

Apêndice A ¹

Material do Professor

1. Introdução

Neste material, buscamos estruturar como o Rpg pode ser utilizado como ferramenta para o ensino de Física. Como mencionado anteriormente o objetivo é colocar o aluno em situações onde ele poderia presenciar, discutir, utilizar fenômenos físicos dentro do jogo, mesmo que apenas de maneira imaginativa.

Ao lidar com situações em que fossem necessárias certas manipulações e interpretações da Física, espera-se que o aluno discuta, argumente, interaja de maneira mais significativa com os conceitos escolhidos.

Explicitaremos aqui algumas sugestões de situações-problema que podem guiar o aluno neste sentido. Escolhemos trabalhar os conteúdos de Física abordados no terceiro ano do ensino médio (eletrização, ddp, corrente, resistores, Lei de Ohm, circuitos, formas de produção de energia, e efeito fotovoltaico).

Essas situações funcionam como atividades investigativas, e problemas abertos, portanto o aluno pode propor diferentes soluções para o mesmo problema. O professor deve funcionar como mediador, fazendo com que o aluno justifique seus raciocínios e explique seus argumentos para que a discussão ganhe corpo. Chamaremos, a partir de agora, simplesmente de “*enigma*” as situações-problema dentro do jogo que foram pensadas para discutir os fenômenos físicos desejados.

O tempo de aplicação de cada seção do jogo é bem relativo, mesmo assim deixaremos indicado uma recomendação sobre duração para cada enigma. Omitiremos as partes onde a narrativa do jogo não contribui de forma significativa para a discussão dos conceitos físicos. Essas partes são os conflitos entre personagens, a problemática de se chegar a certos lugares ou obter certos itens, as lutas e as batalhas (lembrando que esses momentos não são totalmente irrelevantes, uma vez que trabalham competências

¹ Material separado da tese de dissertação de mestrado “O Role-playing game (Rpg) como ferramenta para o ensino de Física” defendida em 29/02/2016 pelo Programa Nacional de Mestrado em Ensino de Física no campus UFRJ, autor Paulo Henrique de Sousa Silva.

transversas). Também deixaremos indicado onde estes momentos podem ocorrer, pois a diversão faz parte do trabalho.

Ao final de cada enigma deixaremos algumas recomendações que devem servir de guia para o professor: elas informam o porquê da situação, o objetivo, a preocupação com os conceitos, o foco da discussão, e eventualmente as impressões obtidas da aplicação prévia feita com alunos.

2. Começando a narrativa

2.1 Introdução ao jogo

Os alunos são apresentados ao jogo. É contada a história descrita nos capítulos 1 e 2 do livro Projeto Reset e é parte do material do aluno. Este momento é importante, pois retrata a ambientação da narrativa. Os alunos criarão seus personagens baseando-se nesta ambientação. Não é necessário que os alunos leiam o livro todo, o professor pode resumir os principais pontos, essa leitura é feita conforme a necessidade de consulta dos alunos e pelo interesse individual de cada um.

Vale a pena dedicar um tempo para analisar essa narrativa. A história se passa no futuro da Terra, na qual a humanidade ficou à beira da extinção por conta de um desenvolvimento tecnológico. Essa escolha foi feita para que fosse possível discutir qualquer fenômeno simples ou complexo. Então ao desenvolver uma aventura o professor pode inserir ou retirar alguma tecnologia, seja fictícia ou real, para facilitar o desenvolvimento da atividade, tendo ainda uma justificativa plausível.

No caso do ambiente desta aplicação, as redes de distribuição elétrica estavam danificadas: tomadas não funcionavam, não havia iluminação à base de eletricidade nos centros urbanos, e os habitantes não tinham a menor ideia do que era eletricidade. Mas ao mesmo tempo quando foi necessário os alunos receberam informações em um terminal interativo (computador) que encontraram operante.

Um outro exemplo, fora dessa aplicação, seria um sistema de transporte à base de levitação magnética que funcionaria em uma cidade, mas sem a compreensão dos habitantes de como esse sistema operaria; trata-se de uma tecnologia fictícia. Assim uma falha ou o mal funcionamento poderia levar a uma aventura em que os alunos buscam corrigir o problema e no processo entender como essa tecnologia funciona.

Ao colocar o aluno em um ambiente onde são escassos os recursos, as tecnologias, e a compreensão científica, esperamos que ele reflita sobre sua própria relação com a tecnologia e a sociedade. De uma forma indireta o aluno poderá passar a observar com mais atenção as tecnologias que possui, como as utiliza, e como elas modificam o ambiente em que ele vive.

2.2 Criando personagem

Depois da apresentação do cenário (capítulos 1 e 2 do livro Projeto Reset), os alunos começam a criação de seus personagens, que são os álter egos que estarão interpretando ao longo do jogo. As informações e dicas de como esse processo deve ser feito estão no capítulo 3 do Projeto Reset, a ficha dos personagens está em anexo no final do material.

A atenção deve estar na história do personagem e no que o aluno espera realizar com ele. Quanto maior a riqueza dos detalhes mais o personagem se tornará real para o aluno, o que leva a uma dedicação maior ao jogo.

Vale lembrá-los de que os personagens não terão “poderes”, eles terão áreas de afinidade de conhecimento, e esses conhecimentos é que são utilizados. A forma como eles utilizam esses conhecimento fica a critério do aluno e do professor. É o professor quem diz que recursos seriam necessários e quanto de conhecimento sobre aquela área se precisaria para realizar alguma tarefa.

Após a criação dos personagens é recomendável que o professor narre uma pequena aventura individual ou em duplas para reunir todos os personagens dos alunos. Durante a criação, o normal é que cada aluno pense na vida do personagem justificando as habilidades escolhidas, mas essa vida não implica que todos os personagens já sejam companheiros. Esse primeiro momento serve para reunir os personagens dos alunos formando assim um grupo cooperativo.

Se não for interessante, pode-se dizer que todos sempre estiveram juntos como amigos vivendo no vilarejo em questão, até que um dia são recrutados pelo líder local para uma missão. (Esse vilarejo no universo do jogo é uma academia, lugar onde os jogadores vivem em paz, trabalham, pesquisam, recebem missões, etc.).

Deixaremos ao longo deste material caixas com título “**como isso foi feito**”; essas caixas contêm um breve relato da aplicação prévia que foi realizada com um grupo de

alunos. Elas indicam como, dentro da história do jogo, os personagens foram levados pelo narrador (professor) a realizarem o que é proposto.

Como isso foi feito: Na aplicação prévia, 2 alunos optaram por ser caçadores de recompensas. Após uma missão de captura, eles se perdem em um floresta e são capturados por guardas de um vilarejo. Essa aventura serviu para mostrar aos alunos como funciona na prática o jogo, recorrendo-se a todo momento ao capítulo IV de regras.

Uma aluna optou por ser uma guardiã de uma floresta, e uma outra optou por ser caçadora: as duas são levadas pelo narrador a se ajudarem em uma missão, cada uma com um objetivo. Após essa missão elas acabam sendo recrutadas pelo chefe do vilarejo, o mesmo que capturou os dois primeiros alunos. O chefe do vilarejo propõem que os 4 se ajudem em uma missão importantíssima, em uma outra cidade inimiga, onde a quinta e sexta aluna esperam ser incorporadas ao grupo de 6 alunos.

2.3 Preparativos Finais

Uma vez que os alunos já tenham construído seus personagens, eles estão prontos para começar a narrativa do jogo, a qual os levará à aplicação dos enigmas.

Se o narrador (professor) já tiver reunido os personagens dentro da narrativa basta que o grupo receba uma missão. Por exemplo, o chefe do vilarejo em que os personagens vivem pode convencer os personagens a aceitarem uma missão de resgate perigosa, ou ainda, uma recompensa pode ter sido oferecida para capturar um criminoso.

Neste momento, o narrador pode então explicar as diferenças entre os tipos de tribos dentro do jogo, fornecendo ainda mais alguns detalhes que estão no livro de regras. Ele também pode fornecer materiais úteis de sobrevivência, equipamentos para a aventura. Dizer que houve um treinamento para habilidades específicas.

O grupo deve estar engajado a realizar a missão para que se envolvam ainda mais com a prática. A motivação dos personagens acabará sendo a motivação dos alunos.

Se o professor já tem alguma experiência jogando Rpg tudo que estamos descrevemos é muito natural. No entanto, se o professor não tem nenhuma experiência recomendamos que ele encontre alguém que tenha (amigo, conhecido, aluno) e que esteja disposto a narrar uma única seção individual (não importando o conteúdo da história ou o sistema usado). O professor perceberá como se dá a mecânica do jogo e poderá tirar muitas dúvidas nesta única seção. Também ficará claro como é fácil narrar e se envolver com a narrativa, ao mesmo tempo notará como esta atividade é divertida.

3. Jogando

A ideia básica numa aplicação como esta é construir uma narrativa que funcione como uma trilha de migalhas de pão. Cada enigma resolvido fornece pistas para que o aluno chegue a um novo enigma. Em cada enigma haverá uma situação-problema que serve para discutir, aplicar, ou apenas informar sobre um conceito físico.

Como o Rpg é um jogo de interpretação improvisada, os jogadores nem sempre realizam as ações que esperamos. O narrador então deve tentar guiar o desenrolar dos eventos em direção a esses enigmas.

Sendo assim, do ponto de vista pedagógico, não importa como os alunos cheguem aos enigmas, desde que passem por eles para que a história continue. Claro que só levá-los aos enigmas sem uma história, torna a aplicação inócua, e o objetivo da proposta é perdido. Só queremos salientar, que neste tipo de aplicação, a história que leva os alunos/personagens pode mudar consideravelmente de grupos para grupos.

Também ficou claro nas aplicações, que o mesmo acontece com certas discussões. “*Brainstormings*” que acontecem em determinadas situações, não se repetem em grupos diferentes. Mesmo assim o professor deve insistir em atingir os objetivos de cada enigma.

Como isso foi feito no jogo: A história propriamente dita começa quando Kailan, chefe do vilarejo, e porta-voz conselho dos 7, conta aos personagens que o único membro da ordem dos “seguidores do Aether” misteriosamente deixou de enviar seus relatórios de progresso.

Ele conta que recentemente este gnosis de nome Sirius estava obtendo grandes avanços em sua pesquisa de Aether (eletromagnetismo) e no último relatório ele apontava que estava prestes a restabelecer a forma de se transmitir informações por longas distâncias através do Aether.

Kailan conta que Sirius tinha um laboratório secreto no coração da cidade abandonada de Uhl; o problema é que só Sirius conhece a localização. Os personagens devem partir para a cidade de Uhl, território controlado pela União (sociedade dogmática que controla o uso de tecnologias, pensamentos e persegue os gnosis). Lá os personagens deverão encontrar o informante que repassava os relatórios de progresso.

Aqui podem aparecer algumas dificuldades, as quais ficam a critério do narrador. Por exemplo, como chegar à cidade, ou simplesmente localizar o informante, ou ainda, conseguir dos líderes locais autorização para entrar na cidade.

Chegando à cidade e encontrando o informante, os personagens são guiados até o apartamento onde mora Sirius. Chegando neste Local tem início o enigma 1.

Enigma 1 – Eletrização dos corpos

Neste enigma os alunos terão de eletrizar 2 corpos, de maneira que eles fiquem com sinais de cargas distintos, para abrir uma determinada fechadura. Enquanto estão no local eles irão encontrando pistas que os levarão a argumentar, raciocinar e discutir fenômenos físicos.

Quando os alunos chegam ao local do enigma, o narrador descreve para eles o mecanismo da figura 1. Existem 2 mecanismos iguais neste local. O mecanismo consiste de uma caixa feita de material transparente. Dentro de cada caixa existe uma esfera e junto a ela há um canal que ligaria a esfera até um buraco, como se fosse um encaixe. Abaixo de cada mecanismo existe uma painel luminoso; o primeiro contém a palavra “vítrea” e o outro contém a palavra “resinosa”. Apesar de não haver eletricidade na cidade estes mecanismos de alguma forma funcionam com eletricidade.

Enquanto os alunos ainda procuram informações no local, eles encontram mais um equipamento, mostrada na figura 2. Representa um painel luminoso, que está em uma parede, contendo as palavras resinosa e vítrea. Abaixo do painel existe uma porta de ferro de tamanho médio, muito semelhante a um cofre.

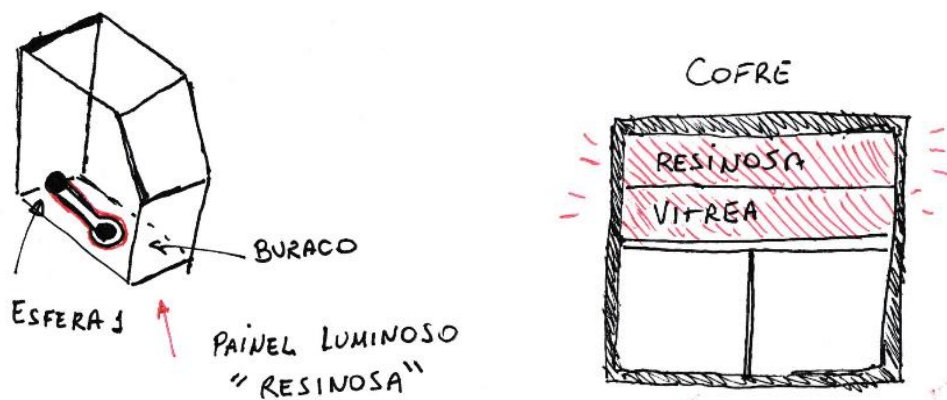


Figura 1e 2 - mecanismo 1 / cofre;

Esse mecanismo funciona da seguinte forma: ao colocar a esfera no buraco do mecanismo 1, a trava no cofre é liberada. Isto no entanto, não é dito aos alunos, devendo ser deduzido pelos mesmos. O importante é que não há forma de quebrar a caixa, nem de mover a esfera por dentro do mecanismo. O narrador pode dizer que o vidro não se danifica não importa o quão forte um personagem bata. Somente através da eletrização é

que se pode mover as esferas. Caso o aluno não conclua isso, as próximas pistas ajudam a levá-lo a essa conclusão.

A próxima pista é uma anotação encontrada. **Anotações são entregues em forma de texto para os alunos e veem com uma marcação “#”;** todas as anotações se encontram separadas no apêndice B². Nesta aplicação foi deixada por Sirius:

#1 -

“Imaginei que um corpo eletrizado atraísse todos que não o são, e repelisse todos os que também se tornaram eletrizados. No entanto, o que me desconcertou profundamente foi a seguinte experiência: tendo suspenso uma folha de ouro previamente eletrizada, aproximei dela um pedaço de goma copal tornada eletrizada por atrito; a folha uniu-se a ela na hora!! Confesso que esperava um resultado totalmente diverso, porque segundo meu raciocínio, o copal que estava eletrizado, deveria repelir a folha, que também estava.”

Nesse momento podemos perguntar aos alunos o que eles acreditam que seja eletrizar por atrito um corpo. Também é importante que se pergunte o que ele acredita que seja essa “atração” da qual o texto fala. Se possível fazer o experimento na frente deles. Assim pode-se discutir o que eles sabem sobre a eletrização dos corpos, e tentar levá-los a concluir que existem 2 tipos de cargas. Só então eles podem encontrar as próximas duas pistas.

#2 -

“Existem dois tipos diferentes de eletricidade: aquela dos corpos transparentes e sólidos como o vidro, o cristal, etc. (que chamarei de eletricidade vítrea), e a dos corpos resinosos, como o âmbar, o copal, o lacre, etc. (que chamarei de resinosa). Uns e outros repelem os corpos que adquirem uma eletricidade do mesmo tipo e atraem aqueles cuja a eletricidade é do tipo diverso.

Agora percebo que em lugar de eletricidade vítrea os antigos usavam o sinal (+); e para a eletricidade resinosa usavam o sinal (-);”

Finalmente se apresenta o mecanismo 2, que consiste de uma máquina de eletrização por atrito, a ideia é que eles utilizem esse mecanismo para ativar o mecanismo

² Ficou claro que é mais eficiente cada aluno ter sua anotação para leitura individual do que uma anotação sendo lida em voz alta por um único aluno.

1. O narrador deve descrever que na borda da roda existe uma substância amarelada que é enxofre.

Juntamente com essa máquina se encontra mais uma anotação.



#3 -

“Utilizando este equipamento percebi que existem materiais que não são eletrizáveis por atrito, como os metais. Cada material possui uma propriedade que chamarei eletro afinidade quanto maior essa propriedade mais o elemento tende a adquirir uma eletricidade de sinal negativo (-).”

Material
Vidro
Marfim
Lã
Madeira
Papel
Seda
Enxofre

A tabela ao lado se encontra em ordem crescente de eletro afinidade, ou seja, se o marfim ou o vidro forem atritados com seda eles ganharam uma eletricidade de sinal (+) enquanto que a seda ganhará sinal (-).”

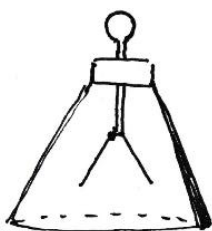
Agora os alunos têm material suficiente para ativar o mecanismo 1, e ter acesso ao cofre, basta que sugiram atritar um dos materiais listados usando o mecanismo 2, sabendo que qualquer um deles ficará carregado positivamente. Para conseguir ativar o segundo mecanismo, que precisa de um corpo carregado negativamente, os alunos podem ser levados a usar um pedaço de enxofre do eletrizador, ou ainda usar dois materiais da tabela.

Mesmo que ele possua todos os materiais, ainda deixamos mais uma pista no espaço do enigma 1: um eletroscópio de folhas. Ele pode servir para mostrar que as esferas do mecanismo 1 estão eletrizadas, e podem então ser atraídas ou repelidas por

outros objetos eletrizados. Este é um objeto que pode ser facilmente mostrado de verdade aos alunos.

O narrador explica do que se trata o eletroscópio, e o que acontece quando ele está próximo a um material eletrizado. Também existe uma anotação encontrada junto a ele.

4 –



“Acredito que a eletricidade seja como um fluído, e que os metais tendem a sentir melhor a influência deste fluído, por isso construí essa garrafa de fluído elétrico: quando a esfera no topo está próxima de um material eletrizado, as “pernas” no centro se afastam, seja qual for o sinal da eletricidade. É muito útil para verificar se um corpo está eletrizado.”

Comentários do enigma 1

Normalmente os livros textos de Física do ensino médio, que tratam de eletricidade, trazem em seu capítulo I um mundo de informações para os alunos: “A palavra eletricidade vem do âmbar”, “Os átomos possuem prótons e nêutrons no núcleo e elétrons nas camadas exteriores”, “existem dois tipos de cargas”, “Lei de Coulomb”, “1 coulomb = $6,25 \times 10^{18}$ elétrons (acredite, nós já contamos)” etc. todas essas informações são dadas sem que se dê tempo do aluno refletir, já está tudo pronto, tudo descoberto, tudo explicado.

A ideia básica do enigma 1 é permitir, a partir de uma pequena informação científica e alguns materiais, que o aluno busque entender um pouco mais sobre eletrização dos corpos, e assim, concluir algumas ideias sobre cargas, Lei de Coulomb, etc. Não pretendemos esgotar o assunto, mas pressupomos que este desejo seja criado no aluno.

O que desejamos é tirar o aluno de um comportamento passivo, uma vez que não há respostas pré-fabricadas para compreender totalmente o fenômeno, e assim deixar que o aluno se torne agente na produção do seu saber, enquanto ele interage com o seu objeto de estudo. Estamos colocando o aluno no papel de investigador.

Então o professor deve guiar as discussões para questões fundamentais, nos seguintes tópicos:

1. O que o aluno acredita que acontece com um objeto quando ele é eletrizado;
2. O que ele acha que é a atração que a pista #1 se refere, e como ela funciona;
3. Materiais eletrizados do mesmo grupo se repelem, mas de grupos diferentes se atraem. Mas porque o neutro é atraído por ambos;
4. Após a pista #3, perguntar se um material tido como vítreo pode adquirir uma eletricidade resinosa. Faz sentido então essas denominações?
5. Porque ao atritarmos um corpo (eletrizável³) um necessariamente fica carregado positivamente e outro carregado negativamente, não há como obter outro resultado?
6. Porque será que os metais não podem ser eletrizados por atrito?
7. Após a pista #4, a eletricidade é mesmo um fluido? Porque?

Cada um desses questionamentos acabam esbarrando em conceitos sobre eletricidade que são respondidos em um livro ou uma aula de maneira simplista para o aluno, sem deixar que o aluno tire suas próprias conclusões e formule suas próprias ideias.

Esses são só alguns exemplos de tópicos que podem ser abordados em uma atividade como esta. As sugestões dos alunos também revelam aspectos interessantes sobre suas concepções e podem suscitar discussões muito interessantes entre os próprios alunos.

O *primeiro tópico* é para o aluno concluir que alguma coisa que antes estava normal deixou de ser. Neste sentido adquiriram alguma característica ou propriedade ou até mesmo substância que o tornou “eletrizado”. Primeiramente, para esse aluno o “eletrizado” será somente uma capacidade que o corpo adquiriu de atrair ou repelir outros corpos. Ao final das discussões a concepção que ele tem do fenômeno poderá evoluir.

O *segundo tópico* é para que o professor aborde as características da Lei de Coulomb. Pode se chegar a essas características com questionamentos simples sobre a intensidade em função da carga (ou quantidade de eletricidade já que ainda não falamos

³ Nem todos os corpos quando atritados se tornam eletrizados

de cargas), da distância, e até mesmo do meio (k_0). A formalização pode ser feita posteriormente ou concomitantemente à aplicação.

O *terceiro tópico* tem a seguinte explicação: quando objetos eletrizados estão perto de corpos neutros, a eletrosfera dos átomos do corpo neutro pode sofrer um leve deslocamento em relação ao núcleo do átomo, o que leva a formação de dipolos elétricos. Obviamente não desejamos que o aluno deduza sozinho a explicação do fenômeno, afinal nada se falou de átomos e núcleos atômicos. Essa discussão tem por objetivo nortear o seguinte raciocínio: “se os corpos que estão eletrizados ganharam uma propriedade que pode ser sentida até pelos corpos neutros (não eletrizados) então essa propriedade é uma característica presente em todos os objetos”. Em outras palavras queremos dizer que carga é uma propriedade presente em todos os objetos (uma característica fundamental tal como massa), mesmo que não tenhamos usado a palavra carga.

O *quarto tópico* serve para entrar na adoção dos sinais, o professor pode finalmente criar o conceito de portadores de carga. O seguinte argumento pode ser utilizado: “bom, digamos que um corpo está eletrizado positivamente de maneira uniforme, podemos dividir o corpo em frações menores, e essas frações em frações menores ainda, até que algum momento teremos encontrado o menor pedaço de carga possível”. Por que não dizer que são os elétrons em excesso ou em falta de uma vez? Dar um nome e compreender um conceito são atividades completamente distintas: estamos buscando discutir os fenômenos e não nomeá-los.

O *quinto tópico* fala sobre a conservação de cargas, de modo que o professor deve levar o aluno a concluir que “o que os portadores que saíram de um corpo foram para o outro, o que implica que nada foi criado no processo”. O tópico é interessante pois futuramente queremos o exemplo para a discussão sobre corrente elétrica.

O *sexto* e o *sétimo* tópicos são para que o aluno exercite sua capacidade de formular hipóteses. Não queremos responder, mas utilizar as informações dadas na pista#4 para os próximos enigmas.

Agora no enigma 1 as pistas #1 e #2, foram grifadas em itálico por um motivo especial. Trata-se do texto traduzido e adaptado do cientista Charles Du Fay. De certa forma podemos argumentar que estamos utilizando história da ciência. O aluno passa por problemas semelhantes aos que o cientista passou, assim ele pode perceber a ciência como uma construção humana.

Foi o caso da pista #4 que fala sobre fluido elétrico. Não queremos passar aqui a concepção errada do que é eletricidade; afinal, o modelo teórico de eletricidade como fluido foi abandonado. Simplesmente queremos que ele pense melhor a respeito daquilo que sabe. Que ele “traduza” em termos próprios aquilo que aprende.

Como isso foi feito no Jogo: Ao chegar no apartamento de Sirius os personagens percebem que tudo já havia sido vasculhado, tudo indicava que muitos objetos foram movidos e outros tinham sido levados do local.

Ao procurar melhor no local, os personagens descobrem os mecanismos do engima¹. Após um tempo de considerações, eles deduzem o funcionamento dos mecanismos e conseguem então ter acesso à porta do cofre.

No cofre os personagens encontram um bilhete de Sirius:

“Filha se você estiver lendo esta carta é porque algo de ruim aconteceu comigo, sempre foi meio difícil para você aceitar meu trabalho, mas saiba que tudo o que eu fiz foi pensando no seu bem estar. Mas não pense que essa é minha última lembrança para você ... quero que continue minha pesquisa. Procure na cidade de Uhl o meu laboratório; ele estará onde os passados se encontram”

Com essa pista final, os alunos decidem ir para um dos museus da cidade de Uhl. Aqui há a possibilidade de haver conflitos, o guia poderia ter guiado os personagens para uma emboscada de ladrões. Nessa aplicação os alunos entraram na cidade de maneira furtiva, então não houve problemas. Os alunos também escolheram o museu correto, mas poderiam ter escolhido o museu errado.

Os personagens entram no museu que se encontra completamente destruído e saqueado, não há sinal de pessoas no local. Ao chegar no museu correto, tem início o enigma dois.

Enigma 2 - Condutores, DDP e fem.

Na aplicação os alunos estão procurando o laboratório de Sirius em um museu. É preciso convencer os alunos de que se trata do local indicado para que eles ali permaneçam tentando compreender tudo o que for encontrado. Neste local, assim como na cidade inteira, não há energia elétrica. Conforme os alunos andam pelo local pode se descrever o que se encontra em cada sala, de acordo com o mapa abaixo:

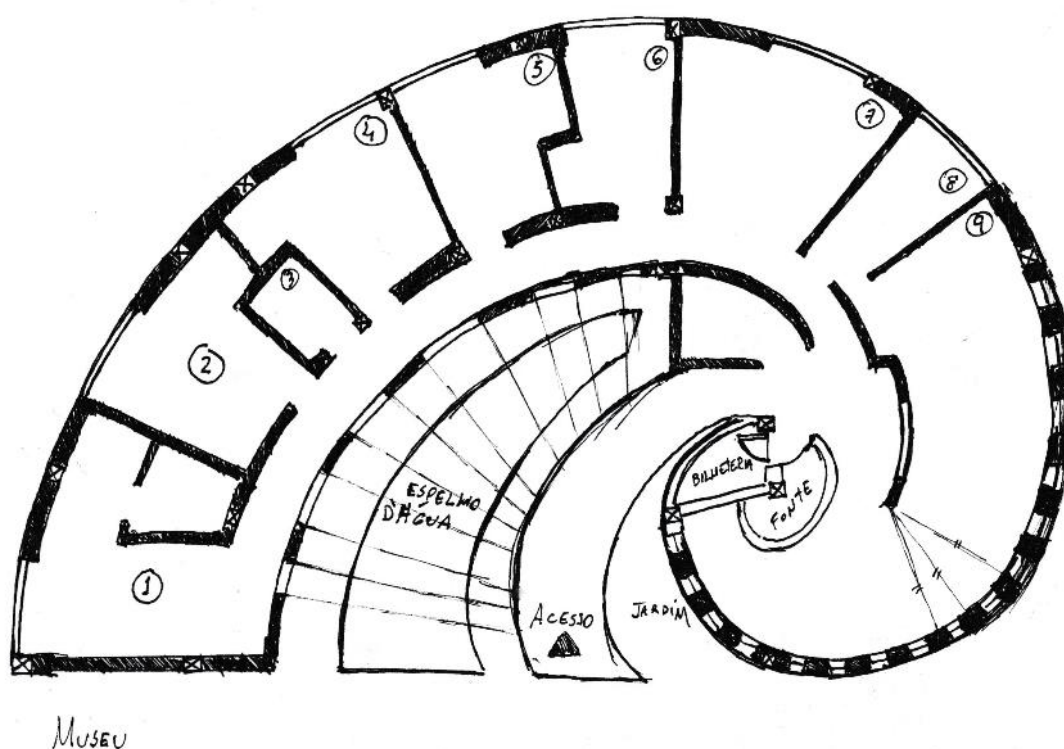


Figura 3 - Mapa do museu

Quando os personagens chegam à sala 1, encontram uma porta de ferro fortemente reforçada e acima da porta uma espécie lâmpada avermelhada. Não é possível abrir a porta com uso de força, nem há qualquer indício de como a porta pode ser aberta. No mesmo local há um quadro com sete disjuntores.

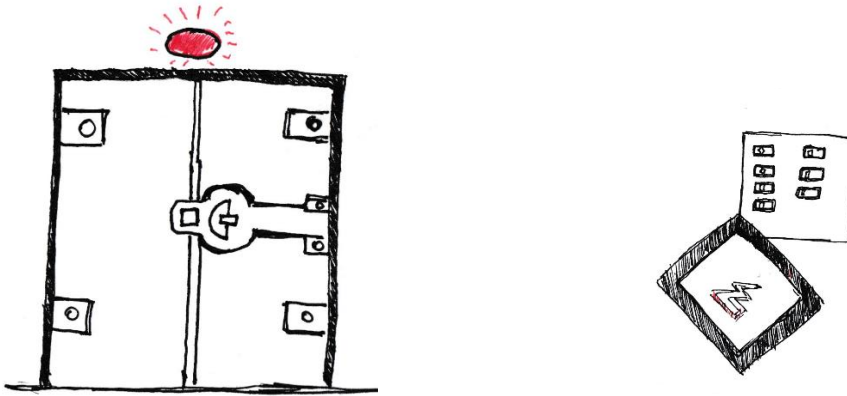


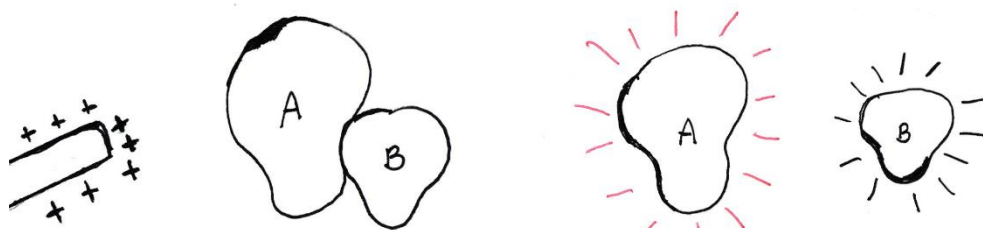
Figura 4 - porta de segurança

Ao localizarem o quadro de disjuntores, os personagens encontram uma anotação. Deve-se enfatizar que anotações devem ser dadas para os alunos separadamente.

#5

“Estou cada vez mais inclinado a pensar na eletricidade como um fluido especial. Um dos motivos que me fez pensar nisso foi o comportamento dos metais que facilmente sentem a presença de um material eletrizado. Então realizei o seguinte experimento:

Tendo dois corpos metálicos A e B neutros e em contato entre si, aproximei um bastão de vidro eletrizado positivamente, e sem afastar o bastão separei os corpos A e B. O que obtive foram 2 corpos com eletricidades opostas.

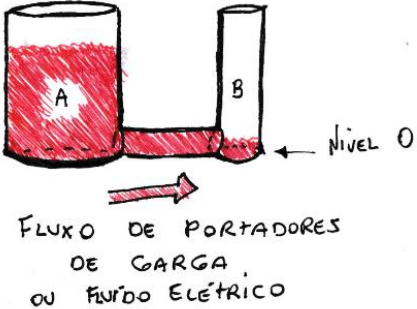


O que é desconcertante é que ao colocar os corpos A e B em contato novamente, ambos ficaram neutros rapidamente. Entendo isso como **uma facilidade que os metais têm** e que os outros materiais não possuem.”

Esta pista em conjunto com a próxima servirá para conseguir colocar algumas salas do museu em funcionamento, pois os disjuntores estão quebrados. Aqui devemos tentar relatar o processo de eletrização por indução. Queremos que o aluno tente explicar

o fenômeno chamando atenção para a propriedade que metais possuem de conduzir eletricidade facilmente. Quando os alunos esboçarem uma ideia sobre como os metais produzem esse fenômeno, a próxima pista é dada.

#6



FLUXO DE PORTADORES DE CARGA OU FLUIDO ELÉTRICO

NÍVEL 0

“Nestas caixas que contém o símbolo característico do Aether (eletricidade) eu encontrei “chaves” que funcionavam como registro para a passagem de fluido elétrico. Normalmente elas estão danificadas, mas descobri que ao substituí-las por xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx de maneira que o fluido xxxxxxxxxxxxxxxx. É assim que as vezes consigo reativar o funcionamento de algumas salas na cidade, mas nem todas”.

Os “xx” significam que a anotação do cientista estava danificada, rasurada, ou seja deixamos a pista incompleta. Com as pistas #5 e #6 o aluno tem que deduzir que deve substituir os disjuntores por pedaços de condutores que podem ser facilmente encontrados no museu, mais especificamente na sala 9, onde se encontra uma praça de alimentação arruinada.

Ao substituírem os disjuntores por condutores, todo o museu se tranca como um sistema de segurança que bloqueia todas as janelas e saídas principais. Os personagens não tem outra escolha senão caminhar pelo museu, a fim de encontrar uma forma de sair. Em contrapartida algumas salas do museu passam a ter energia elétrica, ou seja, com luz e mecanismos funcionando. (Esse museu de alguma forma possui energia elétrica).

As salas 5 e 2 do museu ganham energia elétrica mas a porta permanece trancada. Vamos condicionar o funcionamento da sala 2 à visualização da próxima pista que se encontra na sala 5. Esta sala contém maquetes de grandes cidades como Londres, Paris, Tóquio, Manhattan, Dubai, Rio de Janeiro (na história do jogo seriam as cidades do nosso tempo que foram destruídas, por isso na aplicação foram descritas como antigas

civilizações). Essas maquetes são articuladas e animadas, possuem movimento, emitem sons e luz.

O professor deve lembrar que apesar dos alunos conhecerem eletricidade, os personagens não, então tudo aquilo é muito espantoso, assustador, ou fascinante para os personagens. Ao descrever essas maquetes, uma delas terá a próxima pista.

#7

“Finalmente entendi que é o **fluido elétrico em movimento** que produz todas as transformações que estamos vendo nesta sala. Todos esses aparelhos dependem da passagem de fluido elétrico no seu interior para funcionar. Seja para produzir sons, seja para iluminar, seja para se movimentar.

O problema é que não consigo encontrar uma forma de manter o movimento desse fluido constante e duradouro da mesma forma que os antigos faziam.

Usando um fio condutor posso conectar um condutor “A” que está eletrizado com outro com outro condutor “B” que tenha uma “*pressão*” de carga diferente. O que ocorre é um movimento de fluido de A para B através do fio até que haja um ***equilíbrio*** entre os dois corpos. Se usarmos a Terra como corpo B o corpo A fica completamente descarregado **mas esse processo é extremamente rápido.**

Uma analogia...

Tudo se passa como se fossem dois tanques de água com níveis de alturas diferentes e conectados por um cano, a água então passa de um tanque para o outro até que a altura do nível de água seja o mesmo nos tanques. Quando os tanques têm o mesmo nível de água, o movimento de água no interior do cano acaba e a ventoinha para de girar.



E o aparelho elétrico então só retira parte da energia do movimento desse fluido. Para completar o meu entendimento falta determinar uma coisa: **o que poderia manter esse processo ocorrendo continuamente?**

Nesta pista estamos tentando fornecer peças para que o aluno formule uma ideia inicial sobre o que é diferença de potencial, mais adiante discutiremos melhor esses detalhes. Ao mesmo tempo prepara o aluno para determinar o funcionamento de um novo mecanismo que será encontrado mais à frente.

Agora que os alunos já encontraram a pista #7, eles podem se dirigir à sala 2 que contém um painel interativo do museu que será encontrado ligado. Na tela do painel encontram-se as palavras “login” e “senha”. São campos que devem ser preenchidos, com um teclado virtual, que já aparece na tela, (trata-se de uma tela “touch”) para que o próximo evento ocorra. Os alunos irão desvendar esses campos através das obras encontradas no museu, pois apenas duas encontram-se em perfeito estado, indicando que foram restauradas recentemente.

A pista para o “login” se encontra na sala 3 onde existe um busto com o nome “Michael Faraday”, dentre os bustos de outras figuras históricas este é o único que se encontra limpo e no meio da sala. A pista para a senha se encontra na sala 6, onde as paredes estão sujas, mas existem partes limpas que indicam que ali estavam pendurados quadros. Nesta mesma sala só existe um quadro no lugar “Impression: Soleil Levant” é o título da obra. Agora os personagens só precisam digitar corretamente no terminal para que o enigma continue.

Ao preencherem corretamente os campos no terminal interativo um barulho intenso é ouvido como se viesse da sala 7. Ao mesmo tempo no terminal aparece o seguinte texto:

“Você deve manter uma passagem de fluido X através do detector por pelo menos 5 minutos”

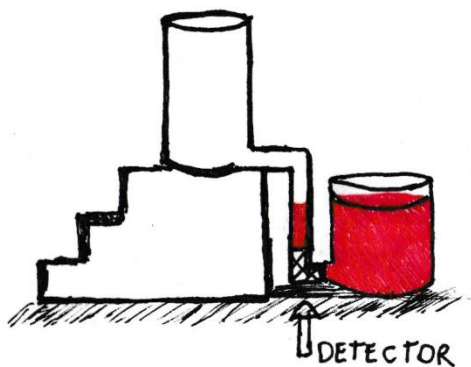


Figura 5 - Mecanismo do museu

Quando os alunos se dirigem para a sala 7 o narrador descreve o mecanismo da figura 5. Esse mecanismo possui dois recipientes de aproximadamente 1 metro de altura, um deles se encontra patamar mais alto do que o outro.

Os dois recipientes estão conectados entre si por um duto, na base do recipiente

que está mais abaixo encontra-se o detector do qual o terminal interativo se refere.

Também existe um fluido desconhecido no recipiente mais baixo, esse fluido tem uma leve viscosidade, de maneira que ele não escoar tão facilmente quanto a água.

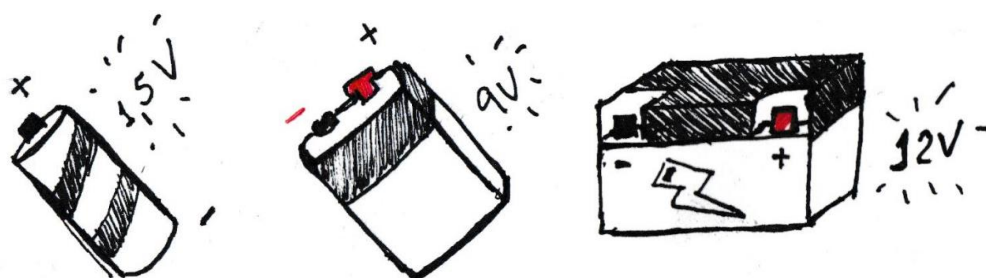
Para que eles consigam realizar o que foi pedido no terminal, deve-se retirar parte do fluido do recipiente inferior e adicionar o mesmo que foi retirado no outro recipiente. Repetir este processo de maneira cíclica é o único meio concluir essa tarefa. Agora basta que achem um balde para realizar esse processo, o balde pode ser encontrado na praça de alimentação, sala 9 do museu.

Os alunos podem sugerir adicionar outro líquido no recipiente mais alto, mas não há essa possibilidade porque eles estão trancados no museu e não existe água nas torneiras do local.

Após concluir o que o terminal pede, o sistema de segurança do museu é desbloqueado e os personagens estão livres novamente. No entanto a porta de segurança continua bloqueada. Mas o terminal interativo da sala agora continua repetindo a mesma mensagem continuamente. Anotação #8.

#8

“O mecanismo que você utilizou era uma tentativa de compreender o comportamento do fluido elétrico. Acredito que da mesma forma que a água tende a escorrer para o nível mais baixo, a eletricidade irá (se houver um caminho) de um ponto mais *voltaico* para o menos *voltaico*... concluí que para manter esse desequilíbrio voltaico entre dois pontos é preciso a ação de “**algo**” sobre as cargas da mesma forma que você teve que carregar os baldes. Identifiquei alguns elementos que podem fazer esse papel com o fluido elétrico.



Essas são só alguns exemplos de fontes de voltaicas ... cada uma possui um valor que representa justamente o quanto de diferença voltaica elas podem manter... ”.

Descrevemos na tabela abaixo um resumo do enigma para que fique claro o percurso que os alunos devem fazer dentro do museu.

Tabela 1 – resumo das salas do museu

Sala	Descrição
1	A Sala contem a porta de segurança e o quadro de disjuntores. As Pistas #5 e #6 são dadas. Ao realizar a substituição dos disjuntores as saídas travam com portas de ferro, assim como os vidros, representados pelas paredes não pintadas na figura 3.
2	Vários terminais Interativos destruídos. Somente um terminal está ativo mas este só será notado caso os personagens troquem os disjuntores e visitem a sala 5. Após ativar o <i>Mecanismo do Museu</i> a pista #8 é dada pelo terminal e as saídas do museu destravadas.
3	Bustos de figuras históricas desconhecidas, muitos destruídos ou tombados e sujos. Somente um está intacto “Michael Faraday”. É o login do terminal interativo da sala 2.
4	Escombros sujeira etc.
5	Maquetes das grandes civilizações antigas desativadas. Após a troca dos disjuntores essas maquetes se tornam ativas e a pista #7 é dada.
6	A sala se encontra vazia com exceção de um quadro pendurado. <i>“Impression: Soleit Levant”</i> . É a senha do terminal interativo da sala 2.
7	A sala se encontra vazia até o preenchimento dos campos login e senha do terminal interativo da sala 2. Após o preenchimento surge na sala o <i>Mecanismo do Museu</i> .
8	Escombros, sujeira etc.
9	Praça de alimentação destruída. Trata-se de uma sala onde pode se encontrar muitas ferramentas que os personagens precisem. Para o enigma só precisarão de condutores e um balde.

Por último, descrevemos como os alunos dentro da narrativa passaram por este enigma.

Como isso foi feito no Jogo: Os personagens chegam ao museu ao anoitecer. Primeiramente resolvem fazer uma tocha e explorar o museu. Ao substituír os disjuntores acabam ativando o sistema de segurança e, então, um “androide segurança” ataca o grupo. Após o conflito, os personagens ativam o mecanismo do museu e destravam as saídas.

Infelizmente o grupo já vinha sendo seguido por um grupo da união. Ao destravarem a porta este grupo invade o museu e mais um conflito se sucede. Os personagens conseguem derrotar os mais fracos, mas o líder é forte, e antes de ser derrotado ele ativa um estranho mecanismo atordoando todos na sala.

Quando os personagens estavam prestes a serem mortos, um homem misterioso ataca o líder do grupo da união, ocorrendo uma luta épica entre ambos. Os personagens ainda atordoados são incapazes de participar. Eventualmente o líder da união é gravemente ferido, mas com mais um equipamento consegue se recuperar e escapar.

O homem misterioso permanece no local e explica que já observava os personagens há algum tempo, dizendo que saber que são gnosis. Após uma breve conversa com os personagens o homem diz que deve seguir o “ceifador” da união. Ele deixa um livro de anotações e uma maleta dizendo que seria útil para os personagens eventualmente, mas que não deveriam deixá-la cair nas mãos da união sob hipótese nenhuma.

Após o evento os personagens cansados decidem procurar abrigo e comida para se recuperarem. (Hora dos pontos de experiência).

Comentários do Enigma 2

O que estamos buscando no enigma 2 é colocar o aluno em situações mecânicas que possam servir como analogia para ajudá-lo na formação de um conceito extremamente abstrato que é a diferença de potencial (d.d.p.).

Claro que sempre pode-se dizer que:

$$d. d. p. \text{ entre } A \text{ e } B = \frac{\text{Trabalho realizado entre } A \text{ e } B}{\text{carga transportada de } A \text{ para } B}$$

Mesmo que o aluno entenda o que significa cada termo da equação, sem uma noção intuitiva para auxiliá-lo, a compreensão do conceito fica comprometida. Impossibilita o aluno de formular hipóteses, inferir resultados, discutir de maneira geral sobre o conceito diante de situações variadas.

Baseado nisso o professor deve abordar ao longo deste enigma alguns tópicos:

Na pista #5 o professor deve problematizar a eletrização por indução, basta que o professor pergunte “o que você acha que aconteceu com os corpos A e B no desenho?”. É recomendável pedir para que o aluno desenhe essas cargas, quando os corpos estão neutros e quando estão eletrizados. Mesmo que ele desenhe a separação de cargas positivas das negativas de maneira errônea é completamente compreensível, pois nada foi falado de núcleo atômico. Sabemos que quem faz este papel é somente a movimentação dos elétrons livres e essa formalização é feita posteriormente. O foco é mostrar que metais permitem uma movimentação de cargas em seu interior.

Ainda na pista #5 em relação a frase “facilidade que os metais têm”, podemos perguntar o que o aluno acredita ser essa facilidade dos metais. O objetivo é que o aluno conclua que os metais conseguem conduzir eletricidade. A pista #6 é dada para que o professor verifique se o aluno compreende o papel dos condutores nos circuitos elétricos como sendo o de permitir a passagem de corrente elétrica. A figura contendo 2 recipientes pode ajudar o aluno neste sentido. O professor diz para o aluno imaginar que o cano que liga os 2 recipientes esteja danificado, e pergunta como ele poderia fazer com que o líquido volte a passar de um recipiente para o outro. Em seguida, pergunta que material permitiria a passagem de eletricidade ou cargas.

Aproveitando a discussão estende-se o assunto para o curto circuito (de forma conceitual), e o mau contado, termos utilizados no dia a dia, e que agora podem ser compreendidos.

O “choque” também pode ser utilizado para ampliar o conceito de material condutor e material isolante. Podemos considerar corpo humano um “material condutor”, os íons de sódio e potássio, no caso sendo responsáveis por todas as transmissões elétricas no corpo (a “vida” aprendeu a manipular a eletricidade muito antes de nós).

A pista #7 deve trazer algumas discussões interessantes. Os alunos recebem a informação que os mecanismo das maquetes precisam de “movimento de fluido elétrico” ou “fluxo de fluido” ou ainda “passagem de fluido” em seu interior. No enigma usamos esses termos, mas sempre ressaltamos que essa é a visão do cientista na história do jogo. Quando questionados, os alunos facilmente associam estes termos com o de corrente elétrica. Podemos formalizar o conceito com os alunos da seguinte maneira:

- imagine que você esteja a observar a entrada de um shopping. Após uma hora, você determina que 200 pessoas entraram no shopping e outras 200 pessoas saíram. Qual seria o saldo de pessoas que passaram pela entrada? E quantas pessoas em média passam por hora pela entrada do shopping?

- Imagine agora que você observa a mesma entrada durante uma hora e que 400 pessoas entram no shopping enquanto apenas 100 saíram. Qual seria o saldo de pessoas que passaram pela entrada? E quantas pessoas em média passam por hora pela entrada do shopping?

- Finalmente imagine que você faz uma nova observação durante 3 horas, e que 400 pessoas entram no shopping enquanto apenas 100 saíram. Qual seria o saldo de pessoas que passaram pela entrada? E quantas pessoas em média passam por hora pela entrada do shopping? Essa média é igual à da pergunta anterior, o que mudou?

- O fluxo de pessoas que passam pela entrada pode ser determinado da seguinte maneira:

$$\text{Fluxo de pessoas} = \frac{\text{Saldo de pessoas}}{\text{tempo observado}}$$

$$\text{Fluxo de pessoas} = \frac{n^\circ \text{ de pessoas que entram} - n^\circ \text{ pessoas que saem}}{\text{Intervalo de tempo}}$$

De maneira muito semelhante a intensidade do fluxo de carga ou corrente elétrica pode ser determinada:

$$\text{corrente elétrica} = \frac{\text{Quantidade de carga que entra} - \text{Quantidade de carga que sai}}{\text{intervalo de tempo}}$$

Deve-se tomar o devido cuidado de lembrar os alunos que as palavras “entra” e “sai” na equação acima se referem a uma seção transversal do condutor. Detalhe interessante para o professor é que esta seção transversal é aquela cuja normal aponta no mesmo sentido do campo elétrico estabelecida no interior do mesmo.

Finalmente escrevemos de maneira compacta:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Para essa definição consideramos uma corrente contínua.

Queremos lembrar o professor de que o aluno traz a concepção de que estas cargas no interior dos condutores se movem à uma velocidade gigantesca. Considerando um modelo clássico os elétrons se movem rápido caoticamente dentro da rede cristalina, mas deslocam em média 2 centímetro/hora, podemos dizer que seria como um enxame de abelhas que só se desloca por existir uma brisa no local.

É com essa informação que podemos mudar a concepção espontânea que o aluno traz de que os condutores são “canos vazios”. Essa concepção é facilmente verificada em questões onde se pergunta qual é o melhor local para se localizar um fusível para proteger uma rede elétrica. Ainda sobre a velocidade média do elétron no interior de um condutor, é possível mostrar para o aluno que a energia do elétron não é tão intensa, o que é intenso é número absurdo de elétrons que passam até mesmo em correntes pequenas. Para 1mA temos um número da ordem de 10^{15} elétrons por segundo (mais elétrons que pessoas na terra!). Agora que finalmente tomamos todos os cuidados conceituais, queremos chamar a atenção para o fato de que com a nossa definição o aluno fica curioso: como é possível contar esse número absurdo de elétrons? (Pois finalmente ele internalizou o conceito). A título de curiosidade, a verdade é que nunca contamos, nossas medições são feitas indiretamente. O galvanômetro foi um das primeiras formas de verificar a passagem de corrente elétrica e já usava o eletromagnetismo (fato interessantíssimo do ponto de vista histórico pois mostra como o foi desenvolvimento dessa ciência).

Fala-se na mesma anotação sobre o consumo do movimento do fluido. Nossa preocupação é desde já eliminar uma concepção espontânea que o aluno traz de que a eletricidade é consumida dentro do aparelho elétrico. Mesmo que tenhamos falado de conservação de cargas no enigma 1, devemos ressaltá-la para este caso que é dinâmico.

Também na pista #7 o cientista fala do processo de descarga de um condutor que gera corrente elétrica, este processo é semelhante ao de descarga de um capacitor. No entanto, nosso objetivo é ressaltar o papel de uma força eletromotriz (fem.). Ao mesmo tempo desejamos fazer uma distinção entre fem. e d.d.p. Este dois conceitos são comumente confundidos até por alunos de graduação de Física. Deixaremos aqui uma breve discussão para o professor.

A corrente dentro de um meio material é a resposta das partículas com carga em função de uma força aplicada a elas, e estamos interessados na resposta devido a um campo elétrico. Veremos que essa resposta depende do meio (comumente chamada de equação constitutiva). Veja por exemplo as seguintes equações:

$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

$$Q = C \cdot \Delta T \quad (2)$$

Lembrando da mecânica, a primeira equação, \vec{F} representa a força resultante aplicada a um objeto e \vec{a} a resposta observada devido à presença desta força, m é a característica do objeto que definirá a intensidade da resposta que o mesmo terá; m é identificada como massa inercial. Igualmente lembrando da calorimetria, na equação (2) Q representa uma quantidade de calor fornecida a um determinado corpo, e ΔT a variação de temperatura observada, C também é uma característica do corpo que definirá a intensidade da resposta que o mesmo terá, C é denominado como a capacidade térmica do material.

Historicamente obtida por comparação com a condutividade térmica existe a lei de Ohm:

$$V_{ab} = R \cdot i$$

E a lei de Ohm pode ser entendida da seguinte maneira: V_{ab} é a diferença de energia por unidade de carga entre dois pontos do corpo e i é a corrente elétrica, ou seja, a resposta observada devido a essa ddp e R é uma característica do corpo que definirá a intensidade da resposta. Entretanto, para manter uma V_{ab} precisamos de um agente externo.

Utilizando um modelo clássico para descrever o comportamento dos elétrons livres em um material condutor sólido temos que em um condutor uma situação análoga a do atrito viscoso. A explicação no modelo clássico seria a seguinte: Ao estabelecer um fem entre as extremidades do condutor, toda rede cristalina do material fica sob ação de uma força elétrica, os elétrons livres (que possuem maior mobilidade e daí o nome) começam a acelerar ganhando energia cinética. Os elétrons, por sua vez, colidem com a rede cristalina transferindo parte de sua energia, fazendo com que a rede vibre mais intensamente. Macroscopicamente percebemos um aumento de temperatura do material (efeito Joule), ou seja, o movimento de elétrons no interior não é completamente livre e dissipa energia.

Devemos apresentar desde as primeiras explicações a distinção entre os conceitos de ddp e fem. Em um gerador não ideal, por exemplo, a d.d.p. entre seus terminais não é igual a fem. do gerador. Essa d.d.p. é tanto maior quanto menor for a corrente que atravessa o gerador. Ao mesmo tempo, em processo de carga a d.d.p. nos terminais do gerador não é igual a sua fem. Esses casos servem para ilustrar como não discriminar esses conceitos pode ser prejudicial.

Existem várias formas interessantes de se obter uma fem: processos químicos, termodinâmicos, mecânicos-magnético, fotônicos. Acreditamos que essa distinção pode vir a ajudar a compreensão de fenômenos que são abordados em outros momentos. Um exemplo é a lei de Ampère e o comportamento das bobinas diante de uma variação do campo magnético.

Temos então no mecanismo do Museu uma analogia mecânica que irá trazer uma distinção entre estes dois conceitos. Nossa analogia consiste em associar a d.d.p. com a diferença de altura entre os líquidos do recipiente. E a fem. como a pessoa que transportará os baldes de um recipiente até outro. A discussão aqui pode ser muito rica. O aluno pode propor várias formas de não precisar de um agente externo que mantenha uma diferença de altura no líquido entre os recipientes.

Finalmente, a pista #8 é só uma maneira de formalizarmos a analogia de maneira adequada, ao apresentarmos algumas fontes de fem. Podemos também perguntar aos alunos se eles conhecem outras fontes.

Enigma 3 – Formalizando Lei de Ohm, resistência, circuitos.

Agora os personagens recebem um manual contendo instruções para destravar portas no mundo em que se passa a história do jogo. O texto a seguir é entregue aos alunos, e foi escrito no formato de manual, mas traz consigo conteúdos de Física. Assim o aluno deve buscar compreender o texto para atingir certos objetivos no jogo.

Ao longo do manual descreveremos um equipamento. Gostaríamos de lembrar que trata-se de um equipamento fictício, mas para operá-lo o aluno deverá ser capaz aplicar a Lei de Ohm adequadamente a casos simples.

Diferentemente de outros mecanismos e pistas, esta poderá ser utilizada quantas vezes o narrador/professor desejar.

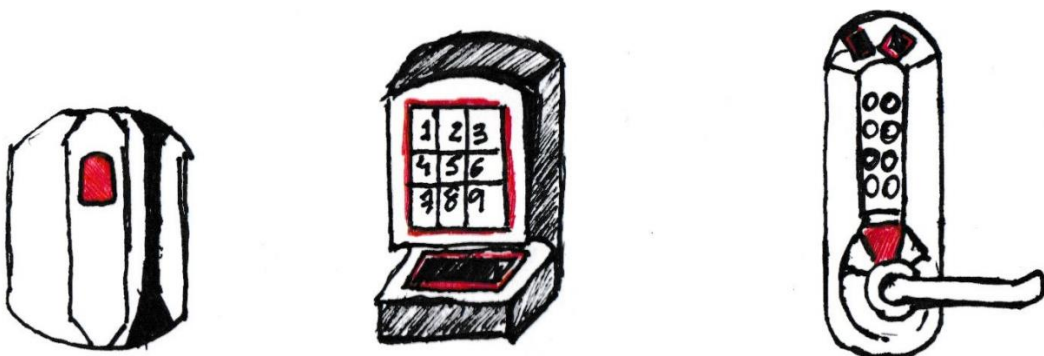
#9

Manual decodificador K100 para controles de acesso.

Seguidores do Aether

Para destravar determinadas portas dos antigos é necessária a utilização do decodificador K100 que precisa ser ajustado manualmente.

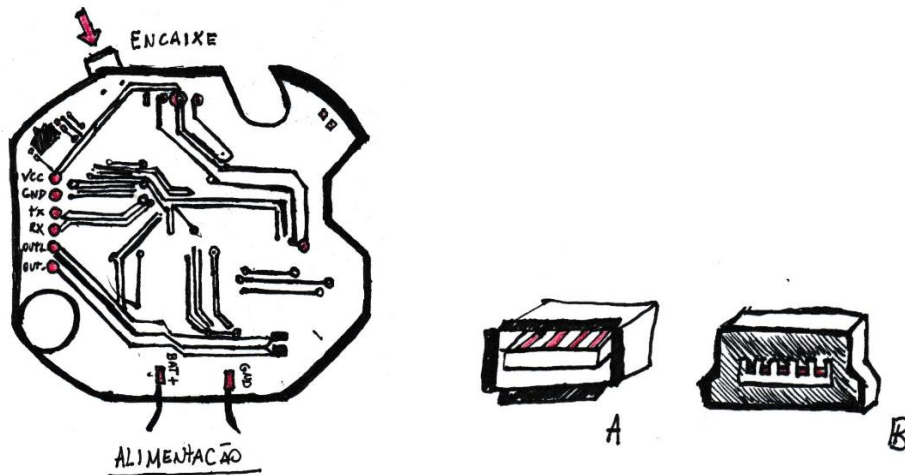
1º passo – localize o terminal de controle de acesso da porta. Trata-se de uma caixa quadrada normalmente próxima à porta desejada. Alguns exemplos de terminais são:



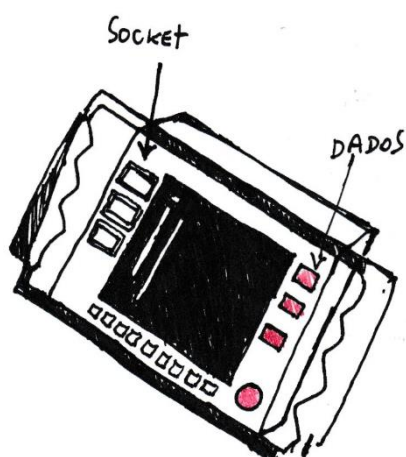
Ao localizar um terminal semelhante, observe se este se encontra ativo, caso contrário este equipamento não poderá ser utilizado. Para ativar o terminal deve-se ter energia elétrica no local.

Obs.: A ausência de um terminal pode significar uma porta com comando de voz. Palavras chaves ditas em voz alta como “acesso”, “configurar porta”, “Novo Usuário” podem iniciar uma projeção holográfica e na fonte da projeção estará o terminal de acesso.

2º passo – retire parcialmente o terminal da parede, geralmente algum cabo de alimentação está anexado ao aparelho. Abra a parte traseira do terminal sem cortar os fios/cabos de alimentação. Você encontrará uma placa (tabua dos antigos). Conecte o decodificador 12Ai ao encaixe da placa que pode ser do tipo A ou B.

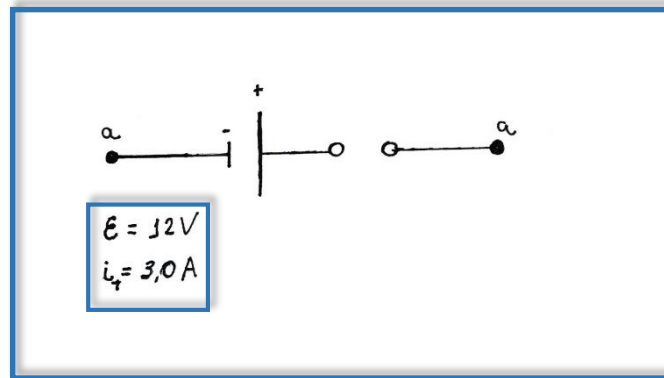


3º passo – O decodificador passara por um processo de inicialização e isso pode levar alguns minutos. Após inicializado, o decodificador exibirá na tela central, um caminho que **representa** um dado percurso do fluido elétrico (corrente elétrica). Você deve ajustar manualmente de acordo com o que é pedido.



Os sockets devem ser preenchidos com os resistores-padrões externos deste decodificador, de acordo com a **relação fundamental de ohm (no final deste manual há uma breve explicação de como utilizar esta relação)**. Também pode ser necessária a inserção de dados na parte esquerda. O decodificador necessita de informações precisas para desbloquear a tabua dos antigos, caso contrário as trancas serão ativadas por definitivo.

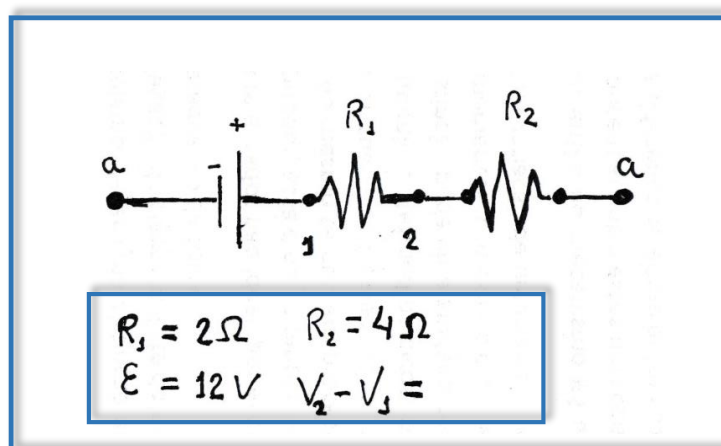
Vamos verificar alguns exemplos:



Se o decodificador exibir uma tela como acima, você deve procurar satisfazer as condições impostas por ele, para que se destrave o controle de acesso. Neste exemplo existe a informação de que a fem no caminho tem o valor de 12V, representada no quadrado por $\varepsilon = 12V$ e no caminho representada pela barra transversal com sinal (-) seguida da barra transversal com sinal (+). A corrente total que deve percorrer o caminho é de 3,0 A como é exibido no quadrado $i_t = 3,0A$. Neste caso, o índice “t” significa total. Os índices indicam a que parte do caminho aquela informação se refere. Finalmente o espaço em branco no caminho representa o local que ocupará um resistor padrão do decodificador. Os pontos “a” mostram que ali o caminho se encontra novamente.

Utilizando a **relação fundamental de ohm** é fácil ver que o resistor escolhido deve ter o valor de 4Ω para que a corrente total no caminho realmente assuma esse valor. Basta então inserir no “socket” da esquerda um resistor padrão com o mesmo valor pedido.

O próximo exemplo mostra como o decodificador pode pedir uma determinada informação.



Quando um ou mais dados estiverem incompletos, os campos à esquerda do decodificador piscarão, indicando que você precisa inserir os valores numéricos corretamente para que haja o desbloqueio. No exemplo mostrado, o decodificador precisa da informação $V_2 - V_1$, que corresponde à diferença de potencial entre os pontos

1 e 2 do caminho mostrado. Note que nesse caminho existem dois resistores representados na figura por resistor symbol e os valores de suas resistências são informados no quadrado $R_1 = 2 \Omega$ e $R_2 = 4 \Omega$.

Novamente utilizando a **relação fundamental de ohm**, é possível determinar que $V_2 - V_1 = -4V$. Basta inserir esse valor no decodificador para então destravar o controle de acesso.

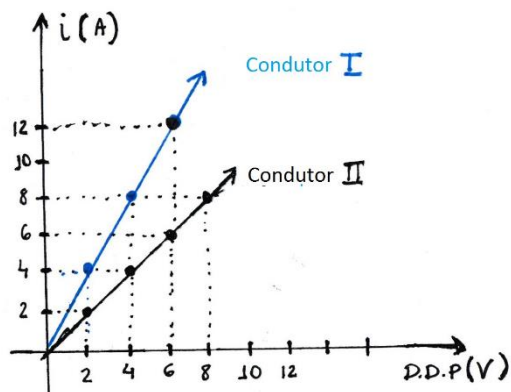
Esses foram alguns exemplos. Lembre-se que cada porta pode ter um ou mais percursos diferentes com condições variadas.

Relação fundamental de ohm

Considerando os fenômenos elétricos, podemos buscar determinar uma relação entre a d.d.p estabelecida entre dois pontos de um condutor e a corrente elétrica observada em resposta. Vamos analisar a resposta de dois condutores distintos a diferentes valores de d.d.p e anotar essas dados em uma tabela.

d.d.p(Volts)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Condutor I – corrente (A)	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0
Condutor II – corrente (A)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0

Podemos utilizar um plano cartesiano para correlacionar esses valores. Identifica-se para a uma vasta gama de condutores **uma reposta que é sempre proporcional e constante**.



No condutor I para cada valor de d.d.p entre suas extremidades tem-se o dobro do valor de corrente elétrica. Já no condutor II observa-se para um valor de d.d.p a mesma proporção de corrente elétrica (um para um). Concluímos que o Condutor I é 2 vezes mais condutor ou 2 vezes menos resistente à passagem de corrente elétrica do que o Condutor II. Como obtemos essa proporção usando a álgebra?

Verificamos que qualquer par de pontos na reta de cada condutor vemos que:

$$\frac{V}{i} = \text{valor constante}$$

Resposta do Condutor I						
d.d.p(Volts)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Condutor I – corrente (A)	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0
$\frac{V}{i}$	1/2	1/2	xx	xx	1/2	xx



Resposta do Condutor II						
d.d.p(Volts)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Condutor I – corrente (A)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
$\frac{V}{i}$	1	xx	1	xx	1	1



Esse “valor constante” é o que chamaremos de **resistência do material condutor** e representaremos pela letra “**R**”. Então temos que:

$$\frac{V}{i} = R$$

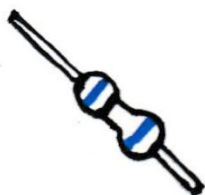
Ou de maneira mais estética:

$$V = R \cdot i$$

É assim que podemos calcular com antecedência a quantidade de corrente que passará por um dado caminho. **Basta saber a resistência do caminho e a diferença de potencial estabelecida ali.**

Obs.: Nem todos os materiais condutores demonstram esse comportamento. Os condutores que se comportam assim são chamados de **condutores ôhmicos** por obedecerem a relação de ohm.

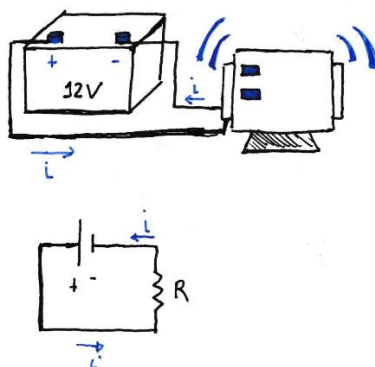
Resistores e a resistência do percurso



Os resistores são componentes de um circuito elétrico que tem uma única função, converter energia elétrica em energia térmica. São simples, têm uma resistência já conhecida e oferecem resistência a passagem de 'fluido' elétrico.

Os Seguidores do Aether têm pesquisado o comportamento desses materiais. O que podemos dizer é que quando só estamos interessados em estudar o percurso do 'fluido' (**circuito elétrico**), podemos imaginar que qualquer aparato movido a Aether (**aparelho elétrico**) como sendo um resistor que consuma o mesmo equivalente em energia.

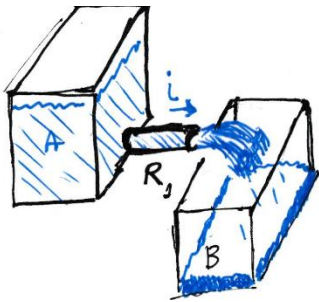
Um exemplo, um aparelho elétrico irá consumir energia elétrica e convertê-la em algum tipo de energia, mas para fins teóricos podemos considerar um aparelho complexo como sendo um único resistor com resistência de consumo equivalente. Os mesmo vale para lâmpadas. **A transformação não é a mesma mas o consumo de energia e a corrente estabelecida será equivalente.**



Como combinar resistores

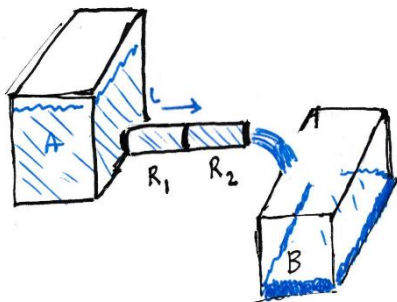
É importante saber como combinar resistores em um dado percurso de circuito elétrico, pois as regras para essas combinações serão as mesmas para qualquer outro aparato movido a Aether.

a) *Combinando resistores em sequência*



Considere um único resistor, ao submetê-lo a uma diferença de potencial uma determinada corrente elétrica passará por ali. O que acontece então se adicionarmos em sequência mais um resistor no caminho?

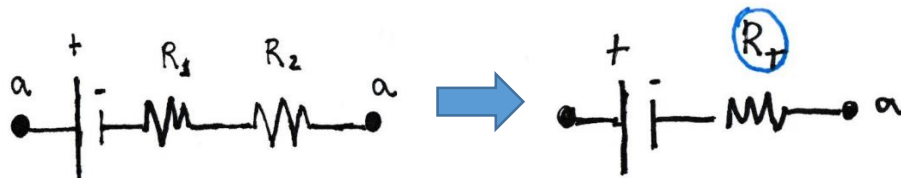
Mostramos uma situação semelhante ao lado.



passar por duas resistências.

Primeiramente a corrente que passa pelo resistor R1 **tem que ter** o mesmo valor da que passa pelo resistor R2. No entanto, em relação à configuração anterior (com um único resistor R1) a **corrente total tem que ser menor**, afinal o novo caminho agora está mais 'difícil' pois o fluido tem que

A representação da configuração pode ser simplificada:



De maneira que na combinação de resistores em sequência teremos:

$$V_{ab} = R_t \cdot i$$

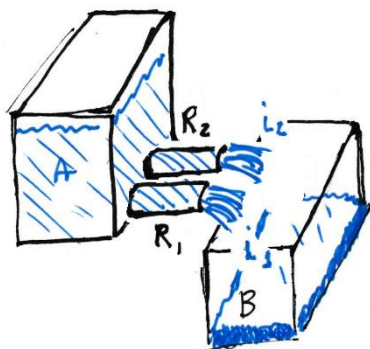
$$R_t = R_1 + R_2$$

(*)

Onde V_{ab} é a diferença de potencial naquele caminho, R_t é a combinação das resistências e i é a corrente elétrica.

b) *Combinando resistores em paralelo.*

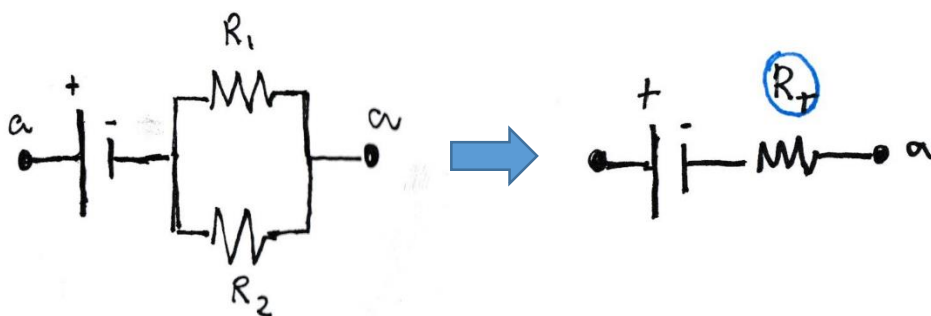
Uma outra forma de combinar resistores é lado a lado, como mostrado no desenho.



Veja que agora cada resistor desempenha seu papel independente do outro, a corrente que passa pelo resistor R1 **não precisa** ser a mesma que passa pelo resistor R2.

Em relação ao caso onde só tínhamos R1, **podemos dizer que a corrente total agora será maior**, pois a nova resistência está 'ajudando' a passagem do fluido e tornando o caminho mais 'fácil'.

A representação da configuração também pode ser simplificada:



Nas combinações em paralelo teremos:

$$i_t = i_1 + i_2 \quad (*)$$

A corrente total (i_t) no circuito será a soma da corrente que passa em cada resistor individualmente.

E a combinação das resistências em paralelo fica:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Obs: para outras combinações mais complexas, frequentemente você pode utilizar esse processo de simplificação até que se obtenha uma única resistência total.

Comentários do Enigma 3

Primeiramente queremos deixar claro que o enigma 3 não esgota todos os assuntos relacionados a circuitos elétricos.

O objetivo neste enigma é dar um primeiro passo em direção à autonomia dos alunos, fazendo com que estes leiam um texto com muitos detalhes e informações que precisam ser compreendidos. A maioria dos alunos não possui o hábito natural de buscar o livro didático, de modo que esperamos criar este hábito lentamente. Por isso, ao longo dos enigmas as anotações foram sendo cada vez mais extensas.

Apesar disso, as anotações não são equivalentes ao livro didático, mas esperamos que o professor atue preenchendo as lacunas necessárias.

Os (*) ao lado das equações significa que nessas equações o aluno pode inferir este resultado. Mesmo que seja uma leitura, o professor deve a todo momento propor uma reflexão do aluno.

Como já dissemos no começo do enigma, os alunos devem buscar entender o texto para utilizar o decodificador. O professor agora pode dizer em qualquer ponto da narrativa que existe uma porta com um controle de segurança ainda ativo e a partir daí propor que os alunos utilizem esse decodificador.

O professor é quem define quantos e quais ‘caminhos’ aparecerão na tela do decodificador. Cada caminho dá oportunidade aos alunos aplicarem seus conhecimentos ao mesmo tempo em que possibilita o professor avaliá-los e corrigi-los no processo. Além disso, cada porta destravada com este aparelho imaginário pode conter novos tesouros do jogo, o que motiva os estudantes a resolverem os circuitos.

Final da aventura

Como isso foi feito no Jogo: Os personagens saem do museu cansados após tantas batalhas e uma noite inteira acordados. Após achar um local para descanso, eles decidem procurar um mercado local para repor suprimentos como comida, água e munição.

Ao chegarem no mercado os personagens se deparam com uma procissão, no meio da qual há uma mulher cercada por guardas da união. Enquanto a mulher caminhava pelas ruas, um aglomerado de pessoas atirava lama e frutas podres em sua direção. Após a humilhação, a mulher chega ao centro da praça onde um 'orador' da união acusa-a de ter usado bruxaria dos antigos para amaldiçoar duas crianças. Por tais crimes, a mulher seria enforcada dentro de 3 dias.

Convencidos de que Sofie (a mulher) é a filha do gnosis Siriús, os personagens decidem que precisam salvá-la. Após uma coleta extensa de informações (muita aventura aqui com perseguições, invasões, interrogatórios e lutas) os personagens chegam até o local onde poderiam achar o marido de Sofie. Ao segui-lo pelos subterrâneos abandonados do metrô, eles percebem o homem entrar em uma porta de segurança. Os personagens usam o decodificador k100 (enigma 3) para invadir o local.

Ao desbloquearem a porta, os alunos se deparam com um grupo armado. Os personagens cercados e em menor número se rendem, o homem que foi seguido se apresenta como Vicius (que a propósito não é marido de Sofie apenas um amigo) e explica que eles são grupo de resistência liderados por Sofie para derrubar os líderes locais da cidade de Uhl. Vicius explica que Sofie de fato utilizou a tecnologia dos antigos, mas que ela curou as crianças. Na verdade, as crianças foram mortas pelos agentes da união depois para incriminá-la.

Finalmente Vicius explica que seria impossível o resgate de Sofie com poucos soldados e recursos, mas que se o grupo conseguisse desmascarar a farsa diante da população no dia da execução, o apoio da multidão seria o estopim para salvá-la e expulsar os líderes da união do local. A última missão da aventura é dada: infiltrar o prédio do governo local e reunir as evidências necessárias para absolver Sofie.

Após a missão (muita aventura, espionagem, e furtividade) chega o dia. Apesar das provas, as mentiras do 'orador' da união dificultam o plano. Os personagens tentam convencer a população que a tecnologia dos antigos têm benefícios (debate real). Eis que quando estavam prestes a perder o debate, Sirius aparece com a prova definitiva da corrupção dos líderes: Uma gravação! (Sirius restaurou um gravador)

A população se revolta contra o governo local e os personagens libertam Sophie e acham Sirius.

Fim de Jogo?

Epílogo

Como isso foi feito no Jogo: Após a paz estabelecida na cidade de Uhl, os personagens decidem retornar para o vilarejo de Kailan com o relatório de pesquisas de Sírius em mãos. (todos os personagens ganharam além dos pontos de experiência, 1 ponto extra na Área de conhecimento do Aether)

Enquanto passam pela floresta os personagens avistam uma grande coluna de fumaça na mesma direção do vilarejo. Ao chegarem no local encontram a desolação, com o vilarejo completamente destruído, e centenas de pessoas mortas, todas carbonizadas.

Buscando sobreviventes, os personagens encontram Kailan irreconhecível com tantas queimaduras. Agonizando, ele diz três palavras: Cronognosis ... Montanha ... Vishinu

Continua...

