível e memorável. Esta ligação direta entre o que o utilizador já reconhece (um frigorífico, uma torradeira, um computador) e o conceito que se pretende ensinar (minerais

e o seu papel no fabrico) reduz a distância entre teoria e prática.

### 2.1.6 CICLO PEDAGÓGICO DO JOGO

O ciclo do jogo foi feito de maneira a combinar aprendizagem por descoberta com reforço através de avaliação formativa. O jogo organiza-se em duas fases complementares: uma fase de exploração guiada pela curiosidade e uma fase de consolidação através de um questionário curto. Esta estrutura permite que o utilizador primeiro compreenda os conceitos no seu contexto e, de seguida, os recupere ativamente, promovendo retenção.

Na fase inicial, o utilizador explora o cenário e interage com objetos do quotidiano. Cada interação mostra informação sobre os minerais associados, permitindo aprender de forma simples e ao próprio ritmo, sem uma ordem obrigatória.

Quando termina a exploração, o utilizador sai do cenário e pode iniciar o quiz. O questionário tem seis perguntas e serve para verificar e reforçar o que foi aprendido, através de recordação direta dos conteúdos.

No final do quiz, o jogo reinicia e o ciclo pode ser repetido. Isto incentiva a revisão dos conteúdos e ajuda a consolidar as ligações entre objetos e minerais, sendo adequado para sessões curtas em contexto educativo.

### 2.1.7 QUESTIONÁRIOS COMO REFORÇO

Os questionários são uma forma eficaz de reforçar a aprendizagem porque obrigam o utilizador a recuperar a informação da memória, em vez de apenas a reconhecer. Este processo, muitas vezes designado por recordação ativa, tende a melhorar a retenção a médio e longo prazo, especialmente quando é feito pouco tempo depois do contacto inicial com o conteúdo.

No Casa dos Minerais, o quiz surge após a fase de exploração para consolidar as associações entre objetos do quotidiano e os minerais envolvidos no seu fabrico. Como as perguntas aparecem depois do utilizador ter visto a informação no jogo, o questionário funciona como avaliação formativa: identifica o que foi compreendido, reforça os conteúdos principais sem transformar o jogo num teste “pesado”.

A escolha de um questionário curto com seis perguntas procura equilibrar duas necessidades. Por um lado, é suficientemente pequeno para manter o ritmo do jogo e evitar fadiga, tornando-o adequado a sessões curtas. Por outro, é suficiente para obrigar a várias recuperações de informação, reforçando o essencial do conteúdo explorado. No final, o reinício do ciclo incentiva a repetição do processo, permitindo ao utilizador voltar a explorar, rever informação e melhorar no questionário, o que contribui para aprendizagem progressiva

### 2.1.8 QUALIDADE DO CONTEÚDO E FONTES

A qualidade do conteúdo é fundamental para garantir que o jogo seja acessível, envolvente e educativo. Para conseguir isso, é importante seguir boas práticas e apresentação de informação, como:

- Fontes fiáveis: as associações entre objetos do quotidiano e minerais devem ser baseadas em fontes reconhecidas (por exemplo, recursos educativos oficiais, instituições científicas ou bases de dados geológicas), evitando informação não verificada. Neste trabalho foram privilegiadas fontes institucionais e educativas como a USGS **usgs\_education\_mrp; usgs\_minerals** e a Minerals Education Coalition **mec\_minerals\_in\_your\_life**
- Confirmação e coerência: sempre que possível, a informação é cruzada entre mais do que uma referência, reduzindo erros e ambiguidades.
- Consistência terminológica: utilização consistente dos termos (por exemplo, “mineral” vs “minério”), nomes dos minerais, e forma de escrita ao longo do jogo, para evitar confusão no utilizador.
- Estrutura uniforme do conteúdo: manter um formato semelhante nas descrições (ex.: mineral associado, uso no objeto e nota curta), facilitando a leitura e a comparação entre objetos.
- Linguagem adequada ao público-alvo: textos claros e diretos, com o mínimo de palavreado técnico, para garantir compreensão por crianças e jovens, sem perder rigor.

## 2.2 METODOLOGIA

Para a implementação, o projeto baseia-se em tecnologias de multiplataforma, tirando partido da linguagem de programação Odin. Para a parte gráfica escolhemos a Raylib, integrada com Odin. Esta combinação permite criar gráficos 2D interativos com desempenho nativo e exportação para WebAssembly (WASM), garantindo execução fluida diretamente no navegador.

### 2.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS MINERAIS USADOS NO QUOTIDIANO

Minerais são todas as substâncias naturais formadas por processos geológicos que normalmente consegues encontrar na crosta da terra.

A telhado das casas podem ser feitos com argila, os vidros com areia. Na cozinha, tens pratos que podem conter areia, calcário, feldspato e argila. O sal vem do sal-gema. Uma panela pode ser de ferro, níquel e crómio. O frigorífico pode ser alumínio e cobre, e derivados de petróleo. Na cozinha também pode ser usado gás natural. Existem fotografias que usam prata e bronze. Um vaso de flores pode ser de argila. Um livro pode ter vestígios de cádmio, cobalto e titânio. Uma lâmpada pode ter níquel, alumínio e chumbo. Um relógio pode ter silício, crómio, ferro e níquel. Um espelho terá quartzo, alumínio e prata. O papel higiénico gesso e calcário. A pasta de dentes tem fluorite.

O mais impressionante talvez são os bens tecnológicos como televisões/monitores, computadores e telemóveis, tão presentes no nosso dia-a-dia e que os levamos de um lado para o outro connosco. Estes podem conter zinco, crómio, silício, alumínio, cobre, estanho, manganês, cobalto, bário, platina, tungsténio, arsénio, lítio, ouro, prata, ...

### 2.2.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE OBJETOS (CASA/ESCOLA)

A seleção de objetos para os níveis “casa” e “escola” foi guiada por critérios pedagógicos e práticos, de forma a garantir que o conteúdo fosse relevante, compreensível e adequado ao formato do jogo. Em primeiro lugar, foram priorizados objetos comuns e facilmente reconhecíveis, pois

isso reduz a barreira de entrada e ajuda o utilizador a relacionar o conteúdo com a sua experiência do dia a dia. Em segundo lugar, deu-se preferência a objetos que permitissem associações claras com minerais/minérios utilizados no seu fabrico, garantindo que cada interação tivesse valor educativo.

Adicionalmente, procurou-se diversidade de categorias (por exemplo, cozinha, lavandaria e eletrónica), evitando repetição e permitindo abordar diferentes utilizações de recursos minerais. Do ponto de vista do design do jogo, os objetos selecionados também tiveram de ser representáveis visualmente e inseridos no cenário de forma coerente, com áreas de interação claras e sem sobrecarregar o mapa com demasiados pontos clicáveis.

Por fim, a existência de dois contextos (casa e escola) permite variar o conteúdo mantendo o mesmo fluxo de interação. O nível da casa favorece objetos ligados a habitação e consumo doméstico, enquanto o nível da escola introduz elementos típicos do ambiente escolar. Esta progressão por contexto facilita aprendizagem comparativa e incentiva o utilizador a explorar novamente para descobrir novas associações entre objetos e minerais.

### 2.2.3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE OBJETOS (CASA/ESCOLA)

A seleção de objetos para os níveis “casa” e “escola” foi guiada por critérios pedagógicos e práticos, de forma a garantir que o conteúdo fosse relevante, compreensível e adequado ao formato do jogo. Em primeiro lugar, foram priorizados objetos comuns e facilmente reconhecíveis, pois isso reduz a barreira de entrada e ajuda o utilizador a relacionar o conteúdo com a sua experiência do dia a dia. Em segundo lugar, deu-se preferência a objetos que permitissem associações claras com minerais/minérios utilizados no seu fabrico, garantindo que cada interação tivesse valor educativo.

Adicionalmente, procurou-se diversidade de categorias (por exemplo, cozinha, lavandaria, eletrónica e música), evitando repetição e permitindo abordar diferentes utilizações de recursos minerais. Do ponto de vista do design do jogo, os objetos selecionados também tiveram de ser representáveis visualmente e inseridos no cenário de forma coerente, com áreas de interação claras e sem sobrecarregar o mapa com demasiados pontos clicáveis.

Para suportar esta seleção de forma consistente, os objetos e minerais foram representados

em dados estruturados, permitindo reutilização e extensão do conteúdo sem alterar a lógica do jogo. Cada objeto inclui um nome, uma categoria e uma lista de minerais/minérios associados, onde cada mineral registra a sua origem e a função no objeto. Esta estrutura facilita a manutenção do conteúdo e permite escalar o projeto para novos cenários (como o nível de escola), mantendo o mesmo formato.

### Listagem 1

*Excerto do dataset de objetos e minerais.*

```
1 {
2   {
3     "name": "Fogão Elétrico",
4     "category": "Cozinha",
5     "minerals": [
6       {
7         "name": "Ferro",
8         "origin": "Austrália, Brasil, China",
9         "use": "Corpo do fogão e resistências"
10      },
11      {
12        "name": "Crômio",
13        "origin": "África do Sul, Cazaquistão",
14        "use": "Resistências"
15      },
16      {
17        "name": "Níquel",
18        "origin": "Indonésia, Filipinas, Rússia",
19        "use": "Revestimento"
20      }
21    ]
22  }
23 }
```



### 2.2.4 COMPARAÇÃO COM OUTROS JOGOS

Em comparação com o «A mala das aplicações minerais» (2024), o *Casa dos Minerais* aposta numa abordagem mais exploratória. O jogador percorre um cenário (point-and-click) e encontra objetos distribuídos no ambiente, descobrindo informação associada a cada interação. No *BriefCase game*, a dinâmica é mais direta e centrada na associação imediata entre objeto e mineral, com menor ênfase na exploração espacial e no contexto do objeto. Assim, o nosso jogo privilegia a contextualização (objeto no seu “habitat”) antes do momento de verificação através do questionário.

Relativamente ao Mineralogical Society of America (2022), existe uma proximidade no objetivo educativo (relacionar minerais com objetos do quotidiano), mas a apresentação difere. Esse recurso tende a ser mais informacional, funcionando como consulta/explicação, enquanto o *Casa dos Minerais* procura integrar a informação num fluxo de jogo, combinando descoberta no mapa com um quiz de escolha múltipla (4 opções, 1 correta) para reforço do conteúdo. Desta forma, o utilizador alterna entre explorar e testar o que aprendeu.

No caso do Wordwall Community (2026), o foco está num conjunto de atividades curtas e simples, normalmente com interações rápidas e regras minimalistas. Embora sejam úteis como exercícios imediatos, tendem a ter menos camada de contexto e menos continuidade. Em contraste, o nosso projeto mantém um cenário persistente, permitindo aprender por exploração e regressar ao mapa após o questionário para rever ou descobrir novos objetos.

Em síntese, o *Casa dos Minerais* distingue-se por juntar:

1. exploração contextualizada em cenários familiares; e
2. validação por questionário curto, suportando a repetição do ciclo para consolidação progressiva da aprendizagem.

**Tabela 3**  
*Comparação entre recursos/jogos educativos sobre minerais.*

Recurso	Tipo de interação	Contexto (cenário)	Avaliação / feedback
«A mala das aplicações minerais» (2024)	Associação direta objeto–mineral	Pouco contexto espacial; foco na correspondência	Feedback imediato da associação
Mineralogical Society of America (2022)	Consulta/informação com interação limitada	Conteúdo mais informativo; menor componente de “jogo”	Sem validação estruturada; reforço principalmente pela leitura
Wordwall Community (2026)	Mini-jogos simples (atividades curtas)	Contexto reduzido; tarefas isoladas	Feedback rápido por exercício, geralmente sem progressão contínua
<i>Casa dos Minerais</i>	Exploração point-and-click + quiz de escolha múltipla	Cenários familiares (casa/escola) com objetos distribuídos	Quiz curto (6 perguntas, 4 opções, 1 correta) e possibilidade de voltar a explorar

2.2.5 DIFERENÇAS DE ABORDAGEM (EXPLORAÇÃO VS ASSOCIAÇÃO DIRETA)

Uma diferença central entre jogos educativos sobre minerais está na forma como o conhecimento é apresentado e praticado. Numa abordagem de **exploração**, o utilizador aprende ao interagir com um ambiente e ao descobrir conteúdo no contexto em que os objetos aparecem. Isto favorece a contextualização, pois o objeto não surge isolado: está inserido num cenário familiar (por exemplo, uma casa ou uma escola), o que facilita a ligação entre o conceito abstrato (mineral/minério) e o exemplo concreto (objeto do quotidiano).

Em contraste, numa abordagem de **associação direta**, o objetivo é mais imediato: o utilizador recebe um objeto (ou um nome/imagem) e deve associá-lo ao mineral correto. Este formato tende a ser mais rápido e focado em treino, mas pode reduzir a componente de descoberta e o contexto de uso do objeto, dependendo da implementação.

No *Casa dos Minerais*, a exploração funciona como fase inicial de aprendizagem, permitindo observar e compreender as associações objeto–mineral antes da validação. Em seguida, o questionário de escolha múltipla (4 opções, 1 correta) força a recordação ativa dessas associações,

combinando os benefícios de ambos os estilos: primeiro contextualiza-se, depois pratica-se e verifica-se.

### 2.2.6 LIMITAÇÕES OBSERVADAS E DECISÕES ADOTADAS NO PROJETO

Durante a análise de recursos e ao longo do desenvolvimento, foram identificadas limitações comuns em abordagens educativas sobre minerais. Uma delas é a tendência para conteúdos demasiado expositivos, onde o utilizador lê informação mas tem pouca oportunidade de a aplicar. Outra limitação é a associação direta sem contexto, que pode treinar a memorização de pares objeto–mineral, mas nem sempre ajuda a compreender a relevância desses minerais no quotidiano.

Para responder a estas limitações, o *Casa dos Minerais* adotou decisões de design que equilibram simplicidade com contexto. Em vez de depender apenas de exercícios isolados, o jogo organiza a aprendizagem em dois momentos: (1) exploração num cenário familiar, onde a informação surge ligada a objetos do dia a dia; e (2) um questionário curto de escolha múltipla para reforço e validação, mantendo o ritmo e evitando fadiga.

Do ponto de vista visual, também existiram limitações na produção de assets. Numa fase inicial, foi testada a geração de elementos gráficos com o Gemini, mas os resultados não cumpriam requisitos técnicos essenciais para um mapa baseado em tiles, nomeadamente a disponibilização de um *tileset* com grelha  $32 \times 32$  px. Apesar de visualmente apelativas, as imagens geradas surgiam tipicamente em dimensões muito grandes e sem organização reutilizável, o que dificultava recorte, alinhamento e integração consistente no cenário. Por esse motivo, optou-se por adquirir um conjunto de assets estruturados, garantindo compatibilidade com o formato do mapa, consistência visual e uma experiência mais polida.

Outra decisão importante foi manter o fluxo de interação simples e repetível. O utilizador pode regressar ao mapa após o questionário para rever objetos já descobertos ou encontrar novos, permitindo aprendizagem progressiva sem impor uma sequência rígida. Por fim, ao estruturar os dados de conteúdo (objetos, minerais, origem e utilização) de forma consistente, o projeto

facilita a manutenção e a expansão para novos cenários, como a introdução de um nível centrado numa escola.

[t]0.58

**Figura 1**

Asset gerado automaticamente (Gemini): imagem visualmente apelativa, mas sem estrutura de tileset e sem grelha  $32 \times 32$  px, dificultando recorte, alinhamento e reutilização no mapa.

[t]0.38



A Figura ?? ilustra que a principal limitação não foi estética, mas sim técnica: o projeto exigia assets reutilizáveis em tilesets com dimensões uniformes ( $32 \times 32$  px) para montagem eficiente do mapa.

### 2.2.7 CONCEITO, REGRAS E ÂMBITO DO JOGO

#### A. CONCEITO

O conceito central do “Casa dos Minerais” foca-se na exploração interativa e autoguiada de um ambiente virtual, começando numa casa, e podendo ser expandido para outros cenários, como uma escola. Inspirado num formato *point-and-click*, semelhante ao “Club Penguin”, o jogador tem liberdade para navegar pelo mapa e interagir com objetos do quotidiano.

Ao clicar em objetos comuns (por exemplo, um frigorífico, uma televisão ou uma torradeira), o jogador acede a informação sobre os minerais associados ao seu fabrico. O objetivo é tornar visível a relação entre recursos naturais e produtos do dia a dia, através de exemplos concretos e familiares.

#### B. LOOP DE GAMEPLAY

O *Casa dos Minerais* segue um ciclo simples e repetível, pensado para alternar descoberta e reforço do conteúdo. O jogador inicia num cenário (por exemplo, a casa) e explora o mapa, interagindo com objetos do quotidiano para desbloquear informação sobre os minerais/minérios associados.

Quando decide consolidar o que aprendeu, o jogador sai do cenário e inicia o questionário ao clicar numa área específica (marcada pela cor azul). O quiz é composto por 6 perguntas de escolha múltipla, com 4 opções por pergunta e apenas 1 resposta correta.

**Figura 4**

*Zona de transição onde o questionário é iniciado. Ao sair do mapa e clicar no “chão azul”, começa o quiz.*

Para avançar para o cenário seguinte, o jogador deve obter pelo menos 50% de respostas corretas no questionário. Caso não atinja esse valor, pode regressar ao mapa e tentar novamente após rever os conteúdos.

Após concluir o quiz, o jogador regressa ao mapa, podendo continuar a exploração no mesmo cenário ou prosseguir para o próximo, caso cumpra o critério de aprovação. Este ciclo promove aprendizagem progressiva, mantendo sessões curtas e um fluxo consistente entre cenários.

### C. REGRAS E PROGRESSÃO

As regras do jogo privilegiam clareza e acessibilidade. A exploração não impõe uma sequência fixa de objetos nem penaliza o jogador por escolhas de percurso, permitindo diferentes estratégias de descoberta.

A progressão entre cenários é condicionada pelo desempenho no momento de consolidação (questionário). Quando o jogador não atinge o critério mínimo, a experiência incentiva a revisão do conteúdo através do regresso ao mapa, promovendo repetição e melhoria incremental.

## D. ÂMBITO DO JOGO

O âmbito do *Casa dos Minerais* centra-se na descoberta de informação sobre minerais/minérios em objetos do quotidiano e no reforço desse conteúdo através de um mecanismo simples de questionário. O foco do projeto é oferecer uma experiência curta, clara e educativa, adequada para uso autónomo ou em contexto de sala de aula.

Não fazem parte do âmbito atual funcionalidades avançadas como inventário, sistemas complexos de personalização, narrativa extensa, economia de jogo, ou modos competitivos. A prioridade é a qualidade do conteúdo, a coerência visual e a estabilidade da experiência em diferentes dispositivos.

## 2.2.8 COMO INTEGRAR OUTROS PÚBLICOS?

### A. ACESSIBILIDADE

Para que o jogo seja útil a diferentes públicos, a acessibilidade deve ser considerada como parte do design e não apenas como um extra. Em contexto web, existem recomendações consolidadas pelo W3C através da *Web Accessibility Initiative (WAI)*, que servem como referência para tornar interfaces mais inclusivas.

Como o jogo é renderizado num *canvas*, é importante garantir que a informação relevante (por exemplo, textos descritivos e botões/ações) não depende exclusivamente de pixels no ecrã. Sempre que possível, essa informação deve existir também em elementos HTML semânticos, permitindo leitura por tecnologias de apoio, como leitores de ecrã.

Do ponto de vista de interface, boas práticas incluem: contraste adequado entre texto e fundo, tamanhos de letra legíveis, linguagem clara e consistente, e feedback visual perceptível quando ocorre uma interação. Atualmente, a interação do jogo é feita apenas com o rato, pelo que a expansão para suporte de teclado e toque (*touch*) constitui uma melhoria relevante para aumentar a acessibilidade em diferentes dispositivos.



## B. INTERNACIONALIZAÇÃO

A internacionalização é importante para que o jogo possa ser utilizado por públicos com diferentes línguas e contextos culturais, sem alterar a lógica do programa. A ideia central é separar texto e conteúdo localizável do código e da interface, permitindo traduzir o jogo através de ficheiros de recursos e de uma estrutura consistente de chaves.

No *Casa dos Minerais*, uma estratégia adequada passa por manter as strings de interface e os textos informativos (nomes de objetos, minerais e descrições) em ficheiros externos, selecionados consoante o idioma. Esta abordagem facilita suportar, no mínimo, português e inglês, e torna possível adicionar outros idiomas no futuro com impacto reduzido na implementação.

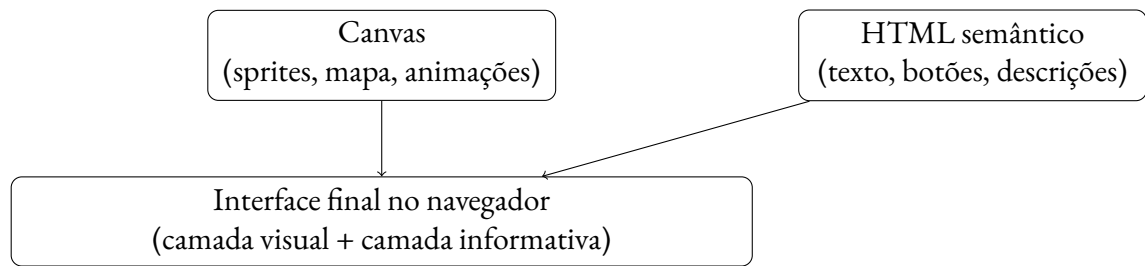
Em contexto web, os browsers oferecem funcionalidades de tradução automática, mas depender exclusivamente dessas ferramentas pode causar perda de precisão, especialmente em termos científicos. Por isso, uma solução de localização nativa (com strings próprias) permite maior controlo sobre terminologia e consistência do conteúdo, preservando o rigor educativo do jogo.

## C. INFORMAÇÃO SEMÂNTICA (HTML VS CANVAS)

Quando o jogo é executado no navegador, grande parte do conteúdo visual é renderizado num elemento HTML canvas. No entanto, o canvas representa a informação como pixels, o que significa que tecnologias de apoio (como leitores de ecrã) não conseguem interpretar diretamente o texto ou a estrutura apresentada no ecrã.

Por este motivo, sempre que existe informação relevante para a aprendizagem (por exemplo, descrições de minerais, botões de interface ou mensagens de feedback), é preferível disponibilizá-la também através de HTML semântico, com elementos apropriados. Esta abordagem melhora a acessibilidade, facilita indexação e permite maior compatibilidade com ferramentas de tradução e de apoio ao utilizador.

No contexto deste projeto, esta distinção é particularmente importante porque o conteúdo educativo não deve depender apenas da representação gráfica. Ao separar a camada visual (canvas) da camada informativa (HTML semântico), torna-se possível manter a experiência de jogo e, ao mesmo tempo, aumentar a inclusão e a reutilização do conteúdo.

**Figura 5**

*Separação entre a camada visual (canvas) e a camada informativa (HTML semântico), permitindo acessibilidade e melhor suporte a tecnologias de apoio.*

## D. INDEPENDÊNCIA DE PLATAFORMA E PERFORMANCE

### 2.2.9 PLANEAMENTO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

#### 2.2.10 LOOP DE GAMEPLAY

#### 2.2.11 REGRAS E PROGRESSÃO

- Estrutura de Níveis: O jogo será dividido em níveis (ex: cozinha, sala, exterior da casa).
- Desbloqueio de Níveis: A regra principal de progressão é que o jogador só poderá avançar para o nível seguinte após ter completado com sucesso o nível anterior.
- Validação da Aprendizagem: A conclusão de um nível será validada através de um minijogo, especificamente um questionário sobre os minerais e informações exploradas nessa área. A aprovação neste questionário é o que permite o desbloqueio do próximo nível.
- Sistema de Pontuação (Opcional): Está a ser ponderada a inclusão de um sistema de pontuação, que poderá ser influenciado pelo desempenho no questionário. Uma ideia em discussão é a inclusão de um temporizador por nível; um tempo de conclusão mais rápido poderia resultar numa pontuação mais alta, incentivando a rejogabilidade.

### 2.2.12 ÂMBITO DO JOGO

O âmbito do jogo foca-se na experiência de descoberta dentro deste “mundo” virtual. O jogador não tem “regras” de exploração; pode clicar em qualquer objeto, em qualquer ordem, dentro do nível ativo. A “Casa dos Minerais” serve, assim, como o hub central para esta descoberta.

### 2.2.13 COMO INTEGRAR OUTROS PÚBLICOS?

Os problemas falados em 2.1.4, já foram todos pensados, e já existem soluções para alguns dos problemas. Nós só necessitamos implementar essas soluções.

#### A. ACESSIBILIDADE

No que toca a Web, existe a Web Accessibility Initiative (WAI) do World Wide Web Consortium (W3C). Criaram um conjunto normas para criar um Web acessível, e nos só temos de seguir as normas: HTML semântico e ARIA; texto para leitores de ecrã; texto simples; imagens e vídeos (média) acessíveis; controlos de interface semânticos; cores e contraste; ...

#### B. INTERNACIONALIZAÇÃO

Aprender não está reservado para uma só cultura, região, língua, etnia... A W3C também está preocupada neste aspeto, e vemos isso por exemplo com a Intl Web API. Não somos políglotas, mas com certeza encontraremos forma de permitir com que este projeto não seja apenas em português e inglês. Os browsers normalmente conseguem traduzir um website, mas se não quisermos depender disso, podemos explorar opções como Argos.

#### C. INFORMAÇÃO SEMÂNTICA (HTML VS CANVAS)

O jogo quando jogado no navegador, não podemos depender só do HTML ‘canvas’ para mostrar a informação, porque a informação no ‘canvas’ não passa de píxeis, de bits num bitmap (um leitor de ecrãs não consegue ler texto no ‘canvas’). Devemos usar HTML semântico para qualquer informação que seja de valor.

## D. INDEPENDÊNCIA DE PLATAFORMA E PERFORMANCE

O jogo tem de ser possível de ser jogado na maioria dos dispositivos, e não só no nosso computador. Existem pessoas que talvez apenas tenham um smartphone, e que nem é dos “bons”. Temos dois problemas aqui então. Para o primeiro, a solução vai ser não criar o jogo apenas para navegador web através da biblioteca raylib, e então o jogo poderá rodar nativamente num PC (caso o PC não tenha suporte para os browsers mais atualizados) independentemente do sistema operativo, num Android, numa PlayStation da Sony ou numa Switch da Nintendo. Para o segundo problema, a performance: tentar escrever código otimizado, a pensar que existem computadores mais fraquitos; controlar a quantidade e o tamanho das requisições, a pensar nos sítios onde a internet é mais lenta; caches; armazenamento local; o offline. O jogo não vai ser só para os computadores mais topo de gama. Não vais ter de comprar um novo dispositivo para jogar. Uma decisão ecológica e amiga do ambiente, mas também amiga da tua carteira!

### 2.2.14 PLANEAMENTO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

## 2.3 TECH STACK

### 2.3.1 LINGUAGEM (ODIN)

### 2.3.2 BIBLIOTECA GRÁFICA/MULTIMÉDIA (RAYLIB)

### 2.3.3 BUILD WEB / WEBASSEMBLY (WASM)

### 2.3.4 SCRIPTS/FERRAMENTAS DE BUILD E COLABORAÇÃO (GIT, ETC.)

---

## CAPÍTULO 3

# IMPLEMENTAÇÃO

---

### 3.1 ARQUITETURA GERAL

### 3.2 MODELO DE DADOS

### 3.3 O MAPA E O MOTOR GRÁFICO

### 3.4 SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E PATHFINDING

### 3.5 INTERFACE COM O UTILIZADOR

### 3.6 SISTEMA DE QUESTIONÁRIOS

Começamos por pensar de que forma íamos implementar o jogo. Como o nosso objetivo e eventualmente o jogo ser multiplataforma, surgiu a ideia de usarmos a biblioteca Raylib. É uma biblioteca bem simples, mas que faz tudo o que necessitamos. É fácil de usar e tem uma boa documentação e exemplos. Agora só tivemos de pensar como e que faríamos para usar o Raylib para a Web. A resposta talvez seja óbvia, precisávamos de usar WebAssembly (WASM). Mas ainda tivemos de decidir entre compilar a biblioteca Raylib para WASM, ou ter a lógica

do jogo em WASM mas depois usar as API que os navegadores Web oferecem para criar a parte gráfica do jogo. Escolhemos a segunda. Parece ser a que causa menos problemas, apesar de que agora temos de manter duas interfaces gráficas diferentes: A que usa a API Canvas do HTML, e a que usa Raylib.

Bom, e agora, em que linguagem vamos criar a logica e a interface gráfica do jogo? Tínhamos basicamente qualquer linguagem com FFI, quase todas as linguagens compiladas e que conseguem dar link com binarios compilados criando ABI shims. Raylib é implementada em C, mas a comunidade já criou bindings para múltiplas linguagens. Nós queríamos usar uma linguagem que ainda não tínhamos usado, como forma de aprender essa linguagem e os seus paradigmas, mas também para mostrar que somos programadores, independentemente da linguagem. Um de nos lembrou-se da linguagem Odin e não discutimos mais acerca disso. Por acaso a linguagem já tem até um binding oficial para o Raylib, nesse sentido facilitou o nosso trabalho. Odin oferece programação de vetores, matrizes e quaterniões como tipo de dados, e estruturas de dados que facilitam programação SIMD e SIMT, que talvez não iremos usar diretamente, mas que com certeza ajuda bastante na criação de jogos 3D, na performance.

Também tivemos a surpresa da linguagem estar relativamente preparada para compilação em WebAssembly, sem ter de fazer trabalho intermediário com Emscripten, LLVM e ficheiros de objetos, e ainda a gestão da memoria no JavaScript, já que Odin oferece um ficheiro preparado para o runtime, com integração com DOM e até WebGL.

Odin não é uma linguagem qualquer, e já tem usos no mundo profissional, por exemplo, JangaFX desenvolve ferramentas como EmberGen, GeoGen e LiquiGen inteiramente em Odin, mostrando o desempenho e a facilidade da linguagem para aplicações gráficas complexas. E é isso. Depois conforme a necessidade podemos ir buscar outras bibliotecas, mas por enquanto, basta.

---

## CAPÍTULO 4

# TESTES E VALIDAÇÃO

---

### 4.1 TESTES FUNCIONAIS

### 4.2 TESTES DE USABILIDADE

### 4.3 TESTES DE COMPATIBILIDADE

### 4.4 PROBLEMAS IDENTIFICADOS E SOLUÇÕES

---

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÃO

---

O projeto **Casa dos Minerais** ainda se encontra em fase de planeamento e desenvolvimento, mas já tem uma base sólida e bem definida. A ideia principal é criar um jogo educativo acessível e divertido, que ajude as pessoas a aprender mais sobre os minerais e a sua importância no nosso dia a dia.

Durante esta fase, foi possível definir os principais objetivos, as tecnologias que vamos usar e a forma como o jogo poderá ser desenvolvido. Também pensamos em aspetos importantes como a acessibilidade, a utilização de software livre e a importância de tornar o jogo disponível para diferentes públicos.

De forma geral, o projeto tem potencial para crescer e evoluir, servindo como ferramenta educativa e de sensibilização. O próximo passo será avançar com o desenvolvimento prático e começar a transformar as ideias em realidade.

#### 5.1 FUTURO

O “Casa dos Minerais” está a ser planeado como um projeto escalável. Embora a versão inicial se foque na experiência single-player e na exploração como feia casa, a equipa já identificou várias expansões futuras que podem enriquecer significativamente a vertente pedagógica, a acessibilidade e a rejogabilidade.

Para além da potencial exploração de um modo **multijogador** (que poderia assumir a forma



de questionários competitivos ou exploração cooperativa de um mapa), destacam-se as seguintes funcionalidades:

#### 1. Enciclopédia de Minerais (O “Mineral-dex”)

Conceito	Implementar um “caderno de campo” ou enciclopédia digital.
Funcionalidade	Cada vez que o jogador descobre um novo mineral num objeto, este seria automaticamente adicionado à enciclopédia. O jogador poderia consultá-la a qualquer momento para rever todos os minerais que já encontrou, as suas propriedades, proveniência, e uma lista dos objetos onde estes estão presentes (ex: “Silício: encontrado nos microchips da TV e do telemóvel”).

#### 2. Níveis de Dificuldade Seleccionáveis

Conceito	Alinhar o jogo ainda mais com os objetivos de acessibilidade, permitindo ao jogador adaptar a experiência às suas necessidades ou objetivos.
Modos Propostos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo Exploração (Fácil): Focado puramente na descoberta. Os questionários seriam opcionais ou inexistentes, e não haveria temporizadores. Seria ideal para públicos mais jovens ou para uma utilização livre em sala de aula.</li> <li>• Modo Desafio (Normal): A experiência principal como definida, onde a conclusão do questionário de nível é obrigatória para progredir.</li> <li>• Modo Contra-relógio (Difícil): Ativar o sistema de pontuação baseado no tempo, oferecendo um desafio adicional para quem procura rejogar os níveis.</li> </ul>

#### 3. Sistema de Pistas (Hint System) nos Questionários

Conceito	Integrar um sistema de ajuda nos minijogos de questionário para evitar a frustração e manter o foco na aprendizagem.
Funcionalidade	O jogador poderia usar “pontos” (ganhos durante a exploração ou ao descobrir novos minerais) para pedir uma pista durante o questionário. As pistas poderiam incluir “eliminar uma resposta errada”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*A mala das aplicações minerais.* (2024). The Briefcase Game. Obtido fevereiro 8, 2026, de <https://www.thebriefcasegame.eu/> (citado nas páginas 16, 19).

Mineralogical Society of America. (2022). *Minerals in Your House*. Mineralogy4Kids. Obtido fevereiro 8, 2026, de <https://min4kids.org/minerals-your-house> (citado na página 19).

Wordwall Community. (2026). *Comunidade Wordwall: Rochas e Minerais — Recursos de Ensino*. Wordwall. Obtido fevereiro 8, 2026, de <https://wordwall.net/pt-br/community/rochas-e-minerais> (citado na página 20).

## APÊNDICES

# APÊNDICE A

## EXPLORAÇÃO LABORAL

---

Muitas das vezes, o processo laboral para a criação de um bem como descrito tanto na 1 como 2.1.2, é feito em condições tão precárias que não dá para esconder a palavra exploração.

Essa exploração muitas vezes é tão má que nem dá para imaginar. Sem queremos dizer que existem explorações piores que outras porque todas são ruins, temos os exemplos atuais dos conflitos armados na República Democrática do Congo e no Sudão, onde ambos os trabalhadores destes países, ricos nestas matérias-primas, estão a sofrer massacres, sofrem, continuam pobres porque a riqueza sai de lá e vai ter às mãos de monopólios imperialistas, que no final, apenas adicionam a sua marca ao produto que ainda o vendem mais caro do que o que vale, sem mencionar o sangue derramado para aquele produto existir. Quem participou na produção do produto é capaz de nunca ter acesso ao produto final. A desigualdade.

Algumas das extrações dos minerais também têm um alto impacto ambiental (no sentido negativo), que também seria importante informar.

O objetivo do jogo não é ensinar sobre estes factos para criar um sentimento de culpa no jogador, mas sim criar a consciência de que as coisas realmente não acontecem por magia e que a única parte má do processo é o jogador tirar dinheiro da sua carteira para adquirir o bem de que necessita.

Até porque a responsabilidade não é individual. Apenas uma ação coletiva internacionalista era capaz de mudar este modo de produção maligno descrito em cima. Coletiva porque vários de nós participamos nele de formas diferentes sem nos dar conta e internacionalista porque o trabalho provavelmente foi feito um pedaço ali e outro acolá. O *made in* Portugal apenas diz em que foi em Portugal que a produção do bem terminou.

É por isso que para este jogo ter a capacidade de criar um impacto positivo, ele tem que ser acessível para o máximo de gente possível, usando os métodos descritos em 2.2.10.

## APÊNDICE B

### SOFTWARE LIVRE E DADOS ABERTOS

Além objetivos principais descritos em 1.1, é importante também ter como objetivo o uso de software livre e o uso de dados abertos. Duas filosofias que permitem uma real emancipação de sabedoria, coisa importante para a escola e educação, embora demasiadas vezes estas não estejam presentes. Fomentam a partilha do conhecimento, a transparência do saber, e o acesso universal a educação.

## B.1 SOFTWARE LIVRE

Permite **saber** como uma tecnologia funciona, **estudar** o código, melhorar e partilhar as melhorias para todos.

## B.2 DADOS ABERTOS

O saber tem de estar disponível para todos, para aprender e ensinar, sem restrições de direitos de autor (no sentido de patentes), ou até mesmo de software (com formatos de dados proprietários). Essas restrições podem inibir ou até mesmo fazer com que “o aprender” não seja possível.

Podemos no futuro contribuir para bases de conhecimento abertas como o Wikidata da Wikimedia Foundation, e de depois, buscar essa informação, e até informação ligada a essa (como fontes para validar a informação) através de APIs como o Wikidata Query Service usando SPARQL.



## ANEXOS

# ANEXO A

## TÍTULO DO ANEXO

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper,

---

leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.