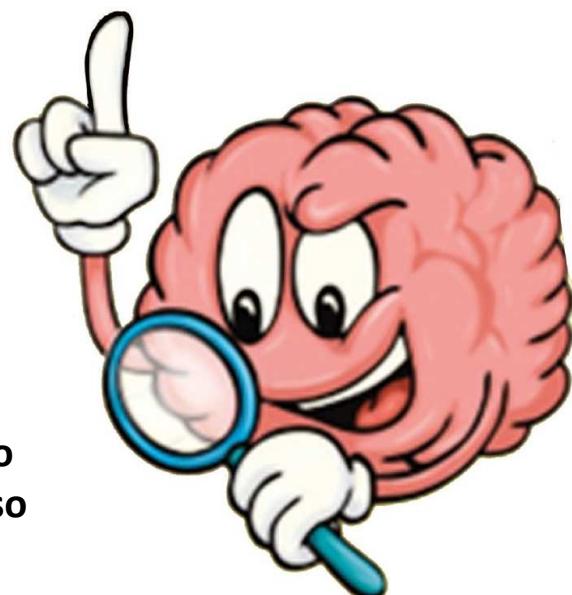


PISTAS QUÍMICAS:

GUIA DO PROFESSOR

**Adriana Ramos Pinheiro
Sheila Pressentin Cardoso
Autoras**



PISTAS QUÍMICAS:

GUIA DO PROFESSOR

**Adriana Ramos Pinheiro
Sheila Pressentin Cardoso
Autoras**

**Fernanda de Lemos Fonseca
Ilustradora**

**Nilópolis
2024**

CIP - Catalogação na Publicação

P654p Pinheiro, Adriana Ramos.

Pistas químicas : guia do professor / Adriana Ramos Pinheiro, Sheila Pressentin Cardoso. – Nilópolis, 2024.
44 f. : il.

Artefato da Tese – Pistas químicas : um jogo didático para o ensino de química, Tese (doutorado), Doutorado Profissional em Ensino de Ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Nilópolis, 2024.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Jogos. 3. Educação e ludicidade. 4. Curiosidade. 5. Ensino – Meios auxiliares. I. Cardoso, Sheila Pressentin. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título.

Bibliotecária: Josiane B. Pacheco CRB-7/4615



CARTA AO LEITOR

Neste guia do professor apresentamos e disponibilizamos o Jogo Pistas Químicas, produto educacional (PE) da tese de doutorado em ensino de ciências intitulada “PISTAS QUÍMICAS: um jogo didático para o ensino de química”¹, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PROPEC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ).

O jogo Pistas Químicas foi organizado envolvendo conteúdos de química geral abordados no ciclo básico de formação do ensino médio regular dos cursos técnicos oferecidos pelo IFRJ. Contudo, o jogo também pode ser utilizado em aulas de química no ensino médio ou em outros cursos técnicos e de graduação, desde que abordem os conteúdos de química presentes no jogo, como um recurso didático de ensino ou de

verificação da aprendizagem.

Aqui, caro leitor, você encontra as orientações e os materiais necessários para aplicar o jogo, sendo disponibilizados links e QRcodes de acesso a todas as peças do jogo, finalizando com a sugestão de referenciais teóricos para orientar e complementar seus estudos sobre o tema.

Neste contexto, temos como objetivo estimular o emprego do lúdico no ensino de conteúdos de química. Esperamos que você utilize bastante este e outros jogos em suas aulas. Boa leitura a todos!

Abraços lúdicos,
As autoras.

¹ Disponível em: <https://portal.ifrj.edu.br/cursos-pos-graduacao/stricto-sensu/propec>.



AUTORAS



ADRIANA RAMOS PINHEIRO

adriana.pinheiro@ifrj.edu.br

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Mestre em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Licenciada em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Integrante do grupo de pesquisa Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências (ROMEC), desenvolvendo pesquisa com ênfase no uso do lúdico e metodologias ativas. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ).

Doutora em Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestre em Química Orgânica e Especialista em Ensino de Ciências pela Universidade Federal Fluminense e Licenciada em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Integrante do grupo de pesquisa Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências (ROMEC), desenvolvendo pesquisa com ênfase na produção de recursos didáticos e formação de professores. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ).



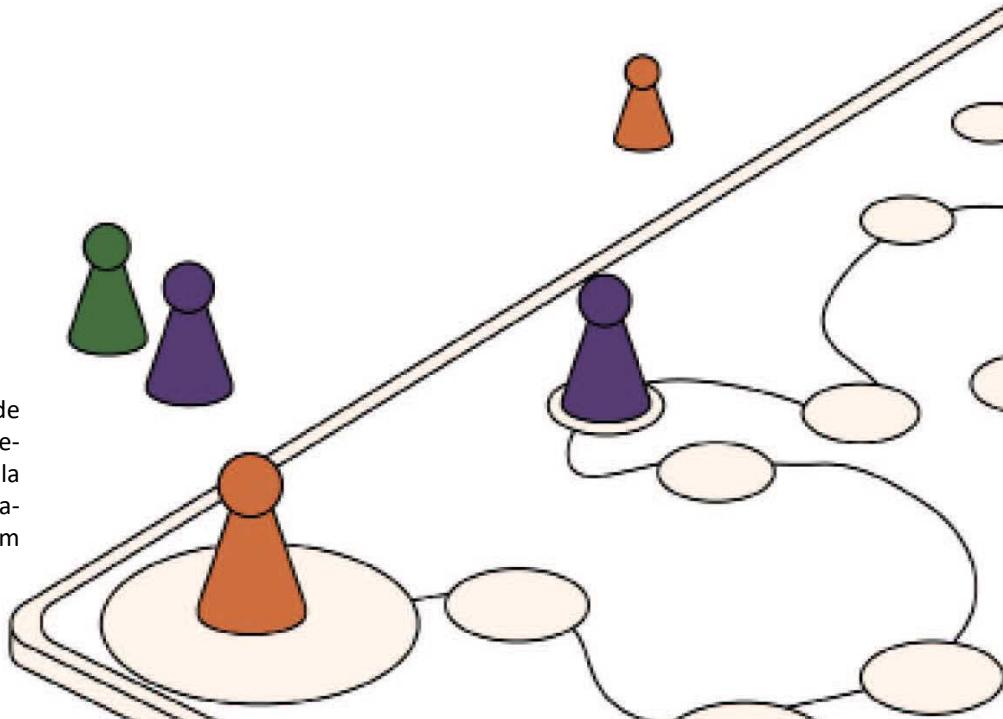
SHEILA PRESSENTIN CARDOSO

shepressentin@gmail.com

SUMÁRIO²

UM TEMPO QUE SÓ EXISTE NA INFÂNCIA: O JOGO PISTAS QUÍMICAS	5
GRUDA FEITO CHICLETE, FEITO ESPERANÇA: ESTRUTURA DO JOGO	6
VIDA DE MENINA É VIDA BOA: PEÇAS DO JOGO	10
CASOS INVESTIGATIVOS	15
CASO 1: O CASO DO COMBUSTÍVEL MISTERIOSO	18
CASO 2: O BRILHO DA MORTE	19
CASO 3: O SERIAL KILLER DA BARRA DA TIJUCA	20
CASO 4: UM DESASTRE ANUNCIADO	21
CASO 5: A FUMAÇA BRANCA DA MORTE	22
CASO 6: O ENIGMA DO QUEBRA OSSOS	23
DIÁRIO DO INVESTIGADOR	24
CASAS DO TABULEIRO	25
TIPOS DE CARTAS	27
MANUAL DO PROFESSOR E DO ALUNO	33
SUGESTÕES	34
REFERÊNCIAS	38
PARA SABER UM POUCO MAIS SOBRE...	40

² Os títulos do sumário são adaptações de uma faixa musical do álbum “A festa do Menino Maluquinho – O Disco”, distribuído pela PolyGram do Brasil LTDA, e é uma homenagem póstuma ao ilustre Ziraldo falecido em abril de 2024.



UM TEMPO QUE SÓ EXISTE NA INFÂNCIA: O JOGO PISTAS QUÍMICAS

O jogo didático Pistas Químicas é estruturado como um jogo de tabuleiro, adaptado do jogo de detetive *Scotland Yard®*, e envolve a resolução de casos investi-

gativos abordando conteúdos de química geral. A opção pela elaboração de um jogo de tabuleiro deve-se a alguns fatores, dentre eles, a paixão de uma das autoras por jogos de

tabuleiro, o desejo de ter um jogo para utilização em grupo e com boa jogabilidade, e que pudesse ser ajustado de modo a abordar os conteúdos químicos selecionados.



DESTACAMOS QUE AS PEÇAS DO JOGO SÃO DISPONIBILIZADAS PARA REPRODUÇÃO A PARTIR DE LINKS OU QR CODES NA SEÇÃO "VIDA DE MENINA É VIDA BOA: PEÇAS DO JOGO", CONFORME AS FORMOS APRESENTANDO.

GRUDA FEITO CHICLETE, FEITO ESPERANÇA: ESTRUTURA DO JOGO

O jogo didático Pistas Químicas é um jogo de tabuleiro com caráter investigativo, que envolve narrativas de situações complexas que necessitam do conhecimento científico para uma tomada de decisão. Estas narrativas são chamadas de casos investigativos (CIs) que, neste jogo, envolvem contextos diversos tendo como base conteúdos de química geral abordados no ciclo básico de formação do ensino médio regular dos cursos técnicos oferecidos

pelo IFRJ. Contudo, o jogo também pode ser utilizado em aulas de química no ensino médio ou em outros cursos técnicos e de graduação, desde que abordem os conteúdos de química presentes no jogo, como um recurso didático de ensino ou de verificação da aprendizagem. Sugerimos que o professor reserve de duas a quatro aulas seguidas para a aplicação do jogo, cujo tempo total dependerá de algumas escolhas feitas pelo docente antes da partida como,

por exemplo, terminar o jogo quando o primeiro grupo solucionar o caso investigativo, apresentar e explicar as regras em uma aula anterior etc.

Está estruturado possibilitando a participação de quatro a seis grupos de três a seis jogadores cada. O ideal é que todos os grupos envolvidos em uma mesma partida sejam organizados de modo a conter o mesmo número de participantes em cada grupo.

REGRAS DO JOGO PISTAS QUÍMICAS



Cada grupo escolhe um **peão** e o coloca no tabuleiro, na Casa da Sala de Reuniões. Em seguida, os grupos providenciam lápis e borracha ou caneta, e pegam o diário do investigador, onde farão suas anotações sobre o caso investigativo.



O professor **reproduz** o podcast do caso investigativo escolhido no início da aula ou, se preferir, pode optar por fazer a leitura do caso investigativo, para que os participantes conheçam bem todas as circunstâncias que o envolvem. O livreto com o caso investigativo escolhido ficará disponível durante toda a partida, para que qualquer jogador possa voltar a ler o caso durante o jogo, se sentir necessidade de entendê-lo melhor.



Todos os grupos **lançam** o dado numérico de 6 faces e aquele que tirar o maior número no dado começa o jogo, seguido do grupo à esquerda e assim por diante. Em caso de empate, esses grupos fazem um novo lançamento do dado. O primeiro grupo a jogar lança o dado novamente, e avança seu peão de acordo com os pontos obtidos.



Os peões devem ser movimentados sempre seguindo o **trajeto do tabuleiro**. Seu peão pode passar por cima de outros e ocupar a mesma casa que um outro peão já esteja ocupando.



Na sua vez de jogar, o grupo lança o dado numérico de 6 faces e **movimenta seu peão** de acordo com os pontos obtidos. O trajeto do tabuleiro é composto por casas distintas por onde os peões dos grupos vão se deslocar, para que os jogadores coletem pistas que os ajudarão a resolver o caso escolhido.

O TABULEIRO DO JOGO POSSUI 6 TIPOS DE CASAS



CASA DA SALA DE REUNIÕES:

Casa de onde os peões saem e o **jogo se inicia**.



CASAS VERDES:

Nestas casas, **o grupo recebe uma carta que pode ser de sorte, revés ou charada química**, que estarão misturadas e agrupadas em um local específico no tabuleiro. As cartas de sorte trazem um bônus para o grupo, as cartas de revés trazem um ônus para o grupo e as

cartas de charada química trazem uma charada que, se for corretamente resolvida pelo grupo, permite o acesso automático ao professor para tirar dúvidas sobre as pistas recebidas e sobre o raciocínio lógico traçado pelo grupo para a resolução do caso escolhido.



CASAS DE PISTAS:

Nestas casas, o grupo recebe o dado de pistas de 6 faces, onde existem as opções de Pista de Biblioteca, Pista de Tabela Periódica e Pista de Laboratório. A face do dado que cair para cima orienta o tipo de carta de pista que o grupo irá receber. A carta de pista é fornecida ao grupo, que tem

2 minutos, marcados na ampulheta ou no cronômetro do relógio, para lê-la silenciosamente, anotar as principais informações no diário do investigador, e o jogo prossegue. Em hipótese alguma as pistas recebidas podem voltar a ser lidas durante o jogo; portanto, ao receber uma carta de pista,

o grupo deve anotar as informações fornecidas, respeitando o tempo da ampulheta, por mais que algumas possam parecer insignificantes. Por vezes, uma informação aparentemente sem importância pode ser essencial para elucidar o caso.



CASAS AZUIS:

Casas neutras; isto é, nada ocorre ao cair nelas. O grupo de jogadores aguarda até a próxima rodada do jogo.



CASA DA SALA DE CONFERÊNCIAS:

Ao cair nesta casa, ou ao passar por ela, o grupo de jogadores **tem a possibilidade de dar solução para o caso** se achar que já possui pistas suficientes para isso. Caso o grupo ainda não tenha informações suficientes para solucionar o caso, o jogo prossegue.



CASA DO INVESTIGADOR SAGAZ:

É a última casa do jogo. O grupo que chegar nesta casa deve, obrigatoriamente, dar uma solução para o caso escondido, apresentando-a somente ao professor. Se a resposta estiver errada, o grupo volta à Casa da Sala de Reuniões para coletar mais pistas com o propósi-

to de chegar à correta solução para o caso. O primeiro grupo a responder de forma correta termina o jogo em 1º lugar. Caso o professor opte por finalizar o jogo nesse momento, o grupo vencedor apresenta para a turma a resposta correta para o caso investigativo.

Finalizado o jogo, os grupos devem entregar ao professor o diário do investigador com suas anotações sobre o caso investigativo.





ATENÇÃO!

Cabe ao professor definir se finaliza o jogo após a solução do caso ser dada pelo primeiro grupo, que termina o jogo em 1º lugar, e deve apresentar para a turma a resposta do caso investigativo, ou prosseguir de forma

que os demais grupos também tenham a possibilidade de dar uma solução para o caso escolhido e, após todos os grupos terem dado uma solução para o caso, finalizar o jogo.

ESTA É A ÚNICA INFORMAÇÃO DAS REGRAS DO JOGO QUE É INERENTE AO PROFESSOR NÃO SENDO, PORTANTO, DISPONIBILIZADA AOS ALUNOS.

Esta orientação dá liberdade para o professor decidir se termina o jogo assim que o caso escolhido for resolvido pelo primeiro grupo e, neste caso, só há um grupo vencedor, ou se dá continuidade ao jogo, de modo

a dar oportunidade para que os demais grupos possam chegar a uma solução para o caso escolhido, finalizando então o jogo. As duas opções trazem consigo vantagens e desvantagens.

Na primeira opção, as partidas são mais curtas, entretanto, a discussão feita ao final do jogo é mais pobre, pois toma como base apenas as pistas e os argumentos utilizados pelo grupo vencedor para solucionar o caso. Já na segunda opção, a discussão a ser feita ao final do jogo é mais

rica, pois toma como base as pistas e argumentos utilizados por cada grupo de jogadores para solucionar o caso, entretanto, as partidas podem ser longas o suficiente para tornar o jogo cansativo. Neste viés, fica a critério do professor escolher qual das duas opções é melhor, conforme o núme-

ro de alunos em sua turma, a disponibilidade de tempo de aula, seu objetivo em termos de discussão dos conteúdos químicos abordados no caso escolhido, e seu interesse em trabalhar mais de um caso com a turma.

VIDA DE MENINA É VIDA BOA: PEÇAS DO JOGO

A seguir, apresentamos as peças do jogo com informações de identificação, descrição geral, dimensões e quantidade. Produzimos o jogo sob encomenda em uma gráfica

mas, se você, caro leitor, desejar utilizar o jogo, sugerimos outros materiais de baixo custo e fácil aquisição que podem, alternativamente, ser utilizados para confeccionar as peças

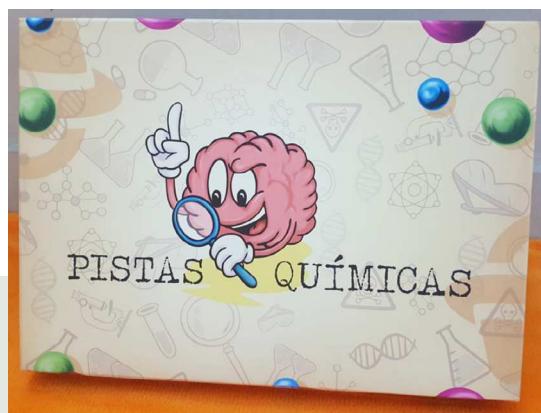
do jogo. E, para que você possa reproduzir as peças do jogo, as disponibilizamos a partir de links ou QRcodes ao longo desta seção, conforme as formas apresentando.

SÍNTSESE DAS PEÇAS DO JOGO

A caixa; ampulheta; tabela periódica; o copo para dados; arquivo de respostas; os peões, e dados numéricos e

de pistas são peças mais simples, de modo que fazemos alguns comentários sobre elas, e damos sugestões de outros

materiais mais baratos e acessíveis a serem utilizados pelo professor para confeccionar estas peças do jogo.



A caixa não é uma peça essencial ao jogo, mas é um elemento visual que chama a atenção dos participantes e, alternati-

vamente, pode ser confeccionada utilizando um papel cartão branco colado em um papelão para dar maior resistência.

CAIXA

1 unidade

Descrição:

Impressão 4 x 0 cores em couché 180 g, laminado acoplado em parana 1.9 mm, corte e vinco especial.

Dimensões:

35 cm x 25 cm x 3,5 cm



Tampa azul de 2,0 minutos (110 a 130 segundos) em plástico.

Dimensões:
3,5 cm x 6,7 cm



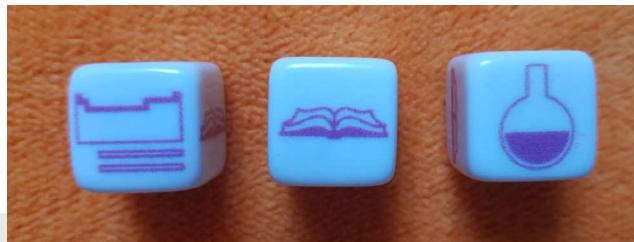
AMPULHETA

1 unidade

Descrição:

A ampulheta pode, alternativamente, ser substituída por um cronômetro de relógio de pulso.

O dado numérico e o dado de pistas podem, alternativamente, ser confeccionados utilizando-se cartolina e massa de modelar.



As faces do dado de pistas indicam, respectivamente, as cartas de pista de: tabela periódica, biblioteca, e laboratório.

DADO DE PISTAS

1 unidade

Descrição:

O dado possui 6 lados brancos em resina, cada um deles com uma das 3 artes disponíveis gravada. Duas faces terão a mesma arte.

Dimensões:

16 mm x 16 mm x 16 mm



DADO NUMÉRICO

1 unidade

Descrição:

6 lados brancos em resina
(numerados de 1 a 6).

Dimensões:

16 mm x 16 mm x 16 mm



COPO PARA DADOS

1 unidade

Descrição:

Azul escuro em plástico.

Dimensões:

7,0 cm x 7,0 cm x 8,0 cm

O copo para dados não é uma peça essencial ao jogo, e o professor pode substituí-lo por

um copo de plástico descartável, cuja função é auxiliar na hora dos alunos jogarem os dados.



Os peões podem ser confeccionados utilizando cartolina e massa de modelar.

PEÕES

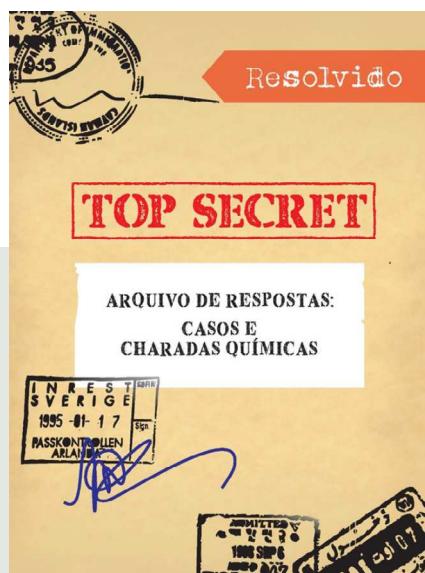
8 unidades

Descrição:

Formato de erlenmeyer, nas cores verde, vermelho, azul, amarelo, preto, branco, rosa e lilás em papelão empastado.

Dimensões:

1,0 cm x 3,5 cm



O livreto do arquivo de respostas e a tabela periódica para consulta dos alunos/jogadores podem ser impressos em papel A4 (sulfite 75g) e plastificados.

ARQUIVO DE RESPOSTAS

1 unidade

Descrição:

Capa: papel couché matte 170 g.
Miolo: papel couché 115 g.

Dimensões:

Livretos no formato aberto A4 e fechado A5.



TABELA PERIÓDICA

1 unidade

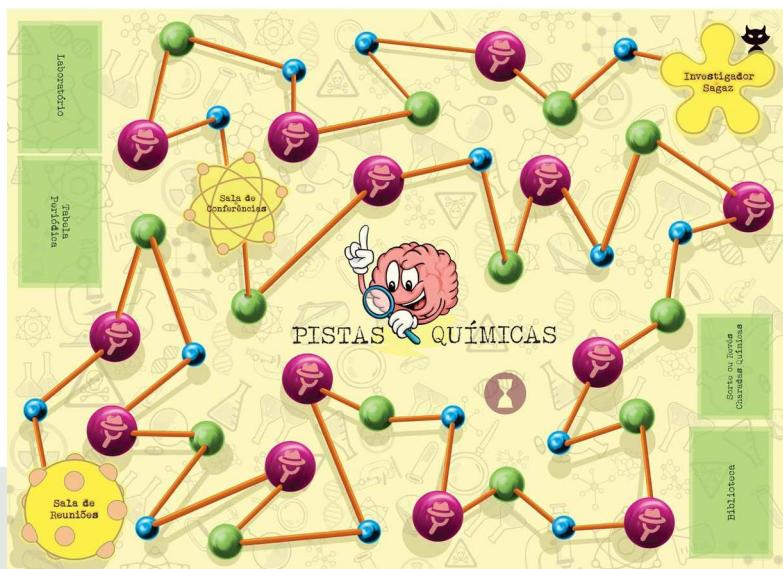
Descrição:

Papel couché matte 170 g, colorida.

Dimensões:

1 folha A4 aberta.





O tabuleiro pode ser confeccionado utilizando cartolina branca ou um papel cartão branco colado em um papelão para dar maior resistência.

TABULEIRO

1 unidade

Descrição:

Com três dobrões, bipartido, acoplado no paraná 1.9 mm com verso chapado em preto.

Dimensões:

Aberto: 64 cm x 46 cm

Fechado: 32 cm x 23 cm

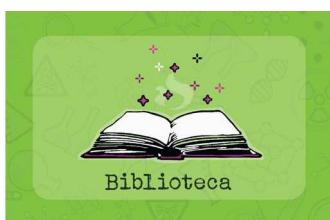


Outras peças do jogo também podem ser produzidas de forma impressa em papel A4 (sulfite 75g), e até mesmo plastificadas, como é o caso das cartas de pista, sorte ou revés e charadas químicas; dos livretos dos casos investigativos; manuais do aluno e do profes-

sor, e do diário do investigador. Ressaltamos que quanto maior a gramatura do papel utilizado para a impressão, mais rígido fica o material. Ademais, a plastificação preserva o material, de modo que ele pode ser utilizado por mais tempo.



Laboratório



Biblioteca



Tabela Periódica



CARTAS DE PISTA

222 unidades

Descrição:

Impressão em couché reforçado 300 g, face da frente laminada e o verso fosco.

Dimensões:

70 mm x 110 mm



CARTAS DE SORTE OU REVÉS E CHARADAS QUÍMICAS

64 unidades

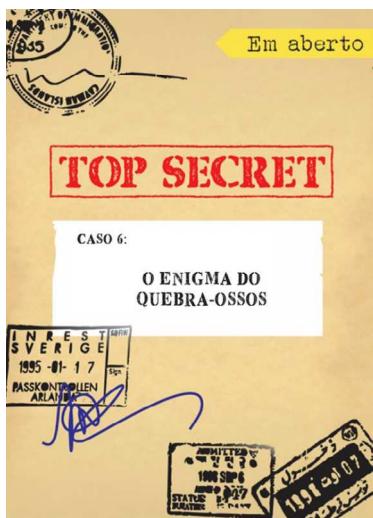
Descrição:

Impressão em couché reforçado 300 g, face da frente laminada e o verso fosco.

Dimensões:

63 mm x 88 mm





CASOS INVESTIGATIVOS

6 unidades (casos de 1 a 6)

Descrição:

Capa: papel couché matte 170 g.

Miolo: papel couché 115 g.

Dimensões:

Livretos no formato aberto A4 e fechado A5.



MANUAL DO PROFESSOR

1 unidade

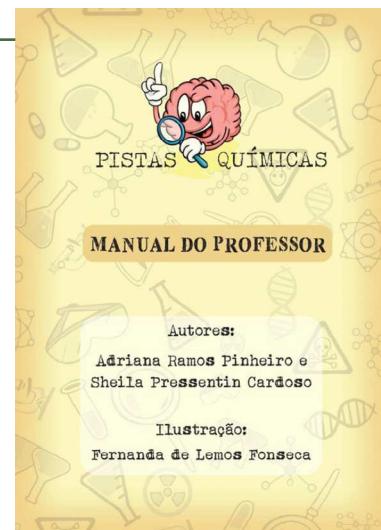
Descrição:

Capa: papel couché matte 170 g.

Miolo: papel couché 115 g.

Dimensões:

Livretos no formato aberto A4 e fechado A5.



MANUAL DO ALUNO

1 unidade

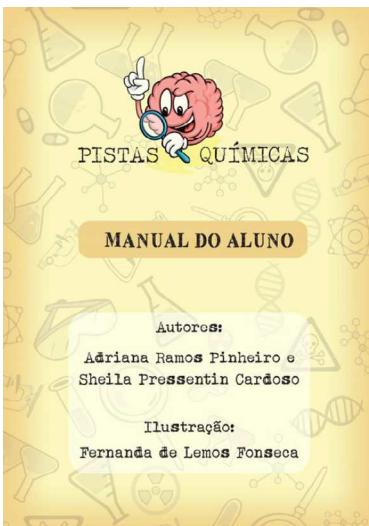
Descrição:

Capa: papel couché matte 170 g.

Miolo: papel couché 115 g.

Dimensões:

Livretos no formato aberto A4 e fechado A5.



DIÁRIO DO INVESTIGADOR

1 unidade

Descrição:

Papel couché matte 115 g em tons de cinza (preto e branco).

Dimensões:

1 folha A4 dobrada ao meio (fólder).

FECHADO: frente e verso.

Área para resumir	PISTAS QUÍMICAS <i>Diário do Investigador</i> Identificação do caso Nome: _____ Assinatura sobre o caso
-------------------	--



Aberto: parte interna.

Plano colocado	Plano colocado	Plano colocado	Plano colocado
(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)	(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)	(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)	(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)
(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)	(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)	(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)	(2 - pt) (3 - pt) (3 - pt)
Elementos químicos suspeitos			

Para a confecção das peças do jogo é interessante que o professor busque uma parceria com a disciplina de artes da escola. Esta parceria pode ser bastante positiva, visto que, durante a confecção das peças, “o professor já pode incitar os estudantes sobre a temática do caso investigativo de acordo com os conceitos químicos que deve-

rão ser discutidos em sala de aula” (Francisco, 2017, p. 38). Ademais, concordamos com o autor que ainda esclarece que “as diversas sugestões dos estudantes abrirão algumas opções contextuais para o professor elaborar o caso” (Francisco, 2017, p. 38).

Os casos investigativos; manuais do professor e do aluno; as cartas de pis-

ta, sorte ou revés e charadas químicas; o diário do investigador, e tabuleiro são peças que merecem uma atenção mais detalhada e, por isto, são tratadas de forma individualizada na sequência deste texto.

CASOS INVESTIGATIVOS

O jogo apresenta seis casos investigativos disponibilizados na forma de podcasts e livretos, cada um contando, em detalhes, histórias diferentes. Estes casos investigativos são numerados de um a seis.

Sugerimos que os alunos escolham o caso a ser jogado no início da aula, contudo, o professor pode optar por definir o caso que quer abordar na turma. No final de cada caso, é feita uma pergunta que deve

ser respondida para que o caso seja solucionado. As respostas para os seis casos investigativos são disponibilizadas no arquivo de respostas.

Os casos abordados no jogo didático são todos de autoria própria, e têm como fontes de inspiração artigos científicos e sites na internet. Destacamos que para a elaboração dos casos foram selecionados temas relacionando a química à aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais.

Todos os casos produzidos são apresentados:

no formato de uma narrativa, ou seja, expõem uma série de acontecimentos; são curtos, não provocando uma análise tediosa; apresentam diálogos, o que pode auxiliar na compreensão da situação; e buscam despertar o interesse dos leitores, a partir de questões curiosas para crianças e adolescentes (Queiroz; Sacchi, 2020, p. 16).

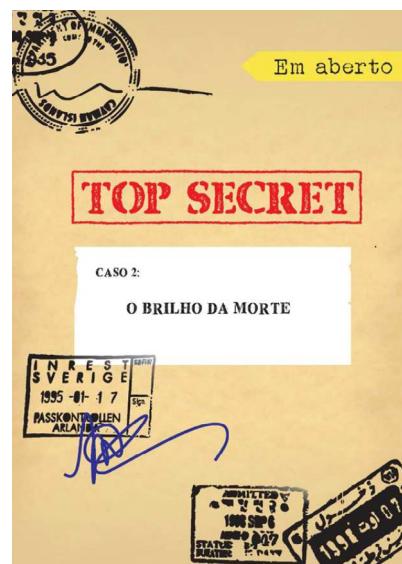
Ademais, envolvem um conflito, incluem citações, buscam despertar o interesse do aluno pela questão levando-o a uma tomada de decisão frente ao problema abordado.

**CASO 1****O caso do combustível misterioso****Questões abordadas:**

Combustíveis fósseis, impacto ambiental e fontes de energia renováveis.

Elemento químico abordado:

Hidrogênio (H).

**CASO 2****O brilho da morte****Questões abordadas:**

Descarte indevido de equipamentos de radioterapia, impacto ambiental e saúde pública.

Elemento químico abordado:

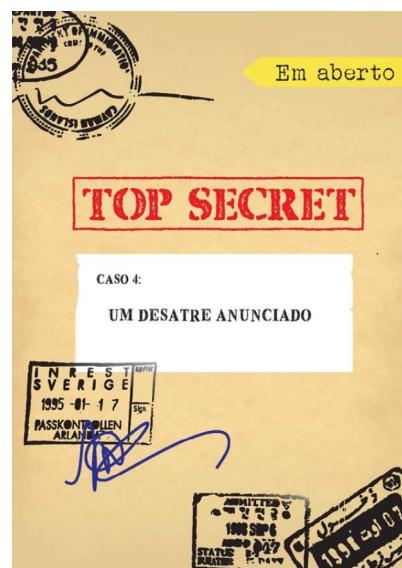
Césio (Cs).

**CASO 3****O serial killer da Barra da Tijuca****Questões abordadas:**

Contraste radiológico adulterado, diminuição de custos de produção de medicamentos e saúde pública.

Elemento químico abordado:

Bário (Ba).

**CASO 4****Um desastre anunciado****Questões abordadas:**

Descarte indevido de catalisadores a base de mercúrio, poluição hídrica, contaminação da fauna marinha e saúde pública.

Elemento químico abordado:

Mercúrio (Hg).



CASO 5 A fumaça branca da morte

Questões abordadas:

Descarte indevido de baterias automotivas de chumbo-ácido, poluição do solo, atmosférica e hídrica, contaminação da fauna e da flora, e saúde pública.

Elemento químico abordado: Chumbo (Pb).

Os elementos químicos abordados nos casos foram selecionados em virtude de sua importância para o desenvolvimento da área da química. Um átomo de hidrogênio, por exemplo, consiste em um próton e um elétron. Apesar da simplicidade de sua estrutura atômica, o hidrogênio tem propriedades químicas ricas e variadas. Por conta disto, ele possui grande importância para o desenvolvimento da química teórica, e foi essencial no desenvolvimento das teorias atômicas e de ligação (Housecroft; Sharpe, 2013). Ademais, Shriver *et al.* (2008) chamam atenção para o fato de que, apesar de

possuir um único elétron, em certas circunstâncias o hidrogênio pode se ligar a mais do que um átomo simultaneamente. Portanto, o hidrogênio forma mais compostos do que qualquer outro elemento.

Os demais elementos químicos abordados, célio, bário, mercúrio, chumbo e cádmio, se caracterizam por serem metais dos blocos s, p e d da tabela periódica. O célio pertence ao grupo 1 (metais alcalinos), o bário ao grupo 2 (metais alcalinoterrosos), o mercúrio e o cádmio aos metais de transição localizados no grupo 12, e o chumbo pertence ao grupo 14 (grupo do carbono). Os metais têm pa-



CASO 6 O enigma do quebra-ossos

Questões abordadas:

Descarte indevido de sais de cádmio, poluição hídrica, contaminação da fauna marinha e de arrozais, e saúde pública.

Elemento químico abordado: Cádmio (Cd).

pel importante no desenvolvimento da civilização, desde a história antiga até as sociedades modernas. A sociedade moderna conta com uma variedade de metais utilizados na fabricação de ferramentas, máquinas e outros itens. Os químicos, por exemplo, encontram utilização até para os metais menos abundantes à medida que buscam materiais que atendam às necessidades tecnológicas de evolução. Neste cenário, os metais apresentam uma química variada e bastante interessante (Brown; Lemay; Bursten, 2005).

CASO 1: O CASO DO COMBUSTÍVEL MISTERIOSO

O caso 1 intitulado “O caso do combustível misterioso” foi produzido com base na necessidade cada vez maior de se buscar fontes de energia renováveis, e que impactem menos o meio ambiente. Estêvão (2008) afirma que os combustíveis fósseis são os recursos energéticos mais utilizados desde que descobertos, e a principal fonte de energia do planeta. A autora destaca que a fumaça liberada pelo escapamento dos veículos movidos a combustíveis fósseis é a principal causa da poluição nos grandes centros urbanos. Ademais, a queima destes combustíveis é responsável por um quinto de toda a emissão de dióxido de carbono (CO_2) do planeta. Portanto, em virtude do seu impacto ambiental e por conta de serem uma fonte

de energia finita, o futuro dos combustíveis fósseis é limitado (Estêvão, 2008).

Segundo Vasconcelos (2017), as especulações financeiras em torno dos combustíveis fósseis, provocam um aumento exagerado nos seus preços, tornando seu consumo quase que impraticável. Em virtude disto, pesquisas sugerindo a substituição dos combustíveis fósseis por outras fontes de energia mais eficientes, renováveis e que impactem menos o meio ambiente são necessárias. Indo além nesta discussão, Estêvão (2008) sinaliza que diversas montadoras de veículos automotivos estão investindo pesado na produção de veículos movidos a combustíveis renováveis para substituir os veículos movidos a combustíveis

fósseis, e o hidrogênio está sendo utilizado como combustível alternativo. A autora ressalta que o hidrogênio possui propriedades químicas ricas e variadas, além de ser um elemento químico abundante no universo, e produzir apenas H_2O como produto de suas reações. Para ouvir o podcast produzido para o caso 1, acesse o QRcode abaixo. Destacamos que no desenvolvimento dos podcasts os textos sofreram algumas alterações, em relação aos textos escritos nos livretos, de modo a adequá-los a este veículo, contudo sem promover alteração nas informações.

APONTE A CÂMERA
DO SEU CELULAR E
OUÇA O PODCAST DO
CASO 1



Acesse com a câmera
ou toque no QRCode.

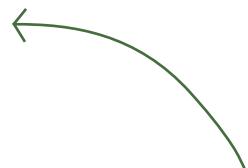
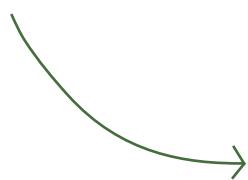
CASO 2: O BRILHO DA MORTE

O caso 2 intitulado “O brilho da morte”³ foi produzido com base em uma história real que ocorreu no ano de 1987 envolvendo uma série de eventos que desencadearam o maior acidente radioativo do mundo fora de uma usina nuclear. Dois moradores de Goiânia acharam um aparelho de radioterapia abandonado nas ruínas de um antigo instituto de radiologia. Os dois levaram o aparelho para um ferro-velho e o desmontaram no intuito de vender as peças de ferro e chumbo, o que lhes rendeu um bom dinheiro. O aparelho conteve por anos uma fonte

de césio-137, o isótopo radioativo do elemento césio (Cs). Ao desmontar o equipamento a marretadas, acabaram por violar a fonte, provocando o espalhamento do composto radioativo que se apresentou na forma de um pó branco semelhante ao sal de cozinha, que no escuro emanava um brilho azul fascinante. Encantados com tamanha beleza, os dois moradores levaram o material para casa e começaram a distribuir fragmentos do tamanho de um grão de arroz para parentes e amigos que, tornaram-se uma fonte radioativa, aumentando a gravidade

e a abrangência do acidente. Como os efeitos biológicos provocados pela exposição à radiação ionizante podem levar anos para aparecer, é difícil mensurar o número total de vítimas e a gravidade dos efeitos causados, pois isto depende da dose de radiação recebida (Vieira, 2010; Brasil, 2017). Acesse o QRcode abaixo e ouça o podcast produzido para o caso 2.

APONTE A CÂMERA
DO SEU CELULAR E
OUÇA O PODCAST DO
CASO 2



Acesse com a câmera
ou toque no QRCode.

³ Caso inspirado no documentário “Césio 137 – O Brilho da morte” produzido por Laura Pires (2003), com cerca de 25’ e 17” de duração, disponível em: https://youtu.be/JYn_PYVBsig?si=ObZfDKD2r3EDVY21.

CASO 3: O SERIAL KILLER DA BARRA DA TIJUCA

O caso 3 intitulado “O *serial killer* da Barra da Tijuca” foi produzido com base em uma história real que ocorreu no ano de 2003 envolvendo a intoxicação de diversas pessoas após o uso de um contraste radiológico em serviços de saúde. Na época, foram investigados 185 casos de intoxicação relacionados à exposição ao contraste radiológico nos estados de Goiás, Rio de Janeiro, Maranhão, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. Do total

de casos investigados, 153 foram confirmados e muitos dos intoxicados ficaram com graves sequelas. Além disto, 21 óbitos por intoxicação aguda foram registrados. O contraste radiológico é o Celobar®, fabricado pelo Laboratório Enila Indústria e Comércio de Produtos Químicos e Farmacêuticos S.A., localizado no município do Rio de Janeiro, e seu princípio ativo é o sulfato de bário (BaSO_4) na forma de suspensão em água (1g/mL),

composto químico responsável pelo efeito do contraste (Tubino; Simoni, 2007; Brasil, 2017). Ouça o podcast produzido para o caso 3 acessando o QRcode abaixo. Destacamos que o nome real do contraste radiológico foi substituído por outro, fictício.

APONTE A CÂMERA
DO SEU CELULAR E
OUÇA O PODCAST DO
CASO 3



Acesse com a câmera
ou toque no QRCode.

CASO 4: UM DESASTRE ANUNCIADO

O caso 4 intitulado “Um desastre anunciado”⁴ foi produzido com base em uma história real que teve início na década de 40, logo após a Segunda Guerra Mundial. Uma indústria chamada Chisso Co. Ltd. começou a usar o metilmercúrio, na produção de resinas sintéticas e plastificantes, descarregando os resíduos em um rio que desaguava na Baía de Minamata, localizada ao sul da Província de Kumamoto, no Japão. Anos se passaram e, em 1956, duas crianças foram

levadas a um hospital local, exibindo um quadro de disfunção nervosa. Este foi o primeiro de uma série de casos que terminaram em loucura ou morte. Aos poucos, outras pessoas apareceram apresentando sintomas que incluíam convulsões severas, surtos de psicose, perda de consciência, febre alta e, em casos extremos, paralisia e morte. Em princípio, os médicos acharam que se tratava de uma doença contagiosa, mas após uma minuciosa investigação clínica,

descobriram que se tratava de uma contaminação em massa por exposição prolongada ao mercúrio (Hg). A doença ficou conhecida como “Doença de Minamata”, uma síndrome neurológica severa causada por envenenamento por mercúrio (Harada, 1995). Acesse o QRcode abaixo e ouça o podcast produzido para o caso 4.

APONTE A CÂMERA
DO SEU CELULAR E
OUÇA O PODCAST DO
CASO 4



Acesse com a câmera
ou toque no QRCode.

⁴ Caso inspirado no filme: MINAMATA. 2020. (115 min).

CASO 5: A FUMAÇA BRANCA DA MORTE

O caso 5 intitulado “A fumaça branca da morte” foi produzido com base na história real de contaminação em massa causada pela fábrica de baterias para carros Ajax, uma das maiores do interior de São Paulo na época. No ano de 2002 ficou comprovada a presença de chumbo (Pb) no sangue de mais de 300 crianças vizinhas da fábrica, localizada em Bauru (SP). O setor de fundição de chumbo da fábrica funcionou perto de cinco bairros da cidade, e os moradores da região relataram que, quando chegava próximo das 21

horas, uma enorme nuvem de fumaça branca cobria o bairro inteiro. Além disto, a Ajax fez buracos no solo da área no entorno da fábrica e enterrou dejetos de chumbo e plantou grama por cima. Por conta disto, a fábrica conseguiu contaminar o ar, o solo e as águas subterrâneas da região. O caso retratou, especificamente, a história de David Pereira⁵, um jovem atualmente com cerca de 32 anos, e que convivia desde bebê com os efeitos colaterais causados pela contaminação pelo metal (Tomita; Padula, 2005; Padula *et al.*,

2006). Para ouvir o podcast produzido para o caso 5, acesse o QRcode abaixo. Destacamos que os nomes reais de David Pereira e sua mãe, e da fábrica de baterias para carros foram substituídos por outros, fictícios.

APONTE A CÂMERA
DO SEU CELULAR E
OUÇA O PODCAST DO
CASO 5



Acesse com a câmera
ou toque no QRCode.

⁵ Detalhes desta história no artigo, Bauru e Marília de 2018, disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2018/08/29/jovem-de-bauru-vive-ha-mais-20-anos-com-sequelas-de-contaminacao-por-chumbo.ghtml>.

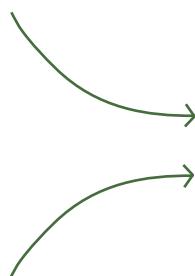
CASO 6: O ENIGMA DO QUEBRA OSSOS

O caso 6 intitulado “O enigma do quebra-ossos” foi produzido com base na história real de contaminação em massa ocorrida na cidade de Toyama⁶, no Japão. Durante parte do século XX o Japão esteve em guerra, e estes conflitos geraram uma demanda grande por metais, o que levou a um aumento da atividade minadora em Toyama. Lá havia, na época, a mina de Kamioka, de propriedade da Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd. Durante anos, a mina descarregou seus

dejetos no Rio Takahara, em uma área de cultivo de arroz. Um dos contaminantes foi o cádmio (Cd) que se depositou ao longo do leito do Rio e no solo subjacente às plantações de arroz. Os habitantes da região beberam e usaram a água contaminada na irrigação dos campos de arroz, contaminando os grãos. Ao beber a água e consumir os grãos de arroz contaminados, os habitantes da região foram severamente intoxicados. Os habitantes contaminados relataram for-

tes dores nas pernas e na coluna, os ossos se deformaram e quebraram, e os rins funcionaram mal até a falência completa. Como a medicina na época não era tão avançada, passaram-se décadas até que um médico local começou a estudar a “doença do itai-itai” e denunciou os efeitos causados pela contaminação pelo metal (Nordberg, 2009; Fernandes; Mainier, 2014). Ouça o podcast produzido para o caso 6 acessando o QRcode abaixo.

APONTE A CÂMERA
DO SEU CELULAR E
OUÇA O PODCAST DO
CASO 6



Acesse com a câmera
ou toque no QRCode.



Para resolver os casos são fornecidas pistas relacionadas ao caso escolhido que são coletadas no decorrer de uma partida. Neste viés, as pistas foram elaboradas de acordo com o contexto apresentado nas referências utilizadas para a produção dos casos, e nos conteúdos de química geral que selecionamos para abordar no jogo. Mais à frente no texto, falamos detalhadamente sobre as pistas quando abordamos os tipos de cartas produzidas para o jogo didático.

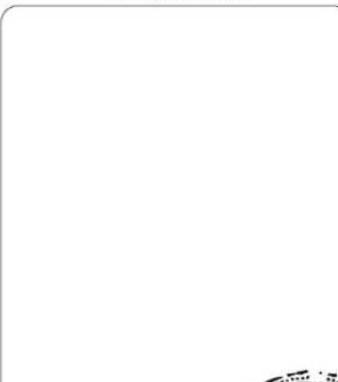
⁶ Detalhes desta história estão em dois artigos, disponíveis em: <https://www.ecodebate.com.br/2009/08/21/um-veneno-chamado-cadmio/> e <https://www2.jornalcruzeiro.com.br/materia/328222/a-doenca-do-doi-doi>.

DIÁRIO DO INVESTIGADOR

É uma peça fundamental para o desenrolar do jogo, tanto para os alunos quanto para o professor. É no diário do investigador que os alunos fazem as principais anotações sobre o caso investigativo escolhido para ser jogado. Ademais, é nele que os alunos anotam as pistas relacionadas ao caso escolhido que são coletadas no decorrer de uma partida. Esta sistematização ajuda os alunos a estruturarem seus argumentos de modo a solucionar o caso.

Para o professor, a apreciação do diário do investigador o leva a fazer uma avaliação formativa dos conteúdos químicos abordados no caso investigativo escolhido para ser jogado. Através da análise das anotações contidas nele, o professor consegue entender como os alunos organizam seu pensamento e detecta erros e falhas conceituais oriundas do processo de ensino e de aprendizagem. A partir desta análise, o professor pode refletir sobre como seus alunos estão enten-

dendo o conteúdo, assim como ele próprio o está ministrando. Por fim, abre-se a possibilidade para que o próprio educador, a partir do feedback dos alunos, repense sobre sua prática pedagógica e sobre como os próprios conteúdos químicos estão sendo ministrados.

<p>FRENTE E VERSO DO DIÁRIO DO INVESTIGADOR</p> <hr/> <p>Área para rascunhos</p> 	<h2>PISTAS QUÍMICAS</h2> <h3>Diário do Investigador</h3> <p>Identificação do caso:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Número: _____ Nome: _____ </div> <p>Anotações sobre o caso:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-top: 10px;"></div>
---	---

Pistas colectadas:			Pistas solutadas:		
$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$	$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$
$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$	$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$
$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$	$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$
$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$	$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$
$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$	$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$
$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$	$\text{TP} - \text{H}_2$	$\text{S} - \text{H}_2$	$\text{L} - \text{H}_2$
Elementos químicos sospechosos					

PARTE INTERNA PARA ANOTAÇÕES DOS ALUNOS/JOGADORES

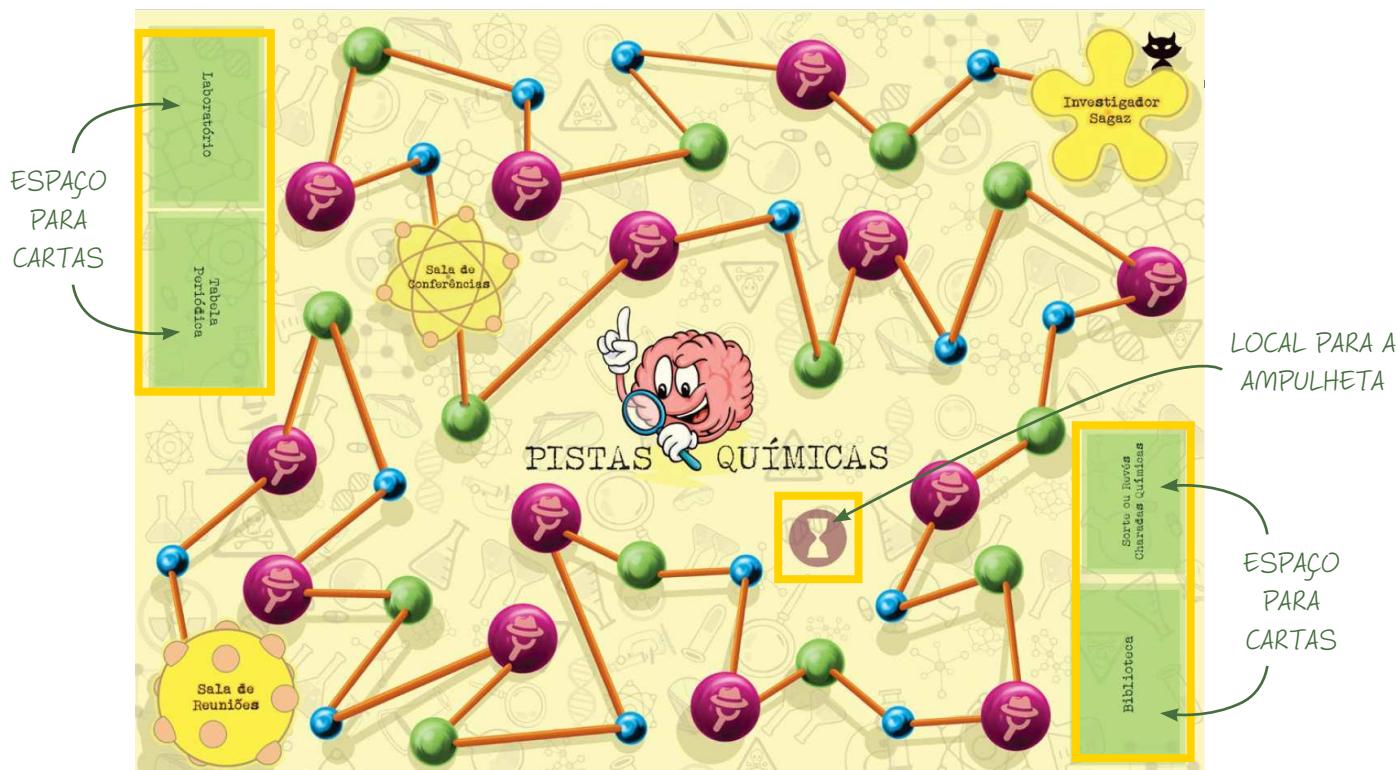
CASAS DO TABULEIRO

O tabuleiro do jogo é constituído por quarenta e três casas, quatro espaços para serem colocadas as cartas que são utilizadas nas partidas disputadas, e um espaço para colocar

a ampulheta que é usada para marcar o tempo que os grupos têm para ler as cartas de pista, e anotar as principais informações no diário do investigador. Apresentamos o tabuleiro do

jogo Pistas Químicas abaixo, com destaque para os espaços para colocar as cartas e a ampulheta.

TABULEIRO DO JOGO



As quarenta e três casas do tabuleiro estão divididas em: Casa da Sala de Reuniões; Casas Verdes; Casas Azuis; Casas de Pistas; Casa da Sala de Conferências, e Casa do Investigador Sagaz.

A seguir são apresentadas cada uma destas casas e suas funções no tabuleiro:

(i) Casa da Sala de Reuniões: casa de onde os peões saem e o jogo se inicia;

(ii) Casas Verdes: nestas casas, o grupo recebe uma carta que pode ser de sorte, revés ou charada química, que são misturadas e agrupadas em um local específico no tabuleiro. As cartas de sorte trazem um bônus

para o grupo, as cartas de revés trazem um ônus para o grupo e as cartas de charada química trazem uma charada que, se for corretamente resolvida pelo grupo, permite o acesso automático ao professor para tirar dúvidas sobre as pistas recebidas e sobre o raciocínio lógico traçado pelo grupo para a resolução do caso escolhido;

(iii) Casas Azuis: casas neutras; isto é, nada ocorre ao cair nelas. O grupo de jogadores aguarda até a próxima rodada do jogo;

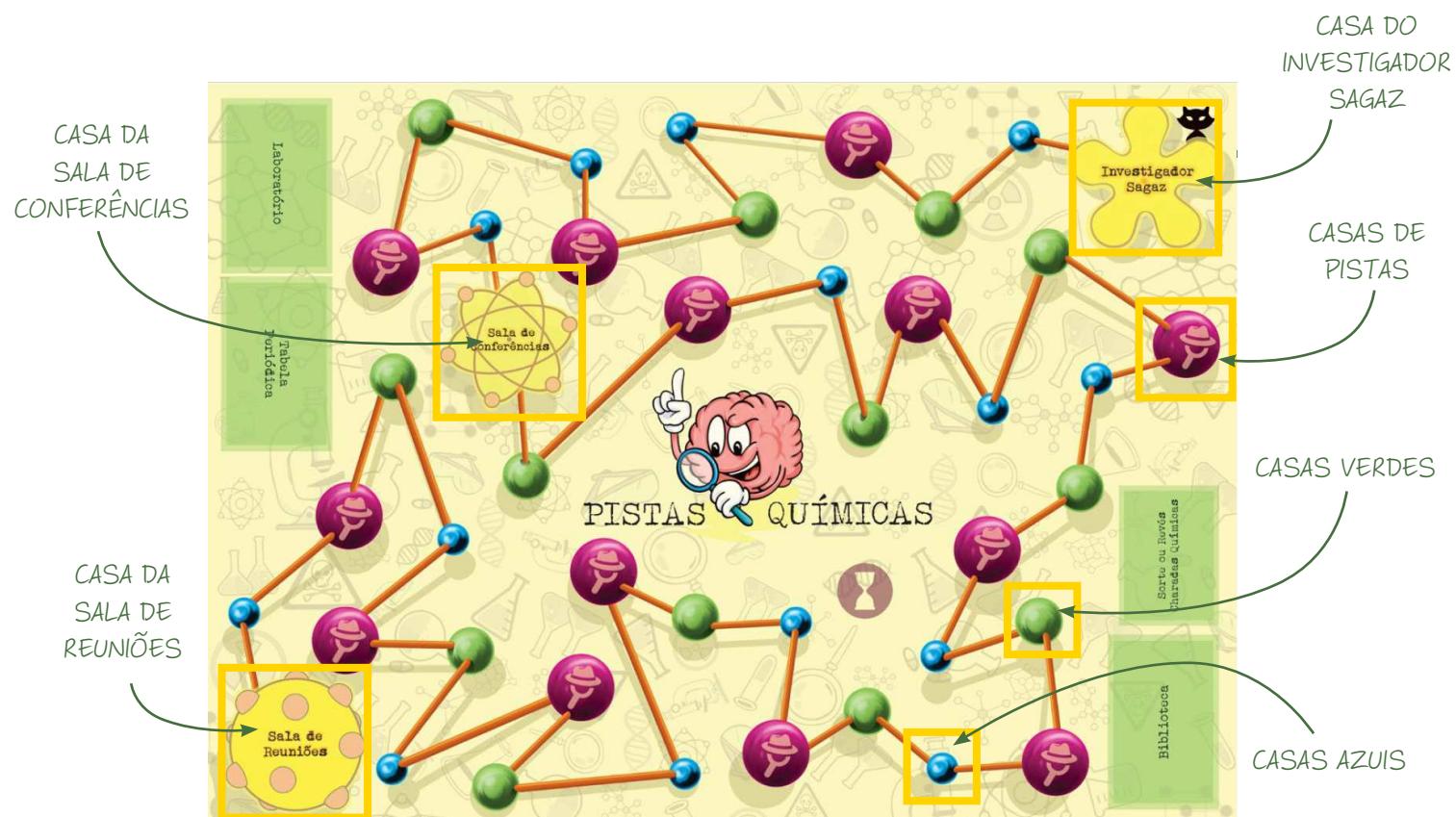
(iv) Casas de Pistas: nestas casas, o grupo recebe o dado de pistas de seis faces, onde existem as opções de Pista de Biblioteca, Pista de Tabela Periódica e Pista de Laboratório. A face do dado que cair para cima orienta o tipo de carta de pista que o grupo recebe. A carta de pista é fornecida ao grupo, que tem dois minutos, marcados na ampulheta ou no cronômetro do relógio, para lê-la silenciosamente, anotar as principais informações no diário do investigador, e o jogo prossegue. Em hipótese alguma as pistas recebidas podem voltar a ser lidas durante o jogo; portanto, ao receber uma carta de pista, o grupo anota as informações fornecidas, respeitando o tem-

po da ampulheta, por mais que algumas pareçam insignificantes. Por vezes, uma informação aparentemente sem importância pode ser essencial para elucidar o caso;

(v) Casa da Sala de Conferências: ao cair nesta casa, ou ao passar por ela, o grupo de jogadores tem a possibilidade de dar a solução para o caso se achar que já possui pistas suficientes para isso. Caso o grupo ainda não tenha informações suficientes para solucionar o caso, o jogo prossegue;

(vi) Casa do Investigador Sagaz: é a última casa do jogo. O grupo que chega nesta casa dá, obrigatoriamente, uma solução para o caso escolhido, apresentando-a somente ao professor. Se a resposta estiver errada, o grupo volta à Casa da Sala de Reuniões para coletar mais pistas com o propósito de

chegar à correta solução para o caso. O primeiro grupo a responder de forma correta termina o jogo em 1º lugar. Caso o professor opte por finalizar o jogo nesse momento, o grupo vencedor apresenta para a turma a resposta correta para o caso investigativo. O desenho das casas do tabuleiro foi pensado de modo a fazer uma alusão às diferentes teorias atômicas que surgiram e evoluíram ao longo dos tempos. Desta forma, e com uma visão simplista e aproximada, a Casa da Sala de Reuniões, a Casa da Sala de Conferências, e a Casa do Investigador Sagaz, representam, respectivamente, os modelos atômicos de Thomson, Rutherford-Bohr e o modelo atômico moderno que traz Schrödinger como o centro das atenções. Já as Casas Verdes, Azuis e de Pistas, representam o modelo atômico de Dalton.



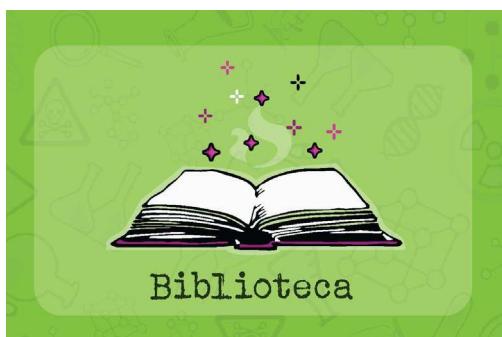
TIPOS DE CARTAS

As cartas do jogo foram divididas em: Cartas de Pista, Cartas de Sorte ou Revés, e Cartas de Charada Química.

Iniciamos apresentando as Cartas de Pista, que são divididas em Pistas de Biblioteca, Tabela Periódica e Laboratório. Estas cartas apresen-

tam sentenças que fornecem dados para a solução do caso através de fatos e circunstâncias como, por exemplo, propriedades físicas, químicas, estrutura atômica, configuração eletrônica, função química, reatividade, processo de obtenção industrial ou em labo-

ratório, relacionadas à espécie química envolvida no contexto do caso escolhido. Após selecionar os conteúdos de química geral a serem abordados no jogo, estes conteúdos foram organizados de acordo com o tipo de carta de pista, como mostrado a seguir.

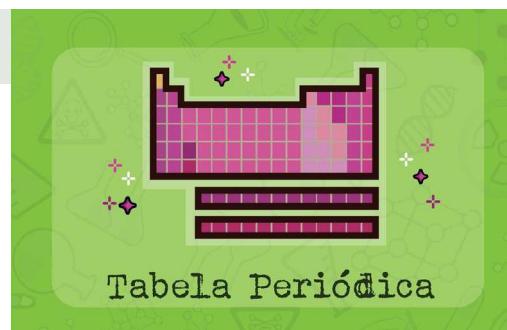


CARTA DE PISTA DE BIBLIOTECA

Teoria atômico-molecular (fórmulas químicas, estrutura fundamental das substâncias, substâncias puras simples e compostas, misturas), ligações químicas, radioatividade, descoberta, extração, abundância e aplicações.

CARTA DE PISTA DE TABELA PERIÓDICA

Propriedades físicas (pontos de fusão e ebulação, massa específica), estrutura atômica (nímeros atômico e de massa, isótopos, íons e espécies isoeletrônicas), configuração eletrônica e tabela periódica, propriedades periódicas (raios atômico e iônico, energia de ionização, afinidade eletrônica e eletronegatividade).



CARTA DE PISTA DE LABORATÓRIO

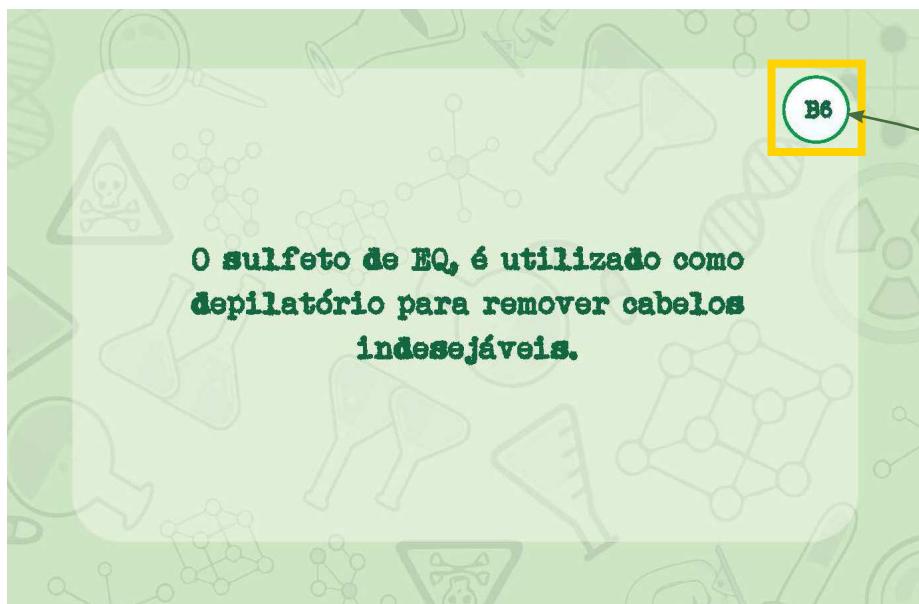
Processos de obtenção industrial ou em laboratório, funções químicas (ácidos, bases, óxidos e sais), solubilidade e reações químicas.

Nas imagens a seguir, são apresentados, respectivamente, exemplos de informações contidas nas cartas de pistas de biblioteca, tabela periódica e laboratório. As cartas de pista são identificadas através

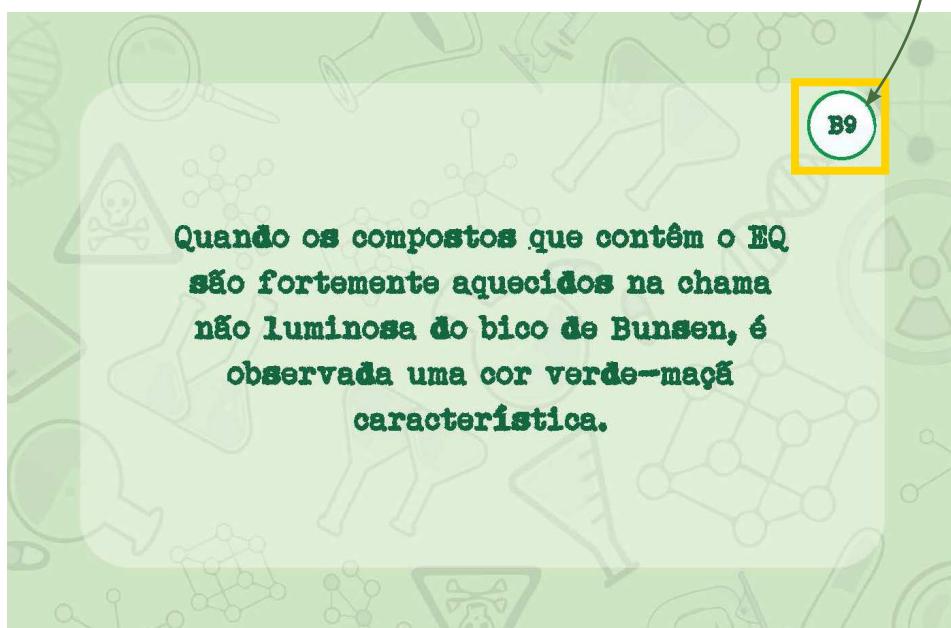
vés de um código alfanumérico que contém suas iniciais, seguidas de um número em algarismos arábicos como, por exemplo, B1 para a pista de biblioteca n. 1, TP1 para a pista de tabela periódica n. 1, ou L1

para a pista de laboratório n. 1, e assim sucessivamente. Este sistema de códigos ajuda os jogadores a organizar as pistas coletadas durante o jogo no diário do investigador.

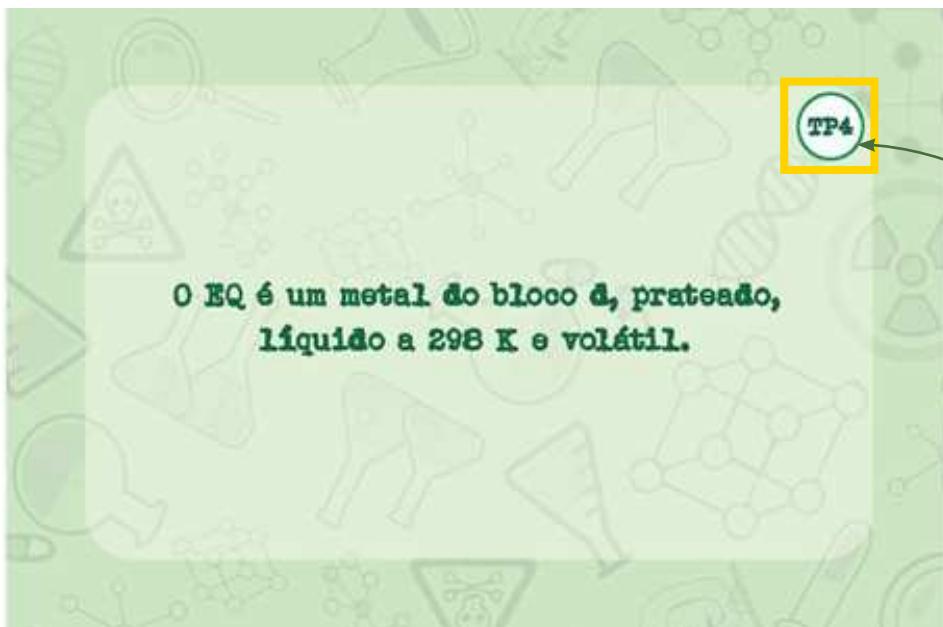
PISTAS DE BIBLIOTECA



CÓDIGOS
ALFANUMÉRICOS
DAS CARTAS
DE PISTA



PISTAS DE TABELA PERIÓDICA

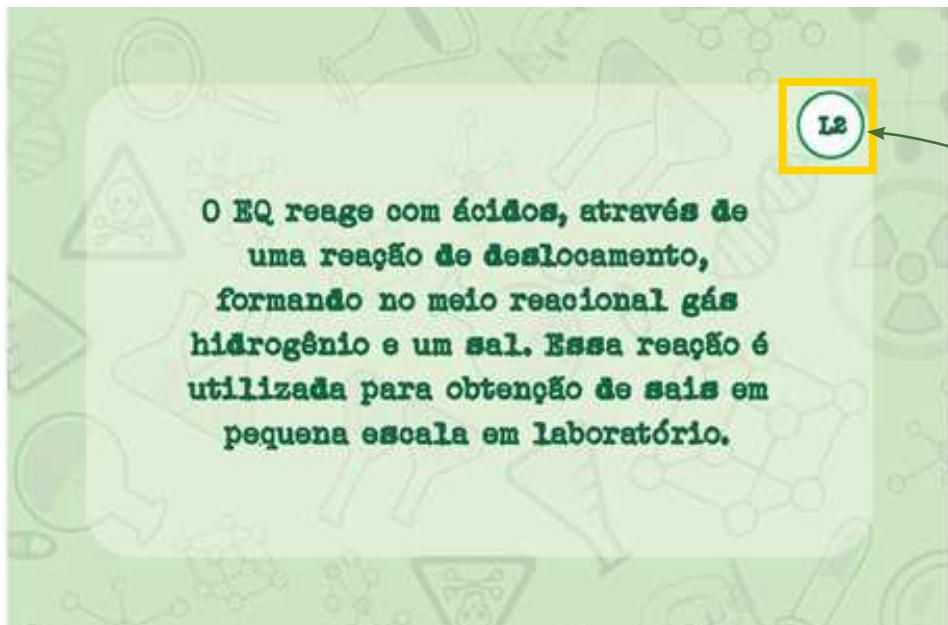


TP4

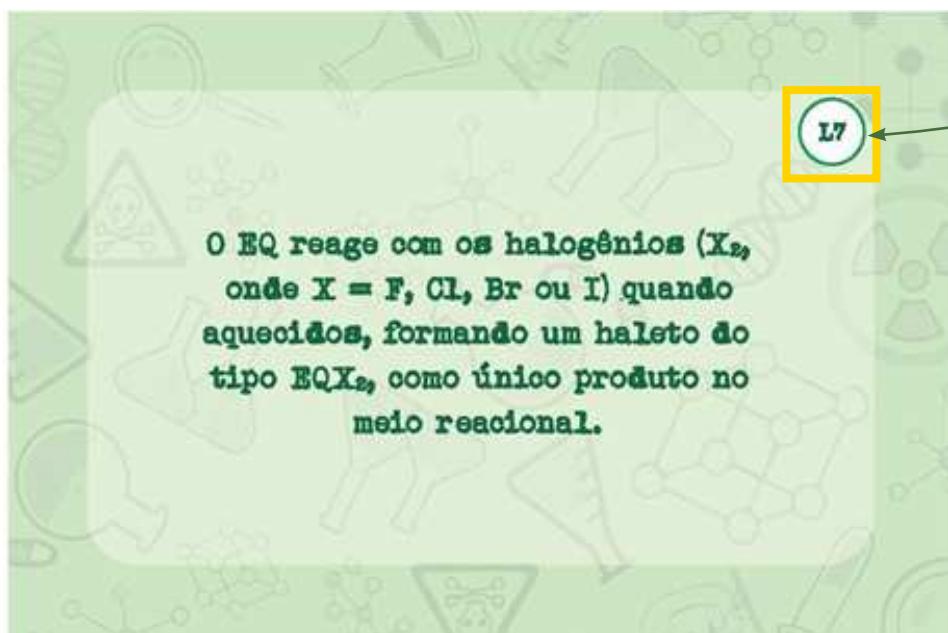
CÓDIGOS
ALFANUMÉRICOS
DAS CARTAS
DE PISTA

TP13

PISTAS DE LABORATÓRIO



O EQ reage com ácidos, através de uma reação de deslocamento, formando no meio reacional gás hidrogênio e um sal. Essa reação é utilizada para obtenção de sais em pequena escala em laboratório.



O EQ reage com os halogênios (X_2 , onde X = F, Cl, Br ou I) quando aquecidos, formando um haleto do tipo EQX_2 , como único produto no meio reacional.

CÓDIGOS
ALFANUMÉRICOS
DAS CARTAS
DE PISTA

As cartas de pista selecionadas por um grupo de alunos/jogadores voltam a ser misturadas e agrupadas com as demais do mesmo tipo, o que dá a possibilidade dos outros grupos de alunos/jogadores acessarem a mesma pista.

CARTA DE SORTE OU REVÉS

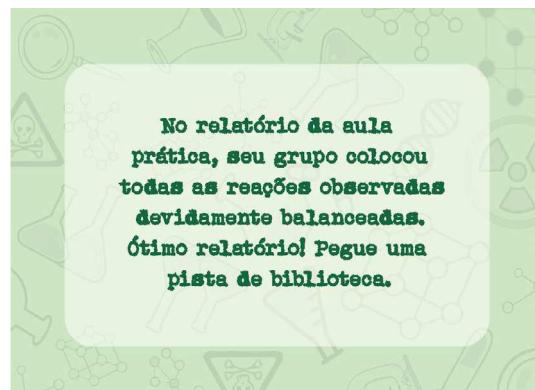
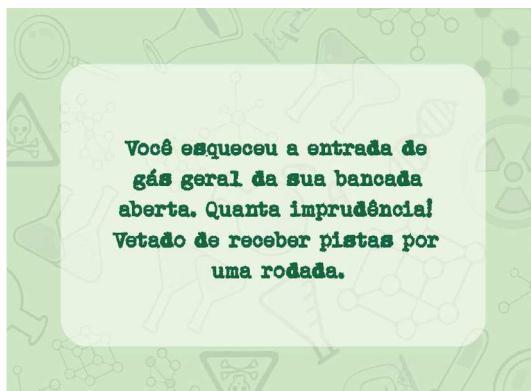
Estas cartas trazem um bônus ou um ônus para o grupo de jogadores como, por exemplo, “avançar casas”, “ganhar uma pista”, “jogar mais uma vez”, “voltar casas”, “ficar uma rodada sem jogar” ou “voltar para a Casa da Sala de Reuniões”.



Em virtude das disciplinas de química geral serem teórico-práticas, estas cartas apresentam sentenças envolvendo procedimentos experimentais que são escritos de modo que o aluno possa refletir criticamente sobre

sus vivências nas aulas de laboratório. Após selecionar os conteúdos dos procedimentos práticos a serem abordados no jogo, estes conteúdos foram organizados, como mostrado a seguir.

VERSO DAS CARTAS DE SORTE OU REVÉS



Noções elementares de segurança em laboratório e apresentação de material básico de laboratório, técnicas de medidas de volume e transferência de reagentes, técnicas de pesagem e determinação de densidade, e técnicas de aquecimento.



CARTA DE CHARADA QUÍMICA

Estas cartas apresentam uma charada que os alunos precisam responder, mas que não têm relação com os casos investigativos elaborados para o jogo. Elas contêm piadas químicas⁷ difundidas por professores e alunos com o intuito de mostrar uma nova e inusitada visão dos conteúdos de química tão temidos e detestados por muitos. Estas cartas fazem

os jogadores perceberem que a química pode ser divertida e curiosa, e servem para deixar o ambiente do jogo mais descontraído. Se a charada química for corretamente resolvida pelo grupo, permite o acesso automático ao professor para tirar dúvidas sobre as pistas recebidas e sobre o raciocínio lógico traçado pelo grupo para a resolução do caso escolhido.

VERSO DAS CARTAS DE CHARADAS QUÍMICAS

As cartas de charadas químicas são identificadas através de um código alfanumérico que contém suas iniciais, seguidas de um número em algarismos árabicos como, por exemplo, CQ1 para a charada química n.1, e assim sucessivamente.



CÓDIGOS ALFANUMÉRICOS DAS CARTAS DE CHARADAS QUÍMICAS

Este sistema de códigos ajuda o professor a achar a resposta da charada química, disponibilizada no arquivo de respostas.

As cartas de sorte ou revés e charadas químicas não voltam para o jogo e são comuns aos seis casos.



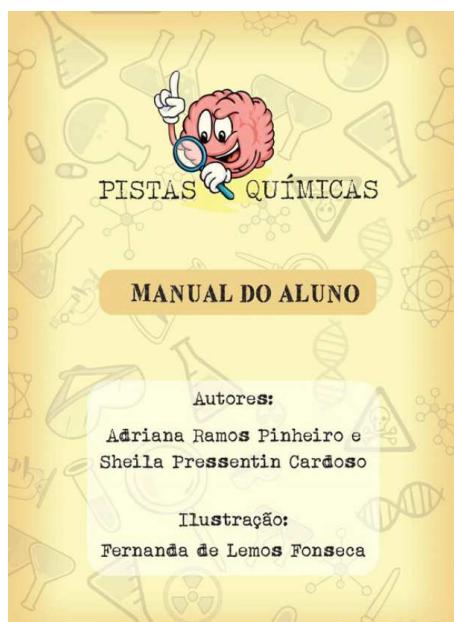
⁷ Referências: BARONI, I.; GIOLO, L.F.; POURRAT, P. **Piadas nerds**: as melhores piadas de química. Campinas: Verus, 2012. BARONI, I.; GIOLO, L.F.; POURRAT, P. **Piadas nerds**: as melhores piadas de física. Campinas: Verus, 2014.

MANUAL DO PROFESSOR E DO ALUNO

Para nortear professores e alunos na utilização do jogo, foram elaborados dois manuais: do aluno e do professor.



MANUAL DO ALUNO



O manual do aluno está dividido nas seguintes seções: objetivo do jogo; casos investigativos; diário do investigador, e regras do jogo. Já o manual do professor contém as seguintes seções: objetivo do jogo; indicação; participantes; estrutura do jogo; regras do jogo, e sugestões.

O manual do aluno é mais sintético e apresenta informações referentes

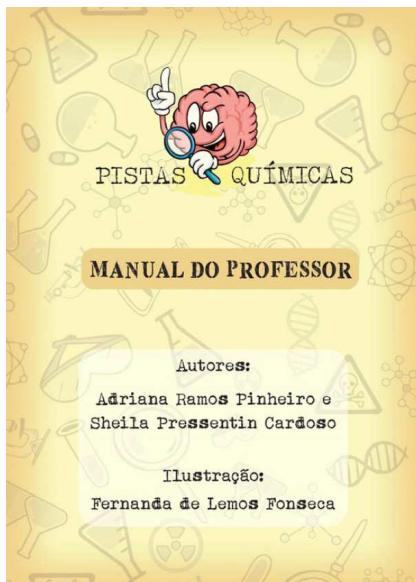
ao objetivo a ser alcançado pelos alunos/jogadores em cada partida, à dinâmica do jogo por rodada, isto é, a forma de jogar propriamente dita, e as principais peças do jogo e suas funções específicas. A ideia é fornecer um panorama geral do jogo aos alunos/jogadores de forma clara e objetiva para que se inicie uma partida sem que se perca tempo excessivo ensinando a dinâmica do jogo.

MANUAL DO PROFESSOR

O manual do professor é mais detalhado e apresenta informações referentes ao objetivo a ser alcançado

pelos professores ao longo de cada partida do jogo, e como o docente deve conduzir cada rodada de modo que

os estudantes participem ativamente da resolução do caso investigativo selecionado.



Por fim, o manual do professor traz sugestões para uma melhor organização do material que envolve cada um dos seis CIs a serem usados no jogo (“kit do caso investigativo”), do material que cada grupo de alunos/jogadores utiliza nas partidas disputadas (“kit do jogador”), e para a condução do debate que pode ser feito após o término de cada

O manual do professor também contém indicações para o docente fazer uso do jogo da melhor maneira possível dentro de sua realidade escolar, levando-se em consideração a turma em que o jogo seja aplicado (1º, 2º ou 3º ano do ensino médio) e o objetivo pedagógico do docente (revisar, reforçar, sintetizar, destacar e organizar conceitos já abordados), bem como a

forma de organização dos participantes (grupos de alunos/jogadores). Além disto, ele traz uma descrição minuciosa das peças do jogo, destacando as principais peças e suas funções específicas, para que o professor possa entender em detalhes a dinâmica do jogo por rodada para esclarecer os alunos/jogadores em caso de dúvidas.

partida do jogo, de modo que o professor possa discutir os conteúdos químicos envolvidos no caso selecionado para cada partida do jogo.

A ideia é fornecer um panorama mais aprofundado do jogo aos professores, de modo que possam esclarecer as dúvidas dos alunos/jogadores de forma clara, objetiva e rápida, e também possam

usar o jogo dentro de suas realidades escolares, no melhor momento dentro do seu planejamento pedagógico, aproveitando seu potencial para discutir os conteúdos químicos envolvidos nos casos, saindo dúvidas, detectando e corrigindo possíveis falhas e erros conceituais, provenientes do processo de ensino e de aprendizagem.

SUGESTÕES

Para uma melhor organização do material que envolve cada um dos seis casos investigativos, sugerimos que o professor compre pastas envelope vai e vem verticais tamanho ofício de cor cristal, para montar o “kit do caso investigativo”. O “kit do caso investigativo” é composto pelo livreto do caso investigativo; arquivo de respostas, contendo as respostas dos casos investigativos e das charadas químicas; manual com as regras do jogo do professor, e pelas cartas de pista de biblioteca, tabela periódica e laboratório relacionadas ao caso.

UM DOS KITS DOS
CASOS INVESTIGATIVOS
MONTADOS PARA O JOGO



PASTA ENVELOPE

Cada pasta envelope vai e vem vertical tamanho ofício de cor cristal recebe dois adesivos na sua parte frontal,

um intitulado “TOP SECRET”, fazendo uma alusão aos arquivos contendo informações confidenciais exibidos em fil-

mes e séries policiais, e um outro, com a identificação do caso investigativo cujos componentes a pasta contém.

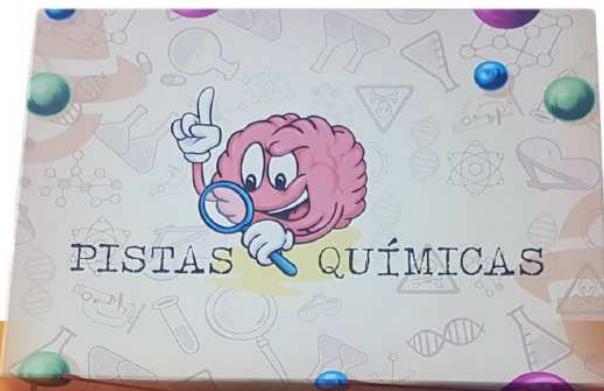


Caso o professor queira, ele pode comprar também pastas com elástico tamanho $\frac{1}{2}$ ofício, nas cores dos peões utilizados no jogo, para montar o “kit do jogador”. O “kit do jogador” é composto pelo diário do investigador, manual com as regras do jogo do aluno, e pela tabela periódica para consulta.



UM DOS KITS DOS JOGADORES MONTADOS PARA O JOGO

TODOS OS KITS
DOS JOGADORES
MONTADOS PARA O
JOGO



Cores das pastas
tamanho ½ ofício
combinando com
as cores dos peões
utilizados no jogo.

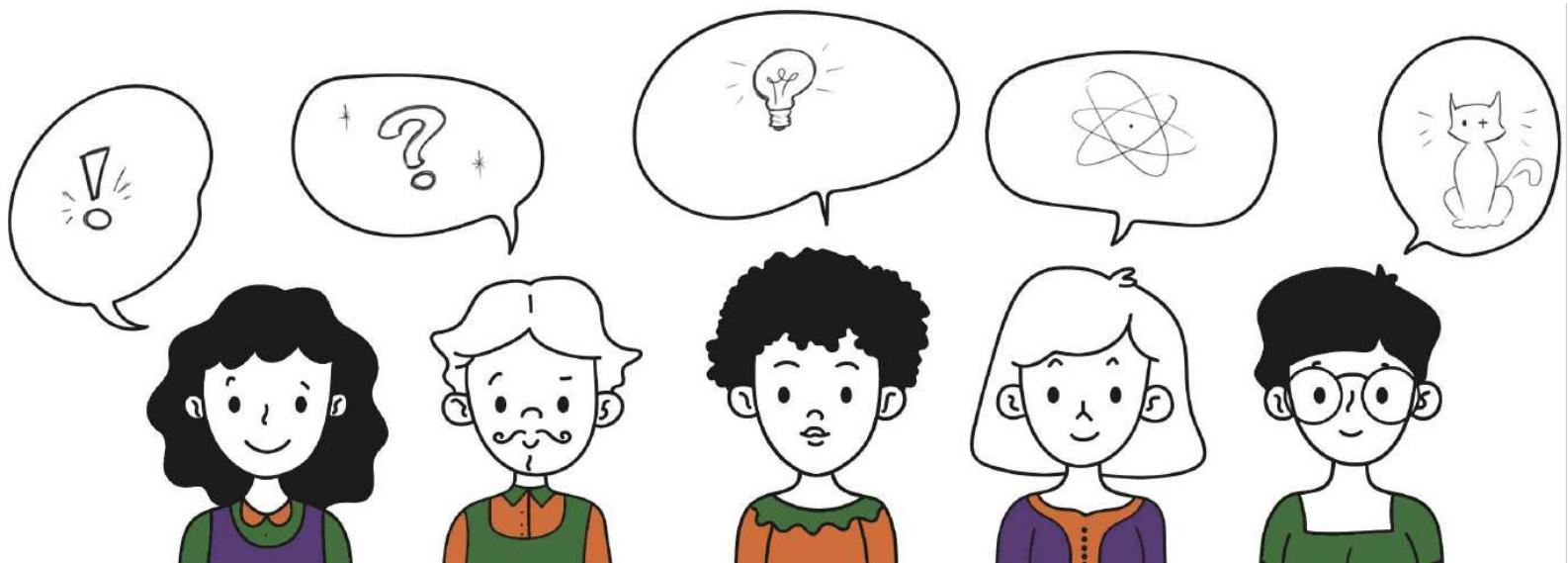


Sugerimos que após o término do jogo seja feito um debate em que cada grupo de jogadores apresente em voz alta para todos os outros participantes as principais informações extraídas das pistas recebidas e o raciocínio lógico que os levou à solução do caso investigativo. Este momento é

importante para que o professor possa discutir os conteúdos químicos envolvidos no caso, sanando dúvidas, detectando e corrigindo possíveis falhas e erros conceituais provenientes dos processos de ensino e de aprendizagem.

Por fim, ressaltamos que este momento é importan-

te não só para finalizar o jogo, mas também para que o educador possa obter respostas sobre como seus alunos estão entendendo os conteúdos por ele ministrados em sala de aula e como ele próprio os está ministrando.



Como mencionado anteriormente, o manual do professor traz sugestões para uma melhor organização do material que envolve cada um dos seis CIs a serem usados no jogo, do material que cada grupo de alunos/jogadores utiliza nas partidas disputadas, e para a condução de um debate que pode ser feito após o término de cada partida do jogo. Estas

sugestões são inerentes ao professor, e não foram colocadas no manual do aluno.

Por fim, caro leitor, ressaltamos que todas as sugestões por nós fornecidas servem de apoio para um melhor aproveitamento do jogo em sala de aula, mas não se esgotam por aqui.

POR TANTO, USE E ABUSE DE TODAS AS SUGESTÕES FORNECIDAS NESTE GUIA DO PROFESSOR, E SINTA-SE À VONTADE PARA USAR TODA SUA CRIATIVIDADE E FAZER OUTROS AJUSTES QUE TORNEM A INCLUSÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS EM SUA SALA DE AULA AINDA MAIS PROVEITOSA.



REFERÊNCIAS

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. **Casos Marcantes da Trajetória da Vigilância Sanitária.** Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2017. 55 p.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química, a ciência central.** Tradução Robson Mendes Matos. Consultoria técnica André Fernando de Oliveira; Astréa F. de Souza Silva. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- ESTÊVÃO, T. E. R. **O Hidrogénio como combustível.** 2008. Relatório do Projecto Final/Dissertação do MIEM (Mestrado Integrado de Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.
- FERNANDES, L. H.; MAINIER, F. B. Os riscos da exposição ocupacional ao cádmio. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 194-199, jun. 2014.
- FRANCISCO, W. Na “Pele” de Sherlock Holmes: em busca de um Ensino de Química mais Investigativo e Desafiador. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 26-46, jan./jul. 2017.
- HARADA, M. Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution. **Critical Reviews in Toxicology**, UK, v. 25, n. 1, p. 1-24, 1995.
- HOUSECROFT, C. E.; SHARP, A.G. **Química Inorgânica.** Tradução e revisão técnica Edilson Clemente da Silva; Júlio Carlos Afonso; Oswaldo Esteves Barcia. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 1.
- NORDBERG, G. Historical perspectives on cadmium toxicology. **Toxicology and Applied Pharmacology**, Detroit, v. 238, n. 3, p. 192-200, ago. 2009.
- PADULA, N. A. M. R.; ABREU, M. H. de.; MIYAZAKI, L. C. Y.; TOMITA, N. E.; GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA DA INTOXICAÇÃO POR CHUMBO EM CRIANÇAS DE BAURU – GEPICCB. Intoxicação por chumbo e saúde infantil: ações intersetoriais para o enfrentamento da questão. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 163-171, jan. 2006.
- QUEIROZ, S.L.; SACCHI, M. S. (org.). **Estudos de caso no ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental.** São Carlos, SP: Diagrama Editorial, 2020.
- SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W.; OVERTON, T. L.; ROURKE, J. P.; WELLER, M. T.; ARMSTRONG, F. A. **Química Inorgânica.** Tradução Roberto de Barros Faria; Cristina Maria Pereira dos Santos. Consultoria, supervisão e revisão técnica Roberto de Barros Faria. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- TOMITA, N. E.; PADULA, N. A. M. R.; GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA DA INTOXICAÇÃO POR CHUMBO EM CRIANÇAS DE BAURU – GEPICCB. Intoxicação por chumbo em crianças e o discurso da imprensa. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10 (Supl.), p. 111-119, set./dez. 2005.
- TUBINO, M.; SIMONI, J de A. Refletindo sobre o caso Celobar®. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 505-506, abr. 2007.

VASCONCELOS, Y. A ascensão dos elétricos: automóveis movidos a eletricidade deverão representar 16% da frota mundial até 2030. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ano 18, n. 258, p. 18-27, ago. 2017.

VIEIRA, S. de A. **O Drama Azul**: Narrativas sobre o sofrimento das vítimas do evento radiológico do Césio-137. 2010. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2010.



PARA SABER UM POUCO MAIS SOBRE...

LINKS PARA ACESSO A CASOS INVESTIGATIVOS (MÉTODO DO CASO) E PROBLEMAS (MÉTODO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS / ABP)

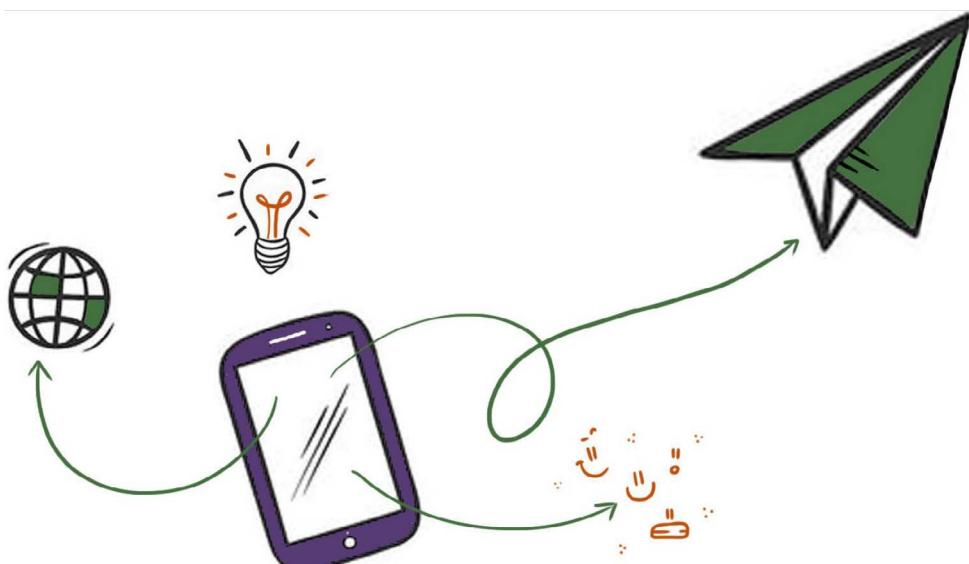


- <https://gpeqsc.iqsc.usp.br/estudo-de-caso/>
- <https://gpeqsc.iqsc.usp.br/estudos-de-caso-interrompidos/>
- <https://www.nsta.org/case-studies>
- <https://itue.udel.edu/pbl/problems/?discipline1=Chemistry>

LINKS PARA ACESSO A JOGOS



- <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/176548?offset=0>
- <https://lequal.quimica.ufg.br/p/4054-jogos-diversos>
- <https://ladquim.iq.ufrj.br/publicacoes.html>



SUGESTÕES DE LEITURAS COMPLEMENTARES

ALMEIDA, P. N. de. **Educação lúdica:** Teorias e práticas. São Paulo: Loyola, 2013. (Reflexões e fundamentos, 1. Série Educação lúdica).

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação.** Tradução Patrícia Chittoni Ramos. Revisão técnica e apresentação à edição brasileira Gisela Wajskop. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BROUGÈRE, G. **Brinquedo e cultura.** Revisão técnica e versão brasileira Gisela Wajskop. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010. (Coleção Questões da nossa época, 20).

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens:** a máscara e a vertigem. Tradução Maria Ferreira. Revisão técnica da tradução Tânia Ramos Fortuna. Petrópolis: Vozes, 2017.

CAVALCANTI, E. L. D. **O lúdico e avaliação da aprendizagem:** possibilidades para o ensino e a aprendizagem de química. 2011. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

CAVALCANTI, E. L. D. **Role playing game e ensino de química.** Curitiba: Appris, 2018.

CLEOPHAS, M. G. das; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas é Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os Pingos nos “is”. In: CLEOPHAS, M. G. das; SOARES, M. H. F. B. (org.). **Didatização lúdica no ensino de química/ciências:** teorias de aprendizagem e outras interfaces. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 33-43.

CUNHA, M.B. da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012.

ESCREMIN, J. V.; CALEFI, P. S. **Jogos, ensino e formação de professores reflexivos.** Curitiba: Appris, 2018. (Coleção Educação, tecnologias e transdisciplinaridade).

FIALHO, N. N. **Jogos no ensino de Química e Biologia.** Curitiba: Intersaber, 2013. (Coleção Metodologia do ensino de biologia e química, 8).

FRANCISCO, W. **Casos investigativos e a relação com o saber:** estreitando laços no ensino de química em nível superior. 2015. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

GARCEZ, E.S.C. **O lúdico em ensino de Química:** um estudo do estado da arte. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

HERREID, C. F. Case Studies in Science - A Novel Method of Science Education. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 23, n. 4, p. 221-229, feb. 1994.

HERREID, C. F. What is a case? Bringing to Science Education the Established Teaching Tool of Law and Medicine. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 27, n. 2, p. 92-94, nov. 1997.

HERREID, C. F. What Makes a Good Case? Some Basic rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 27, n. 3, p. 163-165, dec. 1997/jan. 1998a.

HERREID, C. F. Sorting Potatoes for Miss Bonner. Bringin Order to Case-Study Methodology through a Classification Scheme. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 27, n. 4, p. 236-239, fev. 1998b.

HERREID, C. F. The Interrupted Case Method. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 35, n. 2, p. 4-5, oct. 2005.

HERREID, C. F. (ed.). **Start with a story: the case study method of teaching college science**. Arlington, Virginia: NSTA Press, 2007.

HERREID, C. F. Case Study Teaching. **New Directions for Teaching and Learning**, New York, n. 128, p. 31-40, Winter, 2011.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. Tradução João Paulo Monteiro. Revisão Mary Amazonas Leite de Barros. Produção Ricardo W. Neves; Sérgio Kon. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2018. (Coleção Estudos).

KISHIMOTO, T.M. O Brinquedo na Educação: Considerações Históricas. **Ideias**, São Paulo, n. 7, p. 39- 45, jun. 1990.

KISHIMOTO, T.M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T.M. (org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 15-48.

KISHIMOTO, T.M. **O jogo e a educação infantil**. 1. ed. rev. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

KISHIMOTO, T.M. (org.). **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

LEMES, A. A.; SOUZA, R. S. Jogos na educação química a partir da classificação de Roger Caillois: uma análise dos artigos da revista química nova na escola. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 5, n. 1, p. 96-117, jan./dez. 2021.

LEONTIEV, A.N. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. In: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Produção José Carlos Santa Luzia. Revisão Lucy de Fátima Guello dos Santos. Alice Miyashiro. Jonas Pereira dos Santos. 11. ed. São Paulo, SP: Ícone, 2010. p. 119-142. (Coleção Educação Crítica).

MESSEDER NETO, H. da S. **O lúdico no ensino de Química na perspectiva histórico-cultural**: Além do espetáculo, além da aparência. Curitiba: Prismas, 2016.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. de. O lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 360-368, nov. 2016.

PINHEIRO, A.R.; CARDOSO, S. P. O lúdico no ensino de ciências: uma revisão na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Insignare Scientia**, Santa Cata- rina, v. 3, n. 1, p. 57-76, jan./abr. 2020.

PINHEIRO, A.R.; CARDOSO, S. P. Perspectiva de professores sobre metodologias ativas: demandas para o uso do método do caso no ensino de química. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 11, n. 12, p. e123111234256, set. 2022.

PINHEIRO, A.R.; CARDOSO, S. P. Atividades lúdicas no ensino de química: perspectiva de professores sobre o tema. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 7, p. 25- 41, jan./dez. 2023.

QUEIROZ, S.L.; SILVA, E. M. S. (org.). **Estudo de caso para o ensino de química 1**. Curitiba: CRV, 2017.

QUEIROZ, S.L.; ALEXANDRINO, D. M. (org.). **Estudo de caso para o ensino de química 2**. Curitiba: CRV, 2018.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Estudo de casos no ensino de química. 2. ed. rev. São Paulo: Átomo, 2010.

SILVA, da.B.; CORDEIRO, M.R. e KILL, K.B. Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química Inorgânica. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 27-34, fev. 2015.

SOARES, M.H.F.B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química**. 2. ed. Goiânia: Kelps, 2015.

VIGOTSKI, L. S. A brincadeira e o seu papel no desenvolvimento psíquico da criança. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 23-36, jun. 2008.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009. (Coleção Textos de psicologia).

VIGOTSKII, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Produção José Carlos Santa Luzia. Revisão Lucy de Fátima Guello dos Santos. Alice Miyashiro. Jonas Pereira dos Santos. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010. p. 103-117. (Coleção Educação Crítica).



