$Q = m.c.\Delta T$

$Q = m.L$

# Jogo didático de calorimetria com audiodescrição e braile



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

N972j Nunes, Ingrath Narrayany da Costa, 1988 -
Jogo didático de calorimetria com audiodescrição e braile / Ingrath Narrayany da Costa Nunes e Bianca Martins dos Santos. -2020.
49 f.: il.; 30 cm.

Produto Educacional (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - MPECIM. Rio Branco, 2020.
Inclui referências bibliográficas, anexos.

1. Estudos físicos da água. 2. Calor sensível e latente. 3. Jogo didático. I. Santos, Bianca Martins dos. II. Título.

CDD: 510.7

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882

# Jogo didático de calorimetria com audiodescrição e braile

Ingrath Narrayany da Costa Nunes

Bianca Martins Santos

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – MPECIM

Universidade Federal do Acre – UFAC

Março de 2020

# Sumário

**Apresentação** ..... 3

**Conceitos físicos trabalhados no jogo** ..... 4

**Estrutura do jogo e descrição do tabuleiro** ..... 7

**Descrição da Dinâmica do jogo** ..... 12

**Moldes para confecção do jogo** ..... 20

**Materiais e procedimentos utilizados para confecção do jogo** ..... 32

**Materiais e procedimentos utilizados para confecção do jogo adaptado** ..... 37

**Apêndice: Descrição da capa** ..... 47

# Apresentação

Caro discente e docente,

A Proposta deste "Jogo com audiodescrição e braille sobre os estados físicos da água, calor sensível e calor latente" é abordar uma atividade lúdica com práticas inclusivas, sobre os estados físico da água assunto, tema estudado geralmente no segundo ano do Ensino Médio. Esta publicação é fruto do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM) da Universidade Federal do Acre (UFAC) em parceria com o Grupo de Pesquisa e Extensão em Ensino de Ciências (GPEEC).

Este material tem por objetivo proporcionar ao docente da componente curricular de física, uma opção a mais de recurso didático para alunos com DV e videntes terem acesso à experiências diversificadas, que podem trazer uma contribuição significativa no ensino e aprendizado, além de poder facilitar a prática pedagógica do professor. São apresentados as regras para aplicação de um jogo didático com audiodescrição e braile, bem como os procedimentos para a adaptação de cada andar do jogo de tabuleiro em alto relevo e em texturas diferentes. Este material possui uma versão em: braile, audiodescrição na versão de arquivo de áudio e ampliado em tinta na forma de E-book.

A aplicação deste material tem a finalidade de servir como suporte para o trabalho do professor com os alunos em sala de aula de maneira inclusiva. O Jogo é composto por um manual que descreve e traduz a ludicidade através da audiodescrição e braile, tendo as regras do jogo adaptado, proporcionando a autonomia do aluno DV. No Apêndice está acrescentado a descrição da capa do Jogo. Faça bom uso dele!

Ingrath Narrayany da Costa Nunes e Bianca Martins Santos.

## Conceitos físicos trabalhados no jogo

Os conceitos físicos trabalhados no jogo são pontuados a seguir.

O cálculo do calor necessário para variação de temperatura, sem que o estado físico da substância mude. Ou seja, o cálculo do calor sensível: $Q = m.c.\Delta T$, onde $m$ é a massa da substância, $c$ é o calor específico e $\Delta T = T_f - T_i$ é a variação de temperatura do sistema, temperatura final menos temperatura inicial.

- Se a temperatura final for maior que a temperatura inicial, $Q > 0$ (o calor é positivo), significa que o sistema esquentou, portanto, o sistema recebeu calor, ou melhor, o calor foi cedido ao sistema.
- Se a temperatura final for menor que a temperatura inicial, $Q < 0$ (o calor é negativo), significa que o sistema esfriou, portanto o sistema perdeu calor, ou melhor, o calor foi removido do sistema.
- Além disso, para cada estado físico da substância, deve-se observar o uso correto do calor específico, pois o valor do calor específico muda: para o gelo ($c_g = 0{,}55\ \frac{cal}{g°C}$); a água ($c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}$); e o vapor d'água ($c_v = 0{,}50\ \frac{cal}{g°C}$).

O cálculo do calor necessário para mudar o estado físico da matéria, mantendo a temperatura constante. Ou seja, o cálculo do calor latente: $Q = m.L$, onde $m$ é a massa da substância e $L$ é o calor latente envolvido na transformação.

- Para a transformação do sólido para o líquido, a temperatura da água permanece constante no valor do ponto de fusão, de forma que no estado inicial têm-se o gelo a 0°C e no estado final têm-se a água a 0°C; para esta transformação utiliza-se o valor de L = 80 cal/g. Enquanto que para a transformação do líquido para o gasoso, a temperatura da água permanece constante no valor do ponto de ebulição, de forma que no estado inicial têm-se a água a 100°C e no estado final têm-se o vapor d'água a 100°C; para esta transformação

utiliza-se o valor de L = 540 cal/g. Em ambos os casos a energia do sistema aumentou. Embora a temperatura permaneça constante, na transformação a estrutura das partículas (átomos ou moléculas) que compõem a substância alteraram o seu estado: de organizadas, agregadas e movendo-se com pouca facilidade (sólido); para menos organizadas, estado de agregação menor e movendo-se mais facilmente (líquido); e para muito pouco organizadas, completamente livres e movendo-se com muita facilidade (gasoso). Em tais casos, o sistema recebeu calor (o calor foi cedido ao sistema) para que a energia interna aumente, logo, $Q > 0$ (o calor é positivo).

- Para a transformação do estado gasoso para o líquido, a temperatura da água permanece constante no valor do ponto de condensação, de forma que no estado inicial têm-se o vapor a 100°C e no estado final têm-se a água a 100°C; para esta transformação utiliza-se o valor de L = 540 cal/g. Enquanto que para a transformação do líquido para o sólido, a temperatura da água permanece constante no valor do ponto de solidificação, de forma que no estado inicial têm-se a água a 0°C e no estado final têm-se o gelo a 0°C; para esta transformação utiliza-se o valor de L = 80 cal/g. Em ambos os casos a energia do sistema diminui. Embora a temperatura permaneça constante na transformação, a estrutura das partículas (átomos ou moléculas) que compõem a substância alteraram o seu estado: de muito pouco organizadas, completamente livres e movendo-se com muita facilidade (gasoso); para mais organizadas, estado de agregação maior e movendo-se menos facilmente (líquido); e para organizadas, agregadas e movendo-se com pouca facilidade (sólido). Em tais casos, o sistema perde calor para que a energia interna diminua, logo, $Q < 0$ (o calor é negativo).

O conceito de que calor é a energia em trânsito entre o sistema e o ambiente.

- Quando $Q > 0$ (o calor positivo) significa que a energia fluiu para o sistema, ou seja, o sistema recebeu calor. Para o calor sensível, significa que a temperatura aumentou, enquanto que para o calor latente, significa que a energia interna aumentou à temperatura constante. Em ambos os casos, o estado das partículas que compõem a substância mudou.
- Quando $Q < 0$ (o calor negativo) significa que a energia fluiu do sistema, ou seja, o sistema perdeu calor. Para o calor sensível, significa que a temperatura diminuiu, enquanto

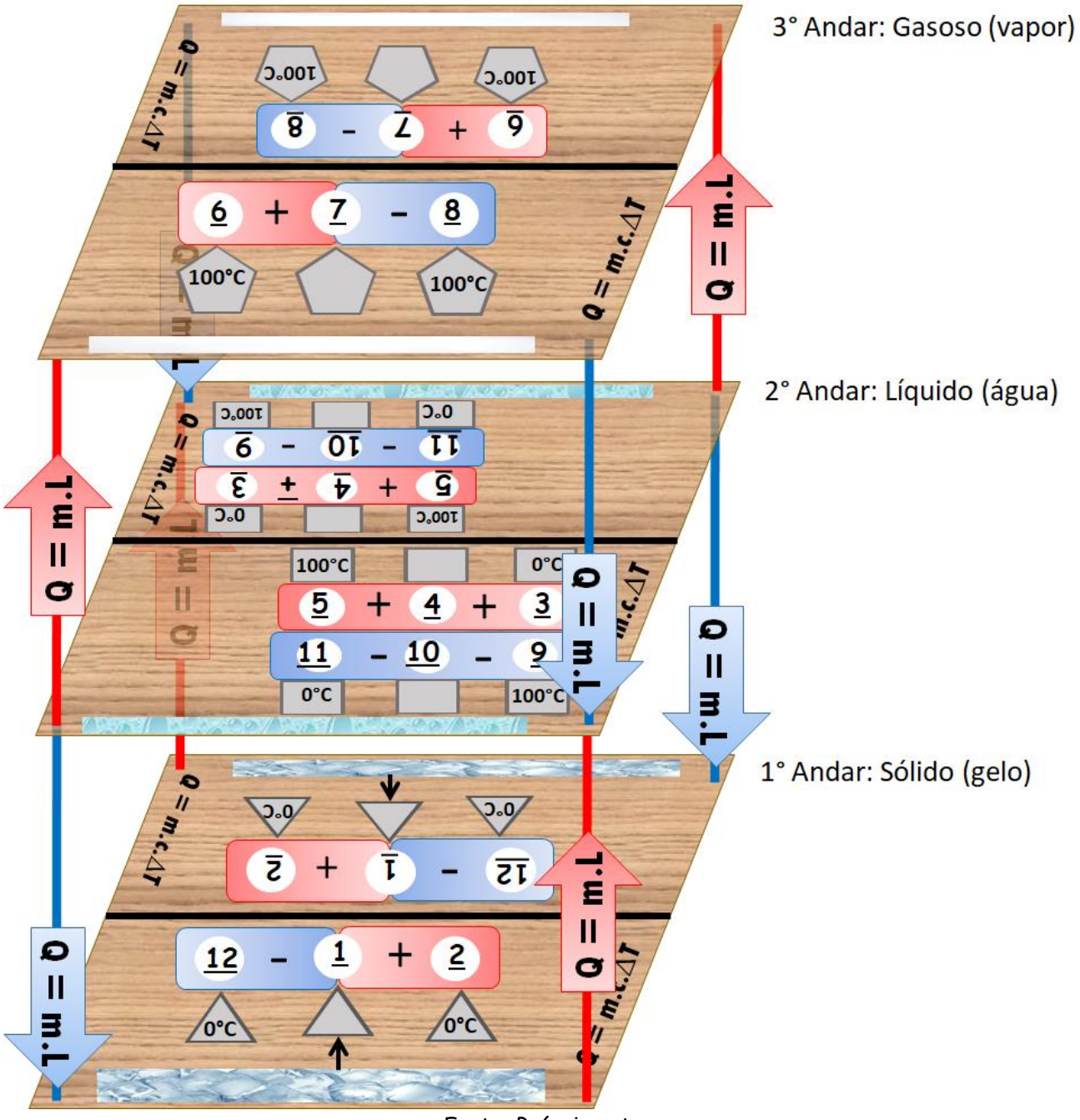
que para o calor latente, significa que a energia interna diminuiu à temperatura constante. Em ambos os casos, o estado das partículas que compõem a substância mudou.

Questões conceituais sobre calorimetria. Além do conceito de que a temperatura é a medida da energia térmica dos corpos e está associada ou estado de agitação das partículas de um corpo.

- Quanto mais agitadas, maior será a temperatura.
- Quanto menos agitadas, menor será a temperatura.

## Estrutura do jogo e descrição do tabuleiro

Figura 1: Esquema da estrutura do jogo




Fonte: Próprio autor

O jogo possui três andares de tabuleiros confeccionados em MDF, no formato retangular com as bordas arredondadas. Em cada andar existe uma linha grossa de papel posicionado no centro do tabuleiro para delimitar a região de cada jogador, possibilitando a partida ser disputada por dois jogadores. O primeiro andar com uma fina camada na parte inferior de

textura de miçangas, representa o estado sólido; o segundo andar com uma fina camada na parte inferior de textura lisa (amoeba), representa o estado líquido; e o terceiro andar com uma fina camada na parte inferior de textura de algodão, representa o estado gasoso. Em particular, optou-se por tomar como substância que compõem o sistema: a água. Assim, o primeiro andar representa o gelo; o segundo andar a água; e o terceiro andar o vapor d'água (Figura 1).

O jogo contempla a disputa entre dois jogadores ou duas equipes, os andares do jogo foi construído para ser posicionado exatamente no centro entre os dois jogadores, pois a metade do tabuleiro acomoda a trilha de um jogador e a outra metade (oposta) contém a trilha do jogador adversário. Cada jogador deve se posicionar de frente para a borda mais larga do tabuleiro. São detalhados a seguir apenas os componentes presentes na metade dos tabuleiros que compõem os três andares do jogo, pois, a outra metade (oposta) é idêntica. Para evidenciar a divisão das trilhas de cada jogador, na metade do tabuleiro de cada andar tem-se uma linha em alto relevo destacando a divisão dos tabuleiros.

O primeiro andar é a base da estrutura, e sobre ele, quatro hastes localizadas nas extremidades, apoiam o segundo andar. A haste do lado direito, na cor vermelha, com a seta fixada no meio e voltada para cima, representa o calor latente de fusão ($Q = m.L$; positivo), indicando o caminho por onde o sistema recebe calor, mudando o estado físico de sólido para o líquido. A haste do lado esquerdo, na cor azul, com a seta fixada na ponta e voltada para baixo, representa o calor latente de solidificação ($Q = m.L$; negativo), indicando o caminho por onde o sistema perde calor, mudando o estado físico de líquido para sólido.

E sobre o segundo andar, outras quatro hastes, localizada nas extremidades, apoiam o terceiro andar. A haste do lado direito, na cor azul, com a seta fixada na ponta e voltada para baixo, representa o calor latente de liquefação ($Q = m.L$; negativo), indicando o caminho por onde o sistema perde calor, mudando o estado físico de gasoso para líquido. A haste do lado esquerdo, na cor vermelha, com a seta fixada no meio e voltada para cima, representa o calor latente de vaporização ($Q = m.L$; positivo), indicando o caminho por onde o sistema recebe calor, mudando o estado físico de líquido para gasoso. A estrutura é de encaixe, para ser desmontável e facilitar o transporte.

O jogo consiste em uma "trilha de casas", porém as casas para serem percorridas pelos jogadores em cada andar do tabuleiro, são buracos vazados. O total de casas para cada jogador

percorrer e fechar o caminho completo da trilha é formado por 12 casas: 1 ponto de partida (no primeiro andar), 6 casas numa trilha vermelha subindo os andares (que simboliza as etapas onde o sistema recebe calor), e 5 casas numa trilha azul descendo os andares (que simboliza as etapas onde o sistema perde calor). O objetivo do jogo é percorrer o caminho vermelho subindo os andares, e descer os andares percorrendo o caminho azul. O jogador que passar por todas casas do caminho e retornar ao ponto inicial primeiro, será o vencedor.

A trilha começa no primeiro andar na casa central (Posição 1), indicada por uma seta, acima da fina camada de textura de miçangas. À direita do ponto de início tem o caminho vermelho, indicado pelo sinal "+" e em seguida uma casa (Posição 2 da trilha). À esquerda do ponto de início tem o caminho azul indicado pelo sinal "-" e em seguida uma casa (Posição 12 da trilha).

No segundo andar existem duas fileiras de caminho, o caminho azul na frente (a primeira fileira), localizada acima da fina camada de textura lisa (amoeba); e o caminho vermelho atrás (a segunda fileira). Entre as casas do caminho vermelho tem o sinal "+" e entre as casas do caminho azul tem o sinal "-". No caminho vermelho do segundo andar, existem três casas: Posição 3, Posição 4 e Posição 5 da trilha, no sentido da direita para esquerda. E no caminho azul do segundo andar, também existem três casas: Posição 9, Posição 10 e Posição 11 da trilha, no sentido da direita para esquerda.

No terceiro andar existem três casas: Posição 6, Posição 7 e Posição 8, no sentido da esquerda para direita, localizada acima da fina camada de textura de algodão. Elas estão localizadas em uma única trilha, porém metade está na cor vermelha, contendo: a Posição 6, o sinal "+" e parte esquerda da Posição 7; e a outra metade está na cor azul, incluindo: a parte direita da Posição 7, o sinal "-" e a Posição 8.

As partes individuais que compõem o jogo completo são: 3 tabuleiros, 4 hastes vermelhas, 4 hastes azuis, 8 cartas triangulares, 16 cartas retangulares, 8 cartas pentagonais, 1 dado cúbico, e 12 bolinhas para cada um dos 2 competidores. É oferecido aos jogadores um dado cúbico que contém 4 valores de massas e dois pontos de interrogação. Antes das jogadas iniciarem, em cada rodada o competidor da vez deve sortear um valor no dado. Caso o jogador tire no dado o ponto de interrogação, o juiz da partida pega uma carta pergunta e o competidor deverá responder corretamente a mesma. Acertando a pergunta ele avança uma casa na trilha, e

caso a carta pergunta tenha um bônus, este deverá seguir o bônus escrito na carta. Porém se for sorteado o lado onde tem um valor de massa, o jogador terá que calcular a quantidade de calor necessário para avançar na próxima casa do jogo.

Cada casa do tabuleiro tem associado um valor de temperatura. As casas localizadas nas extremidades de cada andar possuem valores fixos de temperatura. No primeiro andar existe apenas uma única trilha de caminho, porém com duas cores: vermelha (da casa central para direita) e azul (da casa central para esquerda); as casas da direita e da esquerda tem o valor fixo de 0°C, escritos em braille abaixo das respectivas casas. Na casa central o valor de temperatura não está fixado, e no lugar da temperatura tem-se um triângulo em relevo abaixo da casa, que é um ímã. Para preencher o valor de temperatura desta casa, têm-se oito cartas no formato de triângulos com valores de temperaturas negativas, que também são feitas de ímãs. Antes de iniciar o jogo, cada competidor deve sortear uma carta triângulo (de temperatura negativa, menor que 0°C) e colocá-la sobre triângulo em relevo no primeiro andar do tabuleiro.

No segundo andar existem dois caminhos, com três casas em cada. No caminho vermelho (segunda fileira), a casa da direita tem o valor fixo de 0°C e a casa da esquerda tem o valor fixo de 100°C, escritos em braille acima das respectivas casas. No caminho azul (primeira fileira), a casa da direita tem o valor fixo de 100°C e a casa da esquerda tem o valor fixo de 0°C, escritos em braille abaixo das respectivas casas. Na casa central desses dois caminhos, os valores de temperaturas não estão fixados, e no lugar dessas temperaturas tem-se um retângulo em relevo, acima da casa para o caminho vermelho e abaixo da casa para o caminho azul, ambos retângulos são ímãs. Para preencher o valor de temperatura destas casas, têm-se dezesseis cartas no formato de retângulos com valores de temperaturas intermediárias, que também são feitas de ímãs. Antes de iniciar o jogo, cada competidor deve sortear duas cartas retângulos (de temperatura intermediária, entre 0°C e 100°C) e colocá-las sobre os retângulos em relevo no segundo andar do tabuleiro.

No terceiro andar existe apenas uma única trilha de caminho, porém com duas cores: vermelha (da esquerda para casa central) e azul (da casa central para direita); as casas da direita e da esquerda tem o valor fixo de 100°C, escritos em braille abaixo das respectivas casas. Na casa central o valor de temperatura não está fixado, e no lugar da temperatura tem-se um pentágono em relevo abaixo da casa, que é um ímã. Para preencher o valor de temperatura

desta casa, têm-se oito cartas no formato de pentágonos com valores de temperaturas elevadas, que também são feitas de ímãs. Antes de iniciar o jogo, cada competidor deve sortear uma carta triangular (de temperatura elevada, maior que 100°C) e colocá-la sobre o pentágono em relevo no terceiro andar do tabuleiro.

No piso de cada andar, na lateral direita, tem escrito a equação para calcular o calor sensível ($Q = m.c.\Delta T$), representando o calor necessário para mudanças apenas de temperatura e que preserve o estado sólido para o primeiro andar, líquido para o segundo andar e gasoso para o terceiro andar.

## Descrição da Dinâmica do jogo

Cada um dos 2 jogadores possuem 12 bolinhas para colocarem nas casas, conforme avançam na trilha do jogo. A trilha a ser percorrida inicia-se na casa central do primeiro andar (Posição 1 com temperatura negativa). Os dois competidores iniciam com uma bolinha colocada nesta casa. Em seguida os jogadores avançam, colocando uma outra bolinha na casa da direita (Posição 2 com 0°C), no caminho vermelho. Como próximo passo, sobe-se o andar, e da direita para esquerda transita-se o caminho vermelho (Posição 3 com 0°C, Posição 4 com temperatura intermediária e Posição 5 com 100°C). Dirige-se então para o terceiro andar, e da esquerda para direita prossegue o caminho vermelho/azul (Posição 6 com 100°C, Posição 7 com temperatura elevada e Posição 8 com 100°C). Finalizado o caminho no terceiro andar, retorna-se agora para o segundo andar, porém no caminho azul, da direita para esquerda, percorrendo as casas da Posição 9 com 100°C, Posição 10 com temperatura intermediária e Posição 11 com 0°C. Perto do fim do jogo, retorna-se ao primeiro andar pelo caminho azul, preenchendo a Posição 12 com 0°C. O jogo termina, ao fechar o ciclo completo: iniciando-se na Posição 1 até retornar a Posição 1 novamente.

Para facilitar a explicação sobre o andamento do jogo, define-se aqui jogador da direita, com a trilha na metade direita do tabuleiro (posicionada de frente para o primeiro competidor); e jogador da esquerda, com a trilha na metade esquerda do tabuleiro (posicionada de frente para o segundo competidor).

Como o jogo é em andares, este começa no primeiro andar e na casa central (Ponto 1); este local de início representa que o sistema está no estado sólido (gelo) a um certo valor de temperatura negativa. Os dois competidores iniciam o jogo com uma bolinha colocada no Ponto 1, nas respectivas trilhas. Lembrando que cada andar do tabuleiro apresentam as trilhas duplicadas e posicionadas de forma oposta (uma para cada jogador). Para dar dinâmica ao jogo, o valor de temperatura do Ponto 1 não é fixado, devendo cada jogador sortear entre as cartas em forma de triângulo um valor de temperatura, e colocar sobre a respectiva trilha no tabuleiro antes do início da partida. A seguir são detalhadas as 12 etapas do jogo. Como é necessário o valor da

massa para avançar em cada uma das 12 etapas da trilha, o jogador deve sortear o dado cúbico em cada rodada, podendo tirar um novo valor de massa, ou a carta pergunta, em todas as etapas seguintes.

1) Ao lado direito do Ponto 1, têm-se o caminho vermelho, indicado por um sinal de "+" e em seguida uma outra casa (Ponto 2), onde está fixado o valor da temperatura de 0°C; representando que o gelo variou da temperatura do Ponto 1 e alcançou a temperatura de 0°C (no Ponto 2). O caminho vermelho, iniciado nesta etapa, representa situações em que o calor é fornecido para o sistema, por isso a cor vermelha (indicando que o sistema está esquentando) e o sinal de "+" entre as casas (denotando o ganho de calor no sistema). Ao iniciar o jogo, deve-se primeiro sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 1 para o Ponto 2, adicionando a segunda bolinha no Ponto 2, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 1 para o Ponto 2, adicionando a segunda bolinha no Ponto 2, o jogador deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança de temperatura. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (do gelo: $c_g = 0{,}55\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 2 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 1. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 2. Por se tratar de um duelo, as oportunidades de movimentação entre as casas será dada de forma alternada. O jogador da direita começa com o Ponto 1 preenchido com uma bolinha e ao acertar a quantidade de calor necessário para atingir a temperatura do Ponto 2, ele preenche o Ponto 2 com outra bolinha; se errar a resposta ele continua no Ponto 1 e o outro jogador tem a vez de jogar. O jogador da esquerda começa com Ponto 1 preenchido com uma bolinha e ao acertar a quantidade de calor necessário para atingir o Ponto 2, ele preenche o Ponto 2 com outra bolinha; se errar a resposta ele continua no Ponto 1 e o outro jogador tem a vez de jogar. E assim por diante.

2) Depois do Ponto 2, acaba-se a opção de avançar casas aumentando a temperatura dentro do primeiro andar, o passo seguinte do jogo é subir o andar, ou seja, mudar o estado físico, de sólido para líquido à temperatura constante de 0°C. Assim, a próxima casa do jogo (Ponto 3), ainda em um caminho vermelho, está no canto direito do segundo andar, para ambos os jogadores. Este local representa que o sistema está no estado líquido (água) à 0°C. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 2 para o Ponto 3, adicionando uma bolinha no Ponto 3, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, o jogador deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.L$, observando o valor do calor latente de fusão envolvido (L = 80 cal/g). Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 3.

3) Ao lado esquerdo do Ponto 3, têm-se o caminho vermelho, indicado por um sinal de "+" e em seguida uma outra casa (Ponto 4), com um certo valor de temperatura entre 0°C e 100°C. Para dar dinâmica ao jogo, o valor de temperatura do Ponto 4 não é fixado, devendo cada jogador sortear entre as cartas em forma de retângulo um valor de temperatura, e colocar sobre a respectiva trilha no tabuleiro antes do início do jogo. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 3 para o Ponto 4, adicionando uma bolinha no Ponto 4, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 3 para o Ponto 4, este deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança de temperatura. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (da água: $c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 4 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 3. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 4.

4) Ao lado esquerdo do Ponto 4, têm-se o caminho vermelho, indicado por um sinal de "+" e em seguida uma outra casa (Ponto 5), onde está fixado o valor da temperatura de 100°C; representando que a água variou da temperatura do Ponto 4 e alcançou a temperatura de 100°C (no Ponto 5). Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 4 para o Ponto 5, adicionando uma bolinha no Ponto 5, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 4 para o Ponto 5, o estudante deve fazer novamente o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico, observando o valor do calor específico envolvido (da água: $c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 5 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 4. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 5.

5) Depois do Ponto 5, acaba-se a opção de avançar casas aumentando a temperatura dentro do segundo andar, o passo seguinte do jogo é subir o andar, ou seja, mudar o estado físico, de líquido para gasoso à temperatura constante de 100°C. Assim, a próxima casa do jogo (Ponto 6), ainda em um caminho vermelho, está no canto esquerdo do terceiro andar, para ambos os jogadores. Este local representa que o sistema está no estado gasoso (vapor) à 100°C. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 5 para o Ponto 6, adicionando uma bolinha no Ponto 6, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 5 para o Ponto 6, este deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.L$, observando o valor do calor latente de evaporação (L = 540 cal/g. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 6.

6) Ao lado direito do Ponto 6, têm-se o caminho vermelho, indicado por um sinal de "+" e em seguida uma outra casa (Ponto 7), com um certo valor de temperatura superior à 100°C. Para dar dinâmica ao jogo, o valor de temperatura do Ponto 7 não é fixado, devendo cada

jogador sortear entre as cartas em forma de pentágono um valor de temperatura, e colocar sobre a respectiva trilha no tabuleiro antes do início do jogo. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 6 para o Ponto 7, adicionando uma bolinha no Ponto 7, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 6 para o Ponto 7, este deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança de temperatura. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (do vapor: $c_v = 0{,}50\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 7 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 6. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 7.

7) Ao lado direito do Ponto 7, têm-se o caminho azul, indicado por um sinal de "-" e em seguida uma outra casa (Ponto 8), onde está fixado o valor da temperatura de 100°C; representando que o vapor variou a temperatura do Ponto 7 (com a temperatura máxima do sistema) e dimunuiu a temperatura alcançando 100°C (no Ponto 8). O caminho azul, iniciado nesta etapa, representa situações de perda de calor, por isso a cor azul (indicando que o sistema está esfriando) e o sinal de "-" entre as casas (denotando a retirada de calor do sistema). Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 7 para o Ponto 8, adicionando uma bolinha no Ponto 8, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 7 para o Ponto 8, o estudante deve fazer novamente o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (do vapor: $c_v = 0{,}50\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 8 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 7. Ao fornecer a resposta, os competidores devem observar que: $Q < 0$, o calor é negativo; pois a temperatura final é menor que a inicial. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 8.

8) Depois do Ponto 8, acaba-se a opção de avançar casas diminuindo a temperatura dentro do terceiro andar, o passo seguinte do jogo é descer o andar, ou seja, mudar o estado físico, de gasoso para líquido à temperatura constante de 100°C. Assim, a próxima casa do jogo (Ponto 9), continuando o caminho azul, está no canto direito do segundo andar, para ambos os jogadores. Este local representa que o sistema está no estado líquido (água) à 100°C. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 8 para o Ponto 9, adicionando uma bolinha no Ponto 9, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 8 para o Ponto 9, este deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.L$, observando o valor do calor latente de liquefação (L = 540 cal/g). Ao fornecer a resposta, os competidores devem observar que: $Q < 0$, o calor é negativo; pois está sendo retirado calor do sistema para diminuir a energia interna e consequentemente o estado de agregação das partículas (átomos ou moléculas) que compõem a substância. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 9.

9) Ao lado esquerdo do Ponto 9, têm-se o caminho azul, indicado por um sinal de "-" e em seguida uma outra casa (Ponto 10), com um certo valor de temperatura intermediária, entre 0°C e 100°C. Para dar dinâmica ao jogo, o valor de temperatura do Ponto 10 não é fixado, devendo cada jogador sortear entre as cartas em forma de retângulo um valor de temperatura, e colocar sobre a respectiva trilha no tabuleiro antes do início do jogo. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 9 para o Ponto 10, adicionando uma bolinha no Ponto 10, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para avançar do Ponto 9 para o Ponto 10, o jogador deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança de temperatura. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (da água: $c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 10 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 9. Ao

fornecer a resposta, os competidores devem observar que: $Q < 0$, o calor é negativo; pois a temperatura final é menor que a inicial. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 10.

10) Ao lado esquerdo do Ponto 10, têm-se o caminho azul, indicado por um sinal de "-" e em seguida uma outra casa (Ponto 11), onde está fixado o valor da temperatura de 0°C; representando que a água variou da temperatura do Ponto 10 e alcançou a temperatura de 0°C (no Ponto 11). Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 10 para o Ponto 11, adicionando uma bolinha no Ponto 11, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 10 para o Ponto 11, o estudante deve fazer novamente o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (da água: $c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 11 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 10. Ao fornecer a resposta, os competidores devem observar que: $Q < 0$, o calor é negativo; pois a temperatura final é menor que a inicial. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 11.

11) Depois do Ponto 11, acaba-se a opção de avançar casas diminuindo a temperatura dentro do segundo andar, o passo seguinte do jogo é descer o andar, ou seja, mudar o estado físico, de líquido para sólido à temperatura constante de 0°C. Assim, a próxima casa do jogo (Ponto 12), seguindo no caminho azul, está no canto esquerdo do primeiro andar, para ambos os jogadores. Este local representa que o sistema está no estado sólido (gelo) à 0°C. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 11 para o Ponto 12, adicionando uma bolinha no Ponto 12, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para o jogador avançar do Ponto 11 para o Ponto 12, este deve informar corretamente qual é o calor necessário para esta mudança. Para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.L$, observando o valor do calor latente de solidificação (L = 80 cal/g). Ao fornecer a resposta, os

competidores devem observar que: $Q < 0$, o calor é negativo; pois está sendo retirado calor do sistema para diminuir a energia interna e consequentemente o estado de agregação das partículas (átomos ou moléculas) que compõem a substância. Ao acertar a quantidade de calor envolvida na mudança, o jogador coloca uma bolinha no Ponto 12.

12) Na última etapa do jogo não coloca-se bolinha em nenhuma casa, pois todas as casas já estarão preenchidas com bolinhas. Entretanto, a trilha termina apenas para quem responder corretamente qual o calor necessário para a transformação de ir do Ponto 12 com 0°C até o Ponto 1 com a temperatura negativa, ou seja, a temperatura mínima do sistema. Deve-se então sortear um valor no dado. Se for tirado a carta pergunta (indicado pelo ponto de interrogação no dado), para avançar do Ponto 12 para o Ponto 1, adicionando uma bolinha no Ponto 1, basta o competidor responder corretamente a pergunta. Se for tirado um valor de massa, para fornecer a resposta, o estudante deve fazer o cálculo de $Q = m.c.\Delta T$, observando o valor do calor específico envolvido (do gelo: $c_g = 0{,}55\ \frac{cal}{g°C}$); a variação de temperatura, $T_f - T_i$, onde $T_f$ seria a temperatura no Ponto 1 e $T_i$ seria a temperatura do Ponto 12. Ao fornecer a resposta, os competidores devem observar que: $Q < 0$, o calor é negativo; pois a temperatura final é menor que a inicial.

## Moldes para confecção do jogo

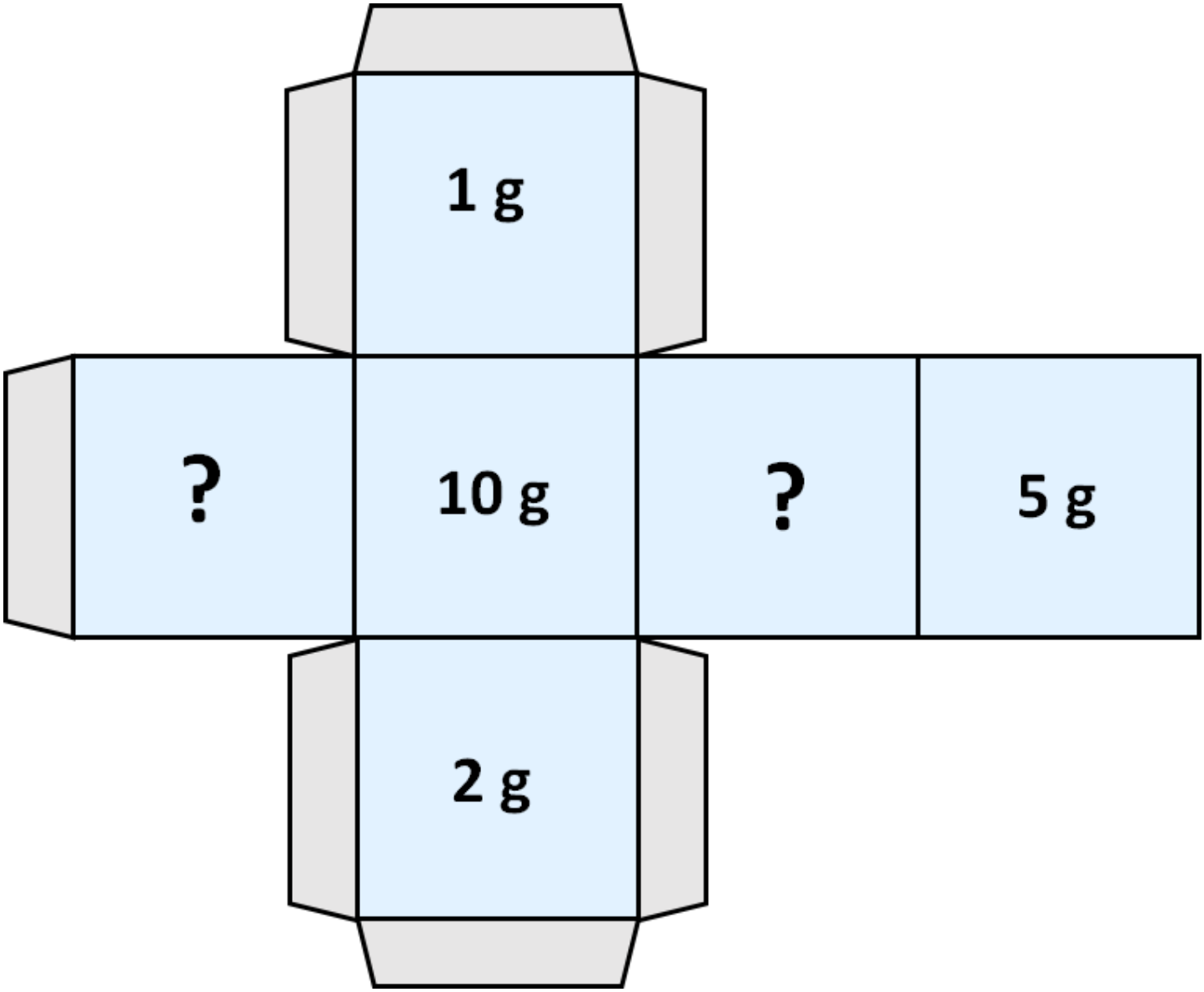
Os moldes para construção do jogo são apresentados a seguir na seguinte ordem:

1) O tabuleiro do primeiro andar, representando o gelo;
2) O tabuleiro do segundo andar, representando a água;
3) O tabuleiro do terceiro andar, representando o vapor;
4) O molde para confecção do dado cúbico;
5) As cartas temperaturas no formato de triângulo, retângulo e pentágono;
6) O molde das setas que compõe as hastes do tabuleiro;
7) As cartas perguntas do jogo.

Q = m.c.ΔT
0°C
0°C
0°C
0°C
+
-
-
+
Q = m.c.ΔT

Q = m.c.ΔT
0°C
100°C
+
+
-
-
100°C
0°C
Q = m.c.ΔT
0°C
100°C
+
+
-
-
100°C
0°C

100°C
+
-
100°C
100°C
-
+
100°C
Q = m.c.ΔT
Q = m.c.ΔT




105°C 110°C 108°C 120°C 125°C 130°C 124°C 150°C

10°C 22°C 36°C 40°C 50°C 45°C 55°C 30°C

60°C 68°C 74°C 80°C 86°C 90°C 92°C 70°C

-40°C -20°C -26°C -30°C

-5°C -10°C -15°C -2°C

Q = m.L

T.w = Q

Q = m.L

T.w = Q

Q = m.L

T.w = Q

Q = m.L

T.w = Q

Q = m.L

T.w = Q

Q = m.L

T.w = Q

Q = m.L

T.w = Q

O que é calor?

R: energia em trânsito entre dois sistemas.

Qual a unidade do calor?

R: caloria (cal) ou joule (J).

O que é calor sensível?

R: quantidade de calor transferida entre sistemas, para produzir a variação da temperatura.

Verdadeiro ou falso? Calor específico é a quantidade de energia fixa necessária para que 1g de uma determinada substância eleve sua temperatura em 1°C.

R: Falso, não é fixa.

Verdadeiro ou falso? Calor específico é uma grandeza caraterística apenas de sólidos e gases.

R: Falso.

Qual o valor do calor específico do gelo?

R: 0,55 caloria por grama por °C

$$\left(c_g = 0{,}55\ \frac{cal}{g°C}\right)$$

Qual o valor do calor específico da água?

R: 1 caloria por grama por °C

$$\left(c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}\right)$$

Qual o valor do calor específico do vapor d'água?

R: 0,50 caloria por grama por °C

$$\left(c_v = 0{,}50\ \frac{cal}{g°C}\right)$$

Em quais trechos da trilha do jogo é possível verificar o processo com calor maior que zero ($Q > 0$) relacionado ao calor sensível?

R: Nos trechos em vermelhos, dentro de cada andar.

Em quais trechos da trilha do jogo é possível verificar o processo com calor menor que zero ($Q < 0$) relacionado ao calor sensível?

R: Nos trechos em vermelhos, dentro de cada andar.

O que é calor latente?

R: quantidade de calor transferida entre sistemas, para produzir a mudança do estado físico.

O que é um processo isotérmico?

R: é uma transformação termodinâmica que ocorre a temperatura constante.

Onde ocorrem processos isotérmicos com calor maior que zero ($Q > 0$) no tabuleiro?

R: Ao subir os andares: mudança de sólido para o líquido; e do líquido para o gasoso.
Bônus: O jogador tem passe livre para subir um andar se quiser.

**Onde ocorrem processos isotérmicos com calor menor que zero ($Q < 0$) no tabuleiro?**

**R: Ao descer os andares: mudança de gasoso para o líquido; e do líquido para o sólido.**
**Bônus: O jogador tem passe livre para descer um andar se quiser.**

Qual o ponto de fusão/solidificação da água?

R: 0°C.

Qual o ponto de evaporação/condensação da água?

R: 100°C.

Qual o valor do módulo do calor latente de fusão/solidificação da água?

R: 80 caloria por grama (L = 80 cal/g)

Qual o valor do módulo do calor latente de evaporação/condensação da água?

R: 540 caloria por grama (L = 540 cal/g)

Qual a unidade do calor latente usada no jogo?

R: caloria por grama (cal/g)

Quais os estados físicos da matéria apresentados no jogo?

R: sólido, líquido e gasoso.

O que é fusão?

R: passagem da fase sólida para a líquida.

O que é vaporização ou ebulição?

R: passagem da fase líquida para a gasosa.

O que é solidificação?

R: passagem da fase líquida para a sólida.

O que é condensação ou liquefação?

R: passagem da fase gasosa para a líquida.

O que é sublimação?

R: passagem que se dá de forma direta, da fase sólida para a gasosa.
Bônus: Se no jogo você estiver na fase sólida, pode passar direto para o estado gasoso.

O que é deposição?

R: passagem que se dá de forma direta, da fase gasosa para a sólida.
Bônus: Se no jogo você estiver na fase gasosa, pode passar direto para o estado sólido.

Em qual o estado físico as partículas que compõe o sistema estão organizadas, agregadas e movendo-se pouco?

R: sólido.

Em qual o estado físico as partículas que compõe o sistema estão com pouca organização, fracamente agregadas e movendo-se?

R: líquido.

Em qual o estado físico as partículas que compõe o sistema estão muito pouco organizadas, completamente livres e movendo-se com muita facilidade?

R: gasoso.

O que é temperatura?

R: é a medida da energia térmica dos corpos e está associada ou estado de agitação das partículas de um corpo.

Qual a unidade da temperatura utilizada no jogo?

R: grau Celsius (°C)

**Calor é uma propriedade do sistema, ou seja, é uma variável que pode caracterizar o sistema?**

**R: Não. Calor é a energia em transito, por isso não é uma propriedade que caracteriza o sistema.**
**Bônus: Sabe tudo! Avance três casas na trilha.**

Temperatura é uma propriedade do sistema, ou seja, é uma variável que pode caracterizar o sistema?

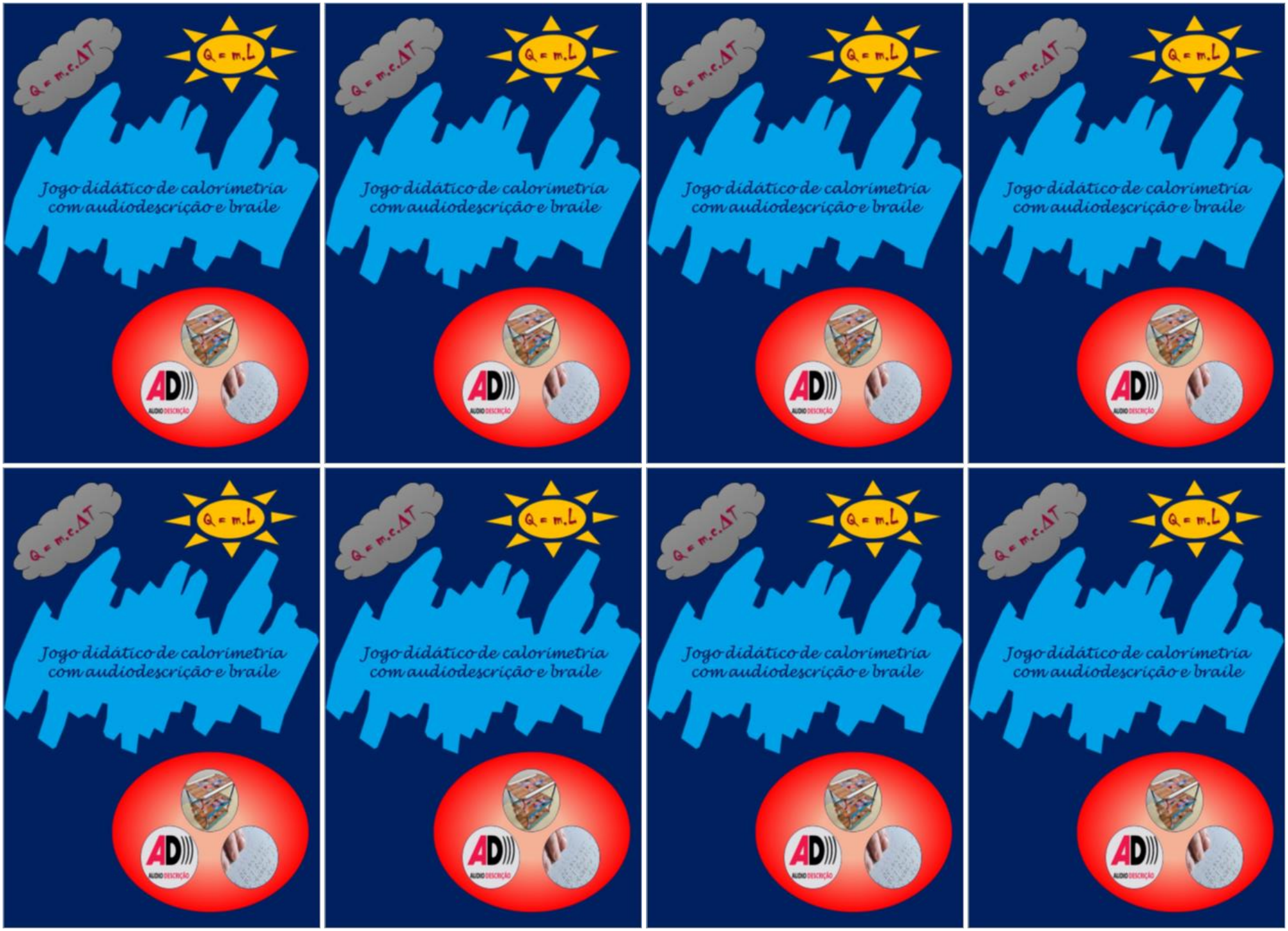
R: Sim, assim como Pressão e Volume.
Bônus: Sabe tudo! Avance três casas na trilha.

Quais as três principais variáveis termodinâmicas que caracterizam o sistema?

R: Pressão, Volume e Temperatura.
Bônus: Sabe tudo! Avance três casas na trilha.

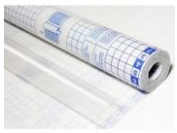


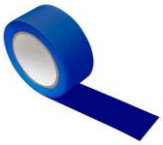




Q = m.c.ΔT
Q = m.L
Jogo didático de calorimetria
com audiodescrição e braile
AD
AUDIO DESCRIÇÃO

# Materiais e procedimentos utilizados para confecção do jogo

Para a construção do jogo de tabuleiro foram utilizados os materiais descritos na Tabela abaixo.

| Materiais | Exemplo | Fonte da imagem |
|---|---|---|
| 5 folhas adesivas no tamanho A4; |  | https://static3.tcdn.com.br/img/img_prod/406359/papel_fotografico_adesivo_glossy_a4_130g_branco_brilhante_a_prova_d_agua_20_folhas_942_1_20181204090538.jpg |
| 3 folhas de MDF no tamanho A4; |  | https://static.kiaga.com.br/public/kiaga/imagens/produtos/media/14b38aadc36a13f449e38216db182eb4.jpg |
| 1 furadeira |  | https://static.carrefour.com.br/medias/sys_master/images/images/h2b/h82/h00/h00/11381421637662.jpg |
| 4 hastes de madeira de 30 cm cada; |  | https://img.clasf.com.br/2019/05/04/Rosecityarchery6-X-Hastes-De-Madeira-Para-Flechas-Poc-20190504180221.3506940015.jpg |
| 1 fita adesiva transparente 48mmx100m; ou<br>(Opcional) 1 rolo de papel contact transparente |  ou  | https://www.lojatoolbras.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/2238x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/f/i/fita-adesiva-transparente-48x100.jpg<br><br>https://http2.mlstatic.com/papel-contact-transparente-rolo-de-10mx45cm-original-D_NQ_NP_622896-MLB31668111161_082019-O.jpg |
| 2 folhas de papel imantado no tamanho A4; |  | https://cdn.awsli.com.br/600x450/203/203149/produto/29349949/a3e911b354.jpg |
| 1 tesoura; |  | https://w1.ezcdn.com.br/rebalcomercial/fotos/grande/176fg1/tesoura-multiuso-cabo-soft-21-5-cm-brinox-bri-008.jpg |
| (Opcional) 2 pastas de papel (1 vermelha e uma azul); |  e  | https://www.tebel.com.br/media/catalog/product/cache/1/small_image/260x260/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/p/a/pasta-grampo-trilho-of_cio-vermelha-jussara_01069.jpg<br><br>https://www.papelex.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/1800x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/1/0/10977.jpg |

| | | |
|---|---|---|
| 1 fita adesiva na cor vermelha; |  | https://http2.mlstatic.com/fita-adesiva-p-demarcaco-de-solo-rolo-48mm-x-30mt-vermelho-D_NQ_NP_754285-MLB25850546320_082017-F.jpg |
| 1 fita adesiva na cor azul; |  | https://images-americanas.b2w.io/produtos/01/00/sku/26905/2/26905208_1GG.jpg |
| 1 cola para madeira; |  | https://img.kalunga.com.br/FotosdeProdutos/209415z.jpg |
| 12 bolinhas para ser as peças de um jogador; (sugestão: miçangas ou bolinhas de gude) |  ou  | https://sc01.alicdn.com/kf/HTB116XUHVXXXXcoXFXXq6xXFXXXG/acr-lico-transparente-redonda-32-facetas-diamante.jpg<br><br>https://static3.tcdn.com.br/img/img_prod/412080/10397_1_20160223124047.jpg |
| 12 bolinhas para ser as peças do jogador adversário; (sugestão: miçangas ou bolinhas de gude) |  | https://www.extra-imagens.com.br/bebes/BrinquedosparaBebe/Educativosparabebes/10149146/633369553/Brinquedo-Bolinha-De-Gude-50-Unidades-C--Instrucao-De-Jogos-Bolita-Berlinde-Bila-10149146.jpg |

O procedimento para confecção estão detalhados a seguir.

1) Imprimir os moldes de cada andar do tabuleiro, cartas de temperatura, cartas perguntas, dado cúbico e setas que compõe as hastes, segundo a preferência do professor. Todos os moldes estão apresentados na seção "Moldes para confecção do jogo" do presente material.

2) As cartas perguntas devem ser recortadas e plastificadas. O professor tem a opção de imprimir só a frente ou ambas, frente e verso. Em seguida, pode-se plastifica-las para dar maior durabilidade as mesmas.

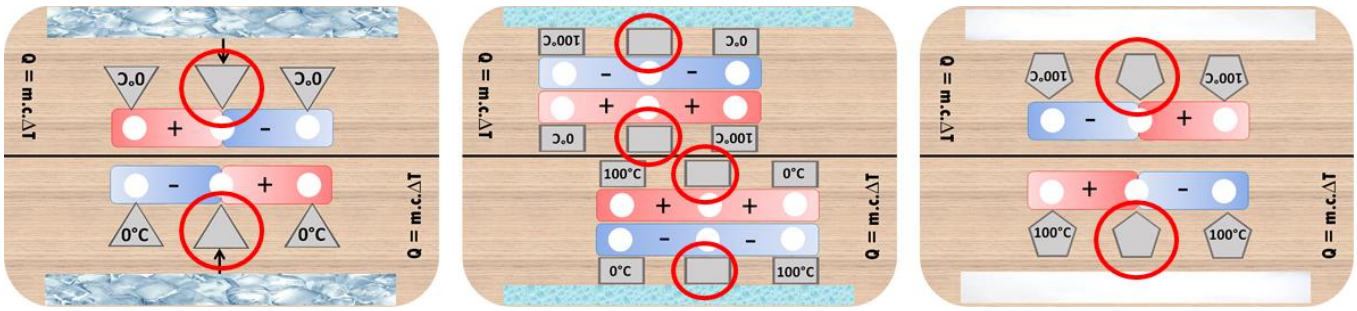
3) Nas 3 folhas de MDF, devem ser adesivadas os moldes relacionados a cada estado físico da água em seus respectivos andares.

4) Com a furadeira, fure as casas da trilha do jogo em cada andar.

5) Marque e fure nas quatro extremidades de cada andar do tabuleiro, o diâmetro exato das 4 hastes de madeira.

6) (Opcional) Encapar os andares do tabuleiro com a fita adesiva ou papel contact, transparente.

7) No papel imantado deve-se cortar as formas geométricas: 2 triângulos, 4 retângulos, e 2 pentágonos; do tamanho exato das formas vazias no tabuleiro. Em seguida deve-se colá-las sobre as respectivas formas desenhadas em cada andar do tabuleiro, identificadas abaixo com um circulo vermelho:



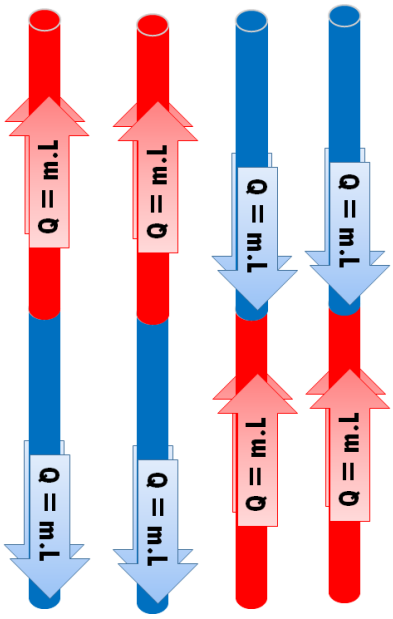

8) As cartas no formato de triângulos, retângulos e pentágonos devem ser coladas no papel imantado, cortadas e encapadas com a fita adesiva ou papel contact, transparente.

9) (Opcional) As setas devem ser coladas em uma superfície um pouco rígida, como por exemplo na pasta de papel colorida. Onde as setas vermelhas devem ser coladas no verso da pasta vermelha e as azuis no verso da pasta azul.

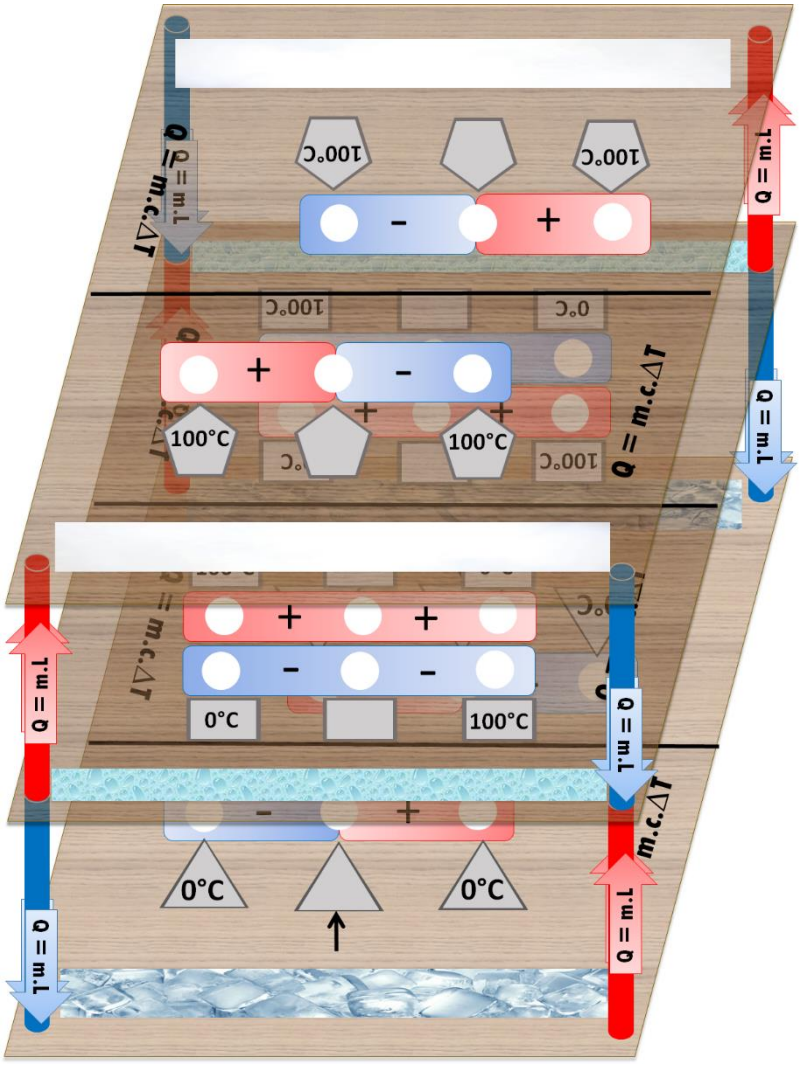
10) Todas as setas devem ser cortadas e encapadas com a fita adesiva ou papel contact, transparente.

11) O molde do dado cúbico deve ser colado em um papel mais resistente, sugere-se usar as sobras da pasta vermelha ou azul para isso, ou algum outro papel que esteja a disposição do professor; Em seguida, deve-se cortar o molde do dado, dobra-lo nas marcações e colar as extremidades para obtê-lo no formato tridimensional.

12) Cada haste de madeira deve ser adesivada a metade com fita vermelha e metade com fita azul; Em seguida devem ser coladas as setas nas hastes, conforme indicado na figura abaixo:




13)Com o tabuleiro e as hastes prontas, deve-se montar um andar sobre o outro (na ordem dos tabuleiros para: gelo, água e vapor, respectivamente), fixando-os pelas 4 hastes nos furos já prontos com a ajuda de uma cola para madeira, obedecendo a ordem da imagem abaixo:



Ao final destes procedimentos, tem-se o jogo pronto, sem a adaptação para DV, que contém:

- 1 tabuleiro de três andares;
- 12 bolinhas para cada jogador, somando o total de 24 peças;
- 1 dado com valores de massas;
- 32 cartas temperaturas (8 pentagonais; 16 retangulares e 8 triangulares);
- 34 cartas perguntas.

# Materiais e procedimentos utilizados para confecção do jogo adaptado

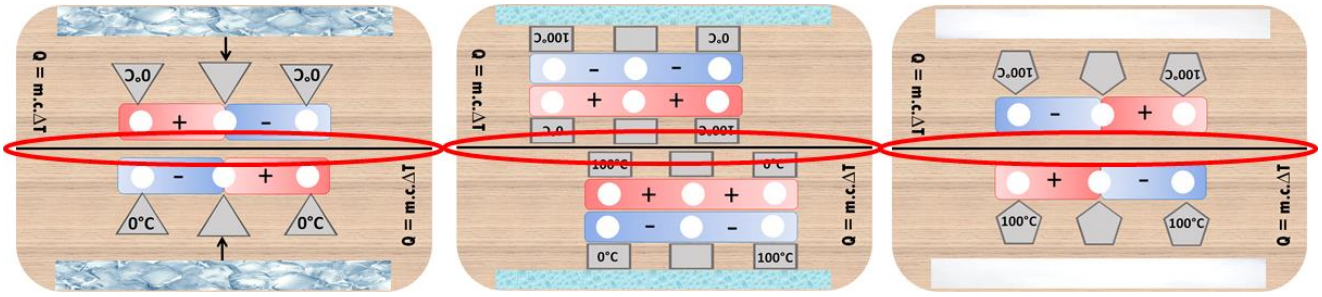
Para a construção do jogo de tabuleiro adaptado foram utilizados os itens descritos na Tabela abaixo:

| Materiais | Exemplo | Fonte da imagem |
|---|---|---|
| 200 gramas de miçangas azuis |  | https://http2.mlstatic.com/micanga-redonda-resina-metalizada-azul-8mm-pct-500g-D_NQ_NP_930328-MLB27149865595_042018-F.jpg |
| 1 pote pequeno de amoeba azul |  | https://i.ytimg.com/vi/iHjh3CRMuEs/maxresdefault.jpg |
| 2 pedações de 10 cm de cordão de papel torcido (ou 2 alças de sacola de papel) |  | https://www.solucoesindustriais.com.br/images/produtos/imagens_10284/p_cordao-de-papel-torcido-31.jpg |
| 3 pedações de 30 cm de barbante |  | https://design.jet.com.br/armarinhos25/Produto/multifotos/hd/28865416~2886-5416_z.jpg |
| 1 pacote pequeno de algodão |  | https://medicalshop.vteximg.com.br/arquivos/ids/166737-600-600/Algodao--Bolas-Brancas--Saco-500-unidades.jpg?v=636183643459630000 |
| 1 pasta plástica canaleta A4 transparente |  | https://assets.xtechcommerce.com/uploads/images/medium/8e58f616f0bd316b127dc6d9cff5d60a.jpg |
| Reglete |  | http://slmetalumi.com.br/wp-content/uploads/2017/09/Reglete-de-Bolso-20-Celas-Produto-Slmetalumi.png |

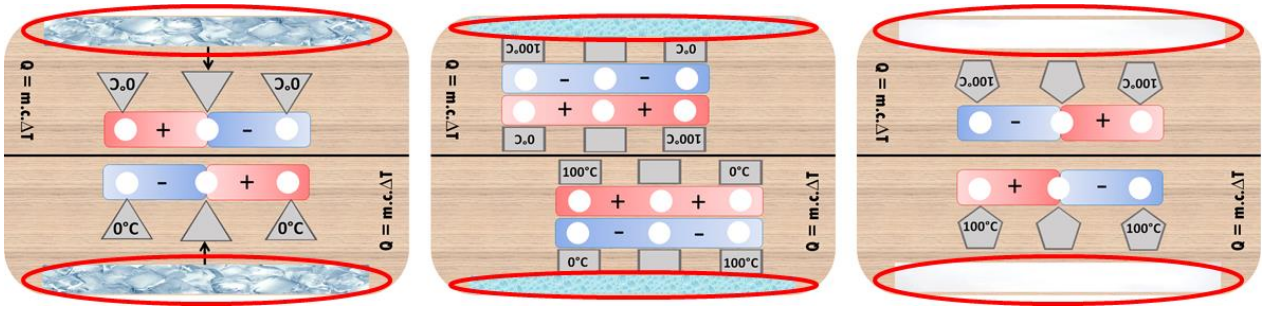
| | | |
|---|---|---|
| Punção |  | https://shoppingdobraille.com.br/wp-content/uploads/2017/06/regleta-de-bolso__54292_zoom__69504_zoom.jpg |
| 1 cola para artesanato; |  | https://img.kalunga.com.br/FotosdeProdutos/209415z.jpg |

O procedimento para confecção a partir do jogo já pronto, estão detalhados a seguir.

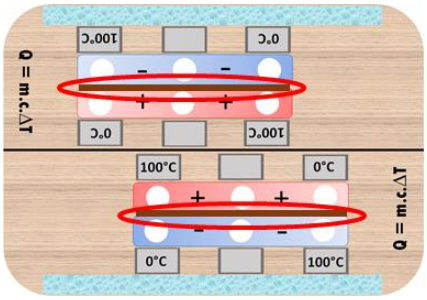
1) Em cada andar foi aplicado um pedaço de barbante no centro do tabuleiro para dividir a região de cada jogador. As regiões circuladas de vermelho nas figuras abaixo.




2) Em cada andar foram colados texturas diferentes, nas regiões circuladas de vermelho nas figuras abaixo. Sobre a imagem de gelo, foram coladas as miçangas. Sobre a imagem de gotas de água, foi colada uma camada grossa de amoeba. Sobre a imagem do vapor, foram colados pedaços de algodão.

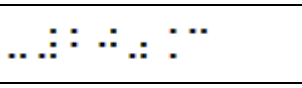
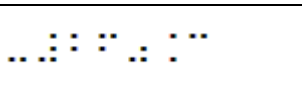
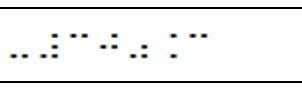
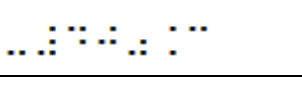
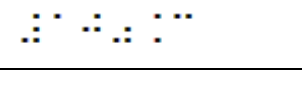
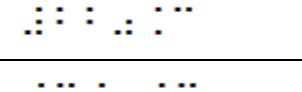
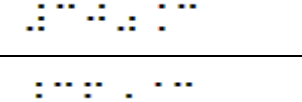
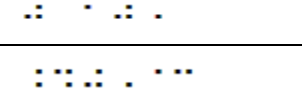
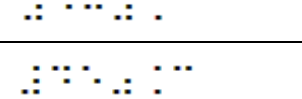
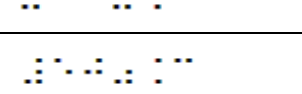
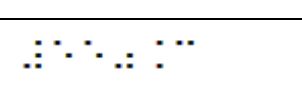
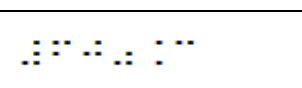
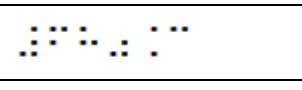
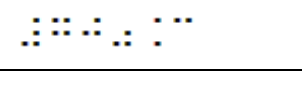
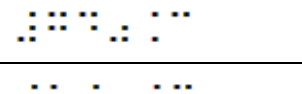
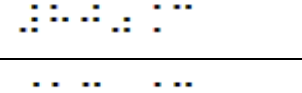
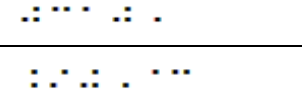
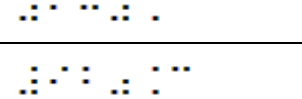
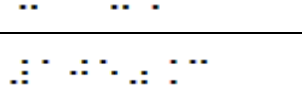
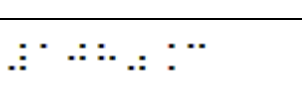
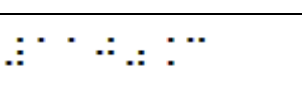
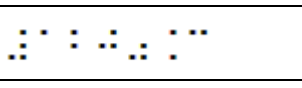
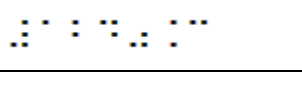
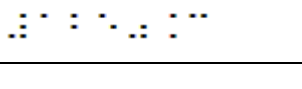



3) No segundo andar (estado líquido) foi colado um pedaço da carda para diferenciar o calinho vermelho do azul, nas regiões circuladas de vermelho nas figuras abaixo.




4) Na pasta transparente foram escritas, com o uso da reglete e punção, todas as equações, todas as massa, todas as temperatura e os sinais (+, −, ↑), conforme indicado na tabela a seguir.

| Escrita em tinta | Escrita em Braille | Quantidade |
|---|---|---|
| Q = m.c.ΔT | ⠠⠟ ⠀⠀ ⠠⠉⠲⠀⠠⠙⠠⠞⠠⠽ | 6 |
| Q = m.L | ⠠⠟ ⠀⠀ ⠠⠍⠲⠀⠠⠇ | 16 |
| 0°C | ⠼⠚⠨⠴⠠⠉ | 8 |
| 100°C | ⠼⠁⠚⠚⠨⠴⠠⠉ | 8 |
| + | ⠐⠖ | 8 |
| − | ⠐⠤ | 8 |
| ↑ | ⠸⠩ | 2 |
| 1 g | ⠼⠁⠀⠛ | 1 |
| 2 g | ⠼⠃⠀⠛ | 1 |
| 5 g | ⠼⠑⠀⠛ | 1 |
| 10 g | ⠼⠁⠚⠀⠛ | 1 |
| ? | ⠢ | 2 |
| -2°C | ⠤⠤⠼⠃⠨⠴⠠⠉ | 1 |
| -5°C | ⠤⠤⠼⠑⠨⠴⠠⠉ | 1 |
| -10°C | ⠤⠤⠼⠁⠚⠨⠴⠠⠉ | 1 |
| -15°C | ⠤⠤⠼⠁⠑⠨⠴⠠⠉ | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| -20°C |  | 1 |
| -26°C |  | 1 |
| -30°C |  | 1 |
| -40°C |  | 1 |
| 10°C |  | 1 |
| 22°C |  | 1 |
| 30°C |  | 1 |
| 36°C |  | 1 |
| 40°C |  | 1 |
| 45°C |  | 1 |
| 50°C |  | 1 |
| 55°C |  | 1 |
| 60°C |  | 1 |
| 68°C |  | 1 |
| 70°C |  | 1 |
| 74°C |  | 1 |
| 80°C |  | 1 |
| 86°C |  | 1 |
| 90°C |  | 1 |
| 92°C |  | 1 |
| 105°C |  | 1 |
| 108°C |  | 1 |
| 110°C |  | 1 |
| 120°C |  | 1 |
| 124°C |  | 1 |
| 125°C |  | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 130°C | ⠼⠁⠉⠴ | 1 |
| 150°C | ⠼⠁⠑⠴ | 1 |

5) Todas os textos escritos em braille foram recortados e colados sobre a escrita em tinta: no tabuleiro, no dado cúbico, nas cartas e nas hastes.

6) Para a adaptação das cartas perguntas, deve-se criar no formato de cartas retangulares as impressões das perguntas em braile, conforme descrito quadro abaixo.

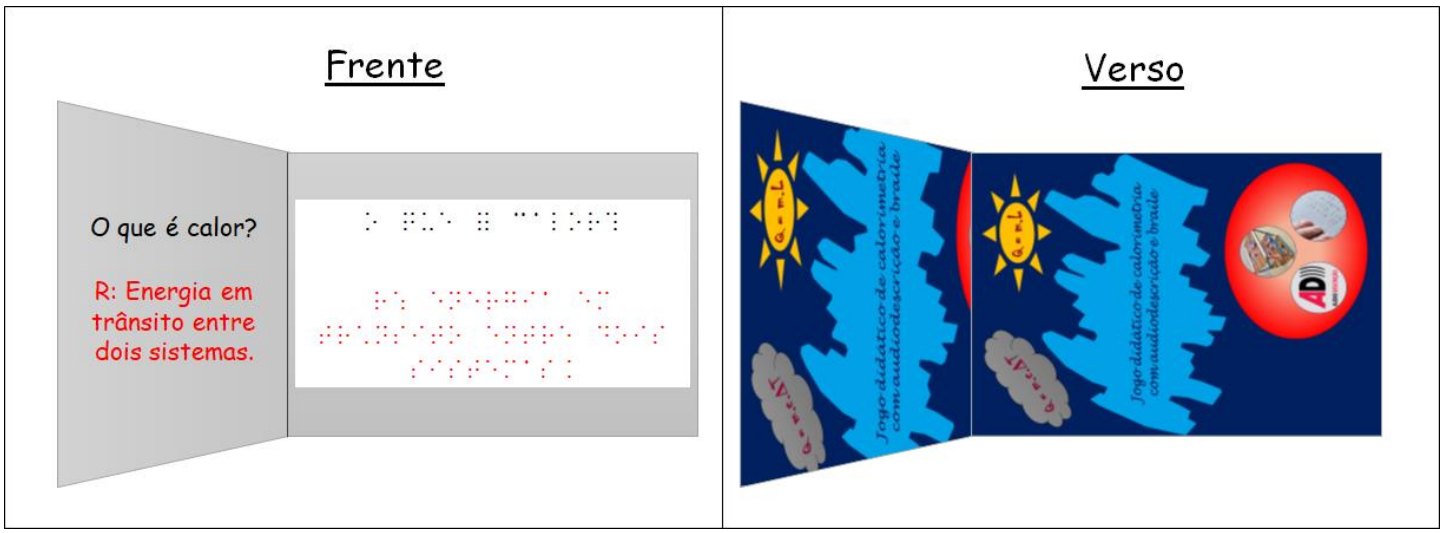
| Escrita em tinta | Escrita em Braille |
|---|---|
| O que é calor?<br>R: energia em trânsito entre dois sistemas | ⠕ ⠑ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠦<br>⠗ ⠑⠝⠑⠗⠛⠊⠁ ⠑⠍ ⠞⠗⠁⠝⠎⠊⠞⠕ ⠑⠝⠞⠗⠑ ⠙⠕⠊⠎ ⠎⠊⠎⠞⠑⠍⠁⠎ |
| Qual a unidade do calor?<br>R: caloria (cal) ou joule (J) | ⠟⠥⠁⠇ ⠁ ⠥⠝⠊⠙⠁⠙⠑ ⠙⠕ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠦<br>⠗ ⠉⠁⠇⠕⠗⠊⠁ ⠄⠉⠁⠇⠄ ⠕⠥ ⠚⠕⠥⠇⠑ ⠄⠚⠄ |
| O que é calor sensível?<br>R: quantidade de calor transferida entre sistemas, para produzir a variação da temperatura | ⠕ ⠑ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠎⠑⠝⠎⠊⠧⠑⠇ ⠦<br>⠗ ⠥⠁⠝⠞⠊⠙⠁⠙⠑ ⠙⠑ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠞⠗⠁⠝⠎⠋⠑⠗⠊⠙⠁<br>⠑⠝⠞⠗⠑ ⠎⠊⠎⠞⠑⠍⠁⠎ ⠏⠁⠗⠁ ⠏⠗⠕⠙⠥⠵⠊⠗ ⠁<br>⠧⠁⠗⠊⠁⠉⠁⠕ ⠙⠁ ⠞⠑⠍⠏⠑⠗⠁⠞⠥⠗⠁ |
| Verdadeiro ou falso? Calor específico é a quantidade de energia fixa necessária para que 1g de uma determinada substância eleve sua temperatura em 1°C.<br>R: Falso, não é fixa | ⠧⠻⠙⠁⠙⠑⠊⠗⠕ ⠕⠥ ⠋⠁⠇⠎⠕ ⠦ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠑⠎⠏⠑⠉⠊⠋⠊⠉⠕<br>⠑ ⠁ ⠥⠝⠊⠙⠁⠙⠑ ⠙⠑ ⠑⠝⠑⠗⠛⠊⠁ ⠋⠊⠭⠁ ⠝⠑⠉⠑⠎⠎⠁⠗⠊⠁<br>⠏⠁⠗⠁ ⠟⠥⠑ ⠥⠍ ⠛⠗⠁⠍⠁ ⠙⠑ ⠥⠍⠁ ⠙⠑⠞⠑⠗⠍⠊⠝⠁⠙⠁<br>⠎⠥⠃⠎⠞⠁⠝⠉⠊⠁ ⠑⠇⠑⠧⠑ ⠎⠥⠁<br>⠞⠑⠍⠏⠑⠗⠁⠞⠥⠗⠁ ⠑⠍ ⠁⠝⠉⠁⠲<br>⠗ ⠋⠁⠇⠎⠕⠂ ⠝⠃ ⠑ ⠋⠊⠭⠁ |
| Verdadeiro ou falso? Calor específico é uma grandeza caraterística apenas de sólidos e gases.<br>R: Falso | ⠧⠻⠙⠁⠙⠑⠊⠗⠕ ⠕⠥ ⠋⠁⠇⠎⠕ ⠦ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠑⠎⠏⠑⠉⠊⠋⠊⠉⠕<br>⠑ ⠥⠍⠁ ⠛⠗⠁⠝⠙⠑⠵⠁ ⠉⠁⠗⠁⠞⠑⠗⠊⠎⠞⠊⠉⠁<br>⠁⠏⠑⠝⠁⠎ ⠙⠑ ⠎⠕⠇⠊⠙⠕⠎ ⠑<br>⠛⠁⠎⠑⠎⠲<br>⠗ ⠋⠁⠇⠎⠕ |
| Qual o valor do calor específico do gelo?<br>R: 0,55 caloria por grama por °C<br>$\left(c_g = 0{,}55\ \frac{cal}{g°C}\right)$ | ⠟⠥⠁⠇ ⠕ ⠧⠁⠇⠕⠗ ⠙⠕ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠑⠎⠏⠑⠉⠊⠋⠊⠉⠕<br>⠙⠕ ⠛⠑⠇⠕⠲<br>⠗ ⠴⠲⠑⠑ ⠉⠁⠇⠕⠗⠊⠁ ⠏⠕⠗ ⠛⠗⠁⠍⠁ ⠏⠕⠗ ⠨⠉<br>⠐⠣⠉⠂⠛ ⠀ ⠴⠲⠑⠑ ⠀ ⠁⠇⠀⠉⠁⠇⠄⠛⠄⠨⠉⠐⠜ |
| Qual o valor do calor específico da água?<br>R: 1 caloria por grama por °C<br>$\left(c_a = 1{,}00\ \frac{cal}{g°C}\right)$ | ⠟⠥⠁⠇ ⠕ ⠧⠁⠇⠕⠗ ⠙⠕ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠑⠎⠏⠑⠉⠊⠋⠊⠉⠕<br>⠙⠁ ⠁⠛⠥⠁⠲<br>⠗ ⠁ ⠉⠁⠇⠕⠗⠊⠁ ⠏⠕⠗ ⠛⠗⠁⠍⠁ ⠏⠕⠗ ⠨⠉<br>⠐⠣⠉⠂⠁ ⠀ ⠁⠲⠚⠚ ⠀ ⠁⠇⠀⠉⠁⠇⠄⠛⠄⠨⠉⠐⠜ |
| Qual o valor do calor específico do vapor d'água? | ⠟⠥⠁⠇ ⠕ ⠧⠁⠇⠕⠗ ⠙⠕ ⠉⠁⠇⠕⠗ ⠑⠎⠏⠑⠉⠊⠋⠊⠉⠕<br>⠙⠕ ⠧⠁⠏⠕⠗ ⠙⠄⠁⠛⠥⠁⠲<br>⠗ ⠴⠲⠴⠴ ⠉⠁⠇⠕⠗⠊⠁ ⠏⠕⠗ ⠛⠗⠁⠍⠁ ⠏⠕⠗ ⠨⠉ |

| | |
|---|---|
| R: 0,50 caloria por grama por °C $\left(c_v = 0{,}50\ \frac{cal}{g°C}\right)$ | |
| Em quais trechos da trilha do jogo é possível verificar o processo com calor maior que zero ($Q > 0$) relacionado ao calor sensível?<br>R: Nos trechos em vermelhos, dentro de cada andar. | |
| Em quais trechos da trilha do jogo é possível verificar o processo com calor menor que zero ($Q < 0$) relacionado ao calor sensível?<br>R: Nos trechos em vermelhos, dentro de cada andar. | |
| O que é calor latente?<br>R: quantidade de calor transferida entre sistemas, para produzir a mudança do estado físico. | |
| O que é um processo isotérmico?<br>R: é uma transformação termodinâmica que ocorre a temperatura constante. | |
| Onde ocorrem processos isotérmicos com calor maior que zero ($Q > 0$) no tabuleiro?<br>R: Ao subir os andares: mudança de sólido para o líquido; e do líquido para o gasoso.<br>Bônus: O jogador tem passe livre para subir um andar se quiser. | |
| Onde ocorrem processos isotérmicos com calor menor que zero ($Q < 0$) no tabuleiro?<br>R: Ao descer os andares: mudança de gasoso para o líquido; e do líquido para o sólido.<br>Bônus: O jogador tem passe livre para descer um andar se quiser. | |
| Qual o ponto de fusão/solidificação da água?<br>R: 0°C. | |
| Qual o ponto de evaporação/condensação da | |

| | |
|---|---|
| água?<br>R: 100°C. | |
| Qual o valor do módulo do calor latente de fusão/solidificação da água?<br>R: 80 caloria por grama (L = 80 cal/g). | |
| Qual o valor do módulo do calor latente de evaporação/condensação da água?<br>R: 540 caloria por grama (L = 540 cal/g). | |
| Qual a unidade do calor latente usada no jogo?<br>R: caloria por grama (cal/g). | |
| Quais os estados físicos da matéria apresentados no jogo?<br>R: sólido, líquido e gasoso. | |
| O que é fusão?<br>R: passagem da fase sólida para a líquida. | |
| O que é vaporização ou ebulição?<br>R: passagem da fase líquida para a gasosa. | |
| O que é solidificação?<br>R: passagem da fase líquida para a sólida. | |
| O que é condensação ou liquefação?<br>R: passagem da fase gasosa para a líquida. | |
| O que é sublimação?<br>R: passagem que se dá de forma direta, da fase sólida para a gasosa.<br>Bônus: Se no jogo você estiver na fase sólida, pode passar direto para o estado gasoso. | |
| O que é deposição?<br>R: passagem que se dá de forma direta, da fase gasosa para a sólida.<br>Bônus: Se no jogo você estiver na fase gasosa, pode passar direto para o estado sólido. | |
| Em qual o estado físico as partículas que compõe o sistema estão organizadas, | |

| | |
|---|---|
| agregadas e movendo-se pouco?<br>R: sólido. | |
| Em qual o estado físico as partículas que compõe o sistema estão com pouca organização, fracamente agregadas e movendo-se?<br>R: líquido. | |
| Em qual o estado físico as partículas que compõe o sistema estão muito pouco organizadas, completamente livres e movendo-se com muita facilidade?<br>R: gasoso. | |
| O que é temperatura?<br>R: é a medida da energia térmica dos corpos e está associada ou estado de agitação das partículas de um corpo. | |
| Qual a unidade da temperatura utilizada no jogo?<br>R: grau Celsius (°C) | |
| Calor é uma propriedade do sistema, ou seja, é uma variável que pode caracterizar o sistema?<br>R: Não. Calor é a energia em transito, por isso não é uma propriedade que caracteriza o sistema.<br>Bônus: Sabe tudo! Avance três casas na trilha. | |
| Temperatura é uma propriedade do sistema, ou seja, é uma variável que pode caracterizar o sistema?<br>R: Sim, assim como Pressão e Volume.<br>Bônus: Sabe tudo! Avance três casas na trilha. | |
| Quais as três principais variáveis termodinâmicas que caracterizam o sistema?<br>R: Pressão, Volume e Temperatura.<br>Bônus: Sabe tudo! Avance três casas na trilha. | |

Como exemplo, na carta abaixo:




A foto do jogo adaptado confeccionado pelos autores está apresentada a seguir.




Q = m.L
Q = m.L
Q = m.L
Q = m.L
Q = m.L
Q = m.L
100°C
0°C
100°C
0°C
0°C
100°C
0°C
0°C
0°C
-30°C
0°C

## Apêndice: Descrição da capa

Sobre fundo azul marinho, na parte superior esquerdo dentro de um balão em formato de nuvem, na cor cinza, em letras rosa pink $Q=m.c.\Delta T$. Na parte superior direita dentro de um balão no formato de sol, na cor amarelo queimado, em letras vermelhas $Q=m.L$. Na parte central no formato de um borrão, na cor azul celeste, com letras azul marinho: JOGO COM AUDIODESCRIÇÃO E BRAILLE SOBRE OS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA, CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE. Na parte inferior direita dentro de um círculo, na cor laranja no centro e escurecendo para o vermelho nas bordas, estão dispostos três círculos. No círculo central a imagem do jogo didático, no círculo abaixo na direita mãos tateando o braile, e no círculo inferior à esquerda o símbolo da audiodescrição nas cores preta e rosa pink.