

# Revisitando a teoria e prática a partir da formação de professores: Programas PIBID e PRP



**Karina Soledad Maldonado Molina (Organização)**  
**Sérgio Roberto Silveira (Organização)**  
**Bárbara Corominas Valério (Organização)**





Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.

Catálogo da Publicação  
Serviço de Biblioteca  
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Revisitando a teoria e prática a partir da formação de professores:  
programas PIBID e PRP / organização: Soledad Maldonado  
Molina, Sérgio Roberto Silveira e Bárbara Corominas Valério. -  
São Paulo : EEFESP/CAPES, 2024.  
668p.

ISBN: 978-65-01-07551-8

DOI: 10.11606/9786501075518

1. Formação de professores 2. Avaliação educacional I. Molina,  
Karina S. Maldonado, org. II. Silveira, Sérgio R., org. III. Valério,  
Bárbara Corominas, org.

# DINÂMICA DA CAIXA COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA A COMPREENSÃO DA IMPORTÂNCIA DOS MODELOS CIENTÍFICOS

Miguel Silva Albino de Oliveira<sup>1</sup>

Luciane Fernandes Goes<sup>2</sup>

Carmen Fernandez<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

Modelos científicos podem ser entendidos como ferramentas de pensamento e fazem parte do processo do próprio trabalho científico (DE JONG; TABER, 2014), sendo cruciais na Ciência, facilitando a troca de ideias entre os cientistas, facilitando a visualização, sustentando novas ideias e possibilitando previsões diversas (GILBERT, 1991; 2004).

Um aspecto importante do desenvolvimento do conhecimento científico passa por projetar e usar modelos, pois eles conectam teorias com um alvo, que pode ser um sistema, um objeto, um fenômeno ou um processo (DRECHSLER, 2007). Os modelos são partes das teorias que os cientistas desenvolvem para descrever, explicar e prever aspectos do mundo experiencial com intuito de compreendê-lo. Segundo Gilbert:

Um modelo é uma entidade facilmente perceptível por meio do qual as abstrações de uma teoria podem ser aplicadas a alguns aspectos do mundo vivenciado, na tentativa de compreendê-lo. (GILBERT et al., 2000, p.34)

Por meio dos modelos, os químicos modelam tanto os fenômenos que observam como as ideias com as quais eles tentam explicar tais fenômenos, isto é, tanto no nível macro como no submicro (JUSTI; GILBERT, 2002a).

Para aprender ciência, os alunos devem compreender a natureza, o escopo e as limitações dos principais modelos científicos. Além disso, para compreender a ciência, é essencial apreciar o papel dos modelos na validação e divulgação dos

---

<sup>1</sup>Residente no Subprojeto Química do Programa de Residência Pedagógica. Licenciando em Química no Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

<sup>2</sup>Pós-doutorado em andamento em Ensino de Química no Instituto de Química da Universidade de São Paulo sob supervisão de Carmen Fernandez. Monitora no Subprojeto Química do Programa Residência Pedagógica

<sup>3</sup>Docente da área de Ensino de Química no Departamento de Química Fundamental do Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Coordenadora do subprojeto Química capital do Programa Residência Pedagógica da USP de São Paulo. E-mail: carmen@iq.usp.br

resultados da investigação científica. Por fim, para aprender a fazer ciência, os alunos precisam criar, expressar e testar seus próprios modelos. O cerne para alcançar todos esses aspectos é, portanto, o ato de modelagem científica, ou seja, a formação de representações apropriadas (JUSTI; GILBERT, 2002b). A modelagem é central no ensino de ciências, considerada vital para compreender os processos dinâmicos e não lineares que impulsionam o avanço do conhecimento científico (HARRISON; TREAGUST, 2000).

Dentro da Química, os modelos científicos e a modelagem ganham mais destaque pela grande parcela de abstração que carregam os conteúdos desta disciplina (JUSTI, 2010, NERY; FERNANDEZ, 2004). Estes conteúdos envolvem diferentes graus de representação que devem ser compreendidos pelos estudantes de modo a permitir que estes, ao transitarem entre estes níveis de representação, consigam compreender o que é a matéria e quais são suas transformações.

De maneira geral são três os tipos de representações em Química. O primeiro é o fenomenológico que representa os fenômenos como experimentado pelos sentidos. O segundo é o tipo modelo que busca dar suporte a uma explicação qualitativa dos fenômenos. E o terceiro procura apoiar uma explicação quantitativa desses fenômenos. (GILBERT; TREAGUST, 2009)

É sob esta perspectiva que o uso de modelos e a própria compreensão desta utilização se faz tão importante no ensino de Química, não só para a alfabetização científica, mas também para o desenvolvimento de um senso crítico sobre o fazer ciência. Tendo isso em vista, neste capítulo será descrito uma intervenção didática desenvolvida e implementada para uma turma da primeira série do Ensino Médio da escola campo.

## **MODELOS CIENTÍFICOS E SUA RELEVÂNCIA NO ENSINO**

De acordo com Gilbert, Boulter e Ruhterford (1998) os modelos representam objetos, ideias, fenômenos, sistemas ou processos, contribuindo significativamente para a compreensão desses elementos.

Os modelos científicos não apenas simplificam fenômenos complexos, mas também auxiliam na representação visual e conceitual de processos abstratos, tornando-os mais acessíveis aos alunos (JUSTI; GILBERT, 2002b). Além disso, os modelos científicos são dinâmicos, passíveis de revisão e atualização conforme novas evidências e descobertas científicas surgem.

Nesse contexto, surge a reflexão sobre como abordar o tema dos Modelos Atômicos considerando a sua construção pela Ciência. É essencial adaptar essa abordagem à realidade dos alunos, imersos na era da tecnologia, de forma a motivá-los e envolvê-los ativamente no aprendizado. Além disso, os professores precisam saber como estruturar e realizar atividades de modelagem em suas aulas, bem como manejar os modelos gerados nesse processo (JUSTI; GILBERT, 2003).

Modelos de ensino são aqueles criados especificamente para ajudar os alunos a compreender os modelos consensuais e a apoiar a evolução dos modelos mentais em áreas científicas específicas. Esses modelos têm uma complexidade especial, devendo preservar a estrutura conceitual de um modelo consensual, demonstrar a interação constante e dinâmica de pensamentos e ações na ciência, e lidar com o conhecimento prévio dos alunos, oferecendo maneiras de construir sobre sua compreensão pessoal da ciência (JUSTI; GILBERT, 2003).

Os modelos de ensino não são apenas objetos concretos criados pelo professor para ajudar os alunos a aprender, mas também analogias e ilustrações que levam os alunos a visualizar o que é pretendido (JUSTI; GILBERT, 1999). Isso ocorre, por exemplo, quando um professor utiliza representações pictóricas de modelos moleculares para explicar o significado de um diagrama sobre processos envolvendo moléculas.

Nesse sentido, percebemos a importância dos modelos e do ato de modelar para interpretar fenômenos e fomentar autonomia nas interpretações, especialmente na Química, uma ciência altamente abstrata que depende desse processo.

## **ABORDAGEM DA DINÂMICA DA CAIXA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA**

Ao considerarmos a importância dos modelos e da prática de modelagem, confrontamo-nos com o desafio de construir uma proposta de Ensino que contemple a diversidade de alunos em uma mesma turma, assegurando a participação ativa de todos, independentemente dos distintos níveis de aprendizagem.

Nesse sentido, a dinâmica da caixa surge como um caminho para redefinir os papéis tradicionalmente estáticos em sala de aula, permitindo momentos reflexivos, integração cognitiva e construção colaborativa de conhecimento. Essa atividade não apenas transforma a dinâmica das salas de aula, mas também confere ao aluno um protagonismo no processo de aprendizagem (PRIEB et al., 2020).

Para realizar a atividade da dinâmica da caixa, nos baseamos na atividade pedagógica "Mystery Boxes", do Science Curriculum Improvement Study (CAVALLO, 2007). Nesta atividade, o professor adquire caixas e coloca nelas diferentes itens, como uma borracha em uma caixa, três palitos de dente em outra e uma pitada de arroz em outra, numerando e lacrando cada caixa com fita adesiva transparente. Os alunos, divididos em grupos, recebem uma caixa misteriosa e são instruídos a fazer observações sobre o que está dentro da caixa sem abri-la, baseando-se apenas nos sentidos, principalmente na audição. Eles registram suas observações e concluem, por meio da discussão em grupo, sobre o que acreditam estar dentro da caixa.

Posteriormente, cada grupo apresenta suas observações e conclusões para a classe, respondendo a questionamentos dos colegas sobre como chegaram a essas

conclusões, descrevendo detalhes que fundamentem suas suposições. Essa atividade estimula a observação, discussão em grupo e a apresentação de argumentos embasados nos dados coletados, promovendo um processo de aprendizado participativo e reflexivo (CAVALLO, 2007).

A atividade da caixa misteriosa serve como ponto de partida para uma aula sobre observação e inferência (SIMPSON; WISE, 1993). Nesse sentido, ela está intrinsecamente relacionada aos conceitos de modelo científico e modelagem. Ao propor que os alunos façam observações e inferências sobre o conteúdo da caixa sem abri-la, essa atividade enfatiza a importância da observação cuidadosa, coleta de dados e formulação de suposições baseadas em evidências. Analogamente, no processo científico, os modelos científicos são construídos com base em observações e dados coletados para representar e explicar fenômenos. Assim como os alunos na atividade da caixa misteriosa, os cientistas fazem inferências e desenvolvem modelos com base em observações, experimentos e evidências coletadas ao longo do tempo.

A modelagem científica, por sua vez, envolve a criação e teste de modelos para representar e compreender fenômenos naturais. A atividade da caixa misteriosa pode ser vista como uma forma simplificada de modelagem, onde os alunos constroem hipóteses e modelos mentais sobre o que está dentro da caixa com base em suas observações, semelhante à construção de modelos científicos para entender o mundo natural com base em evidências empíricas.

RULE (2007) realiza um estudo com 90 professores em formação sobre o uso de caixas misteriosas com pré-escolares e alunos do ensino fundamental em escolas públicas urbanas no centro do estado de Nova York. A autora aponta que dinâmicas envolvendo uma "caixa misteriosa" ajudam as crianças a desenvolverem habilidades cognitivas, como escutar, lembrar informações, fazer perguntas intencionais e tirar conclusões. Baseado na análise de reflexões dos professores e na experiência dos alunos, a autora destaca o entusiasmo dos estudantes pela dinâmica e as estratégias para formular perguntas e discutir com colegas.

Especificamente na área de ensino de química, Salazar e colaboradores (2019) utilizaram a dinâmica da caixa para o ensino de modelos atômicos e observaram que os alunos se mostraram curiosos e imaginativos. Os autores afirmam que os alunos debateram quando não concordavam com seus colegas, o que os auxiliou em seu processo de aprendizado. Com base nos resultados do instrumento de avaliação e nos comentários recebidos dos alunos, os autores mostram que foi alcançada uma melhoria significativa no conhecimento dos alunos sobre modelos atômicos.

## **DESENVOLVIMENTO DA DINÂMICA DA CAIXA: METODOLOGIA E IMPLEMENTAÇÃO**

A escolha de trabalhar com modelos surgiu da experiência do residente como

aluno. Durante suas aulas de Química no Ensino Médio, a palavra "modelo" raramente era mencionada. Embora tenha estudado os modelos atômicos de Dalton a Bohr, como é comum nos currículos de química, nunca foi explicada a importância ou o significado desses modelos na química ou na ciência. Não ficou claro que eram representações. Da mesma forma, não foi evidente que esses modelos tinham limitações e potencialidades, não sendo exatamente reflexo da realidade.

Além disso, é importante ressaltar que ao trabalhar com modelos com os estudantes do Ensino Médio, é viável promover o desenvolvimento de competências que transcendem simples conhecimentos teóricos. Este aspecto, por si só, foi uma grande motivação para o residente. Ao contrário de outros conteúdos que se concentram em conceitos específicos, terminologias e processos, o ensino por meio de modelos pode estimular um tipo diferente de raciocínio nos alunos. Essa abordagem oferece uma maneira de ver as coisas por meio de representações que, embora não sejam exatas reproduções da realidade, possibilitam uma compreensão mais aprofundada sobre o funcionamento desses fenômenos. Essa perspectiva pode expandir a visão dos estudantes e promover uma compreensão mais abrangente dos conceitos.

No mesmo ano, na escola campo, no início do primeiro semestre, a professora preceptora realizou uma dinâmica voltada para a compreensão de modelos. Essa atividade serviu de inspiração para a intervenção realizada no final do ano, no término do terceiro bimestre. Na dinâmica da professora, a turma do 1<sup>o</sup>C, a mesma na qual as aulas foram conduzidas posteriormente, foi dividida em duas partes: uma permaneceu na sala de aula e a outra ficou no corredor. Cada grupo recebeu uma pequena caixa de papelão para escolher e colocar um objeto dentro. Posteriormente, as caixas foram lacradas cuidadosamente com fita isolante, e as turmas retornaram à sala de aula.

A dinâmica iniciaria com ambas as equipes fazendo perguntas de sim ou não para tentar identificar o objeto contido na caixa da outra parte da turma. Características como o peso do objeto ou o som emitido quando a caixa era agitada serviam como pistas para os grupos descobrirem sobre o conteúdo da caixa. Algumas regras eram estabelecidas:

- 1 - A caixa não podia ser aberta em hipótese alguma.
- 2 - As perguntas deveriam ser exclusivamente de sim ou não.
- 3 - Caso algum grupo pensasse que tinha descoberto o que estava na caixa, não era permitido questionar diretamente isso, e o outro grupo não podia responder a essa pergunta.

Então, quando uma das equipes chegou a uma possível resposta sobre o objeto, a dinâmica parou e os grupos desenharam na lousa como imaginavam ser o objeto dentro de cada caixa, sem abri-las. Ao abrir as caixas após os desenhos, os objetos foram revelados.

Na discussão final, foi evidenciado que mesmo que os desenhos representassem corretamente os objetos, não eram idênticos aos objetos reais. Da mesma forma, os modelos químicos, especialmente os atômicos, não correspondem exatamente aos átomos, cuja natureza real é desconhecida. No entanto, essas representações, assim como os modelos científicos, são suficientes para compreender algumas características do que não é diretamente observável.

Na dinâmica apresentada nesse capítulo, a proposta inicial era a repetição da atividade com os alunos, visando a relevância para aulas subsequentes – modelos atômicos. A realização inicial da atividade foi considerada distante, planejada para o meio do terceiro bimestre, enquanto os alunos já a tinham completado no primeiro bimestre. A única modificação ponderada foi a utilização de objetos do laboratório, com o objetivo simples de ampliar o conhecimento dos alunos sobre esses instrumentos.

Contudo, ao apresentar e discutir com a professora orientadora do PRP, foi concluído que uma dinâmica eficaz poderia envolver a não abertura da caixa. Isso se deve ao fato de que, ao fazer uma analogia com os modelos atômicos, não temos um conhecimento exato sobre a estrutura do átomo, e sequer podemos garantir sua existência. Dessa forma, a decisão de não abrir a caixa poderia ser aproveitada para ensinar um aspecto crucial da ciência relacionada aos modelos.

Considerando estas reflexões sobre os modelos, a professora orientadora também sugeriu que o objeto não fosse conhecido por uma das turmas, mas sim produzido pelo residente responsável pela implementação da dinâmica. Dessa forma, ao invés de os alunos se questionarem com sim ou não, os recursos para identificar o objeto estariam restritos ao peso da caixa, ao som gerado pelo objeto ou à maneira como ele se movimenta na caixa, entre outros aspectos. Nesse cenário, com ninguém ciente do conteúdo de qualquer caixa, seria possível reforçar a ideia de que, na prática, não se tem um conhecimento preciso do objeto ou fenômeno que se deseja modelar.

Seguindo essa linha de raciocínio, o objeto introduzido na caixa poderia ser fictício, isto é, criado por meio de elementos reais para evitar que os alunos descobrissem facilmente o conteúdo da caixa. Dessa maneira, seria um exercício de representação por meio de informações indiretas, sem focar em algo específico.

Portanto, a proposta final da intervenção denominada "Dinâmica da Caixa" consistiu em introduzir um objeto criado pelo residente em caixas de papelão bem vedadas com fita isolante. Foram construídas três caixas, de modo que, na aula, ficasse uma caixa para cada um dos três grupos formados pela turma. Durante um período de aproximadamente 25 minutos, os alunos deveriam, unicamente por meio dessas informações indiretas, representar o objeto contido na caixa em uma folha de sulfite. Após todos os grupos realizarem essa tarefa, seria feita uma representação na lousa para a discussão final.

Nas aulas práticas ministradas na escola campo, onde essa atividade foi implementada, é relevante observar que estas aulas são intercaladas com as práticas de Física, conforme o cronograma escolar. Esse arranjo resulta na divisão da turma em dois grupos, permitindo que, enquanto metade da turma assiste à aula de Química, a outra metade acompanha a aula de Física. Em seguida, essa divisão se inverte durante os 45 minutos subsequentes. Esta organização possibilitou que o residente realizasse a intervenção duas vezes, uma para cada grupo da turma.

Em cada aula, inicialmente, foi feita referência à atividade semelhante realizada pela professora responsável da turma no início do ano. No entanto, o residente destacou que a dinâmica proposta por ele seria e diferente.

Foi explicado que os alunos seriam organizados em três grupos e incumbidos de representar o objeto contido na caixa em uma folha de papel, posteriormente transpondo essa representação para a lousa. Três caixas foram apresentadas (uma para cada grupo), todas contendo objetos idênticos. Foi enfatizado que não seria permitido abrir as caixas em qualquer circunstância e que não existia uma resposta correta ou incorreta; o objetivo era simplesmente representar o objeto conforme a percepção de cada grupo sobre sua aparência.

O objeto preparado para essa atividade tinha um formato irregular e era constituído de material plástico e metálico. O intuito era ter um objeto estranho para que os alunos tentassem representá-lo a partir de experimentos sensoriais.

Após cada grupo representar o possível objeto dentro da caixa, prosseguiu-se para a discussão final onde foram abordados os seguintes aspectos:

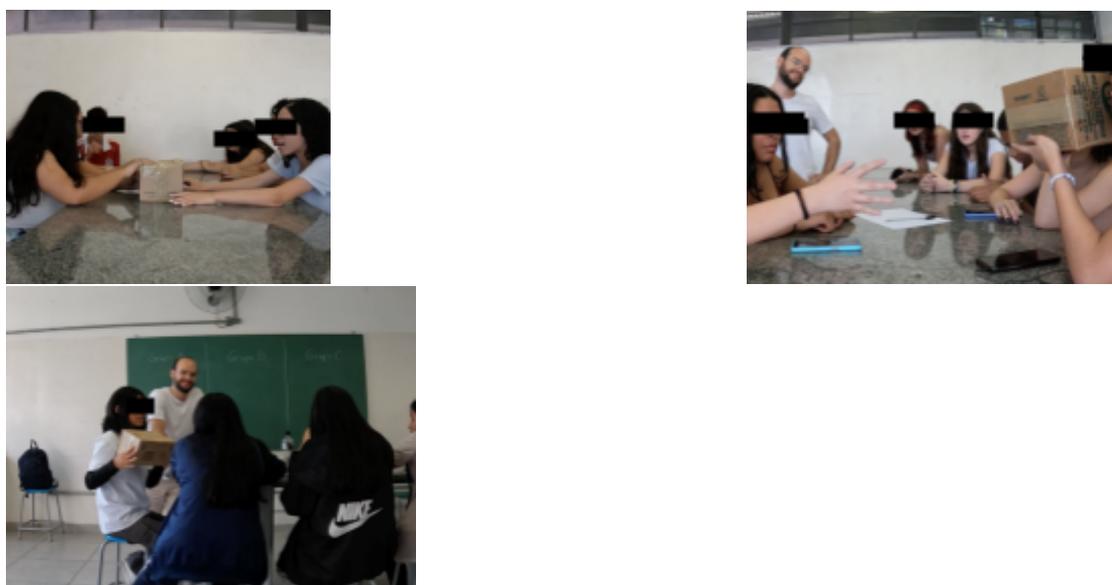
- Da mesma forma que os estudantes utilizaram informações indiretas para representar o objeto, os cientistas utilizam características indiretas para conduzir experimentos e aprofundar a compreensão dos fenômenos. No caso dos cientistas são usados instrumentos sofisticados para ter informações mais apuradas do fenômeno. Mas, a atividade da caixa tenta mimetizar esse processo que a ciência realiza de modo muito mais simples.
- Assim como os estudantes se valeram das informações dos colegas, os cientistas se baseiam em pesquisas e descobertas de outros pesquisadores para progredir e promover o desenvolvimento da ciência.
- As representações são explicações tentativas baseadas em evidências dos fenômenos que se quer explicar.
- Um ponto importante da atividade é que a caixa não pode ser aberta pelos estudantes. Da mesma forma, os cientistas não tem acesso direto ao fenômeno, sistema, partícula, etc. mas sim às observações e dados vindos de instrumentos e, com os quais, eles propõe uma descrição, explicação e previsão de aspectos do mundo experiencial com intuito de compreendê-lo

A proposta visa que as representações de cada grupo permitam tornar explícitas as explicações e representações a que cada grupo chegou sobre o objeto. A partir daí discussões e argumentos são produzidos pelos diferentes grupos trazendo elementos perceptíveis por alguns e que convencem os demais, acabando por serem incorporados no modelo final.

### **RESULTADOS OBTIDOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRATÉGIA**

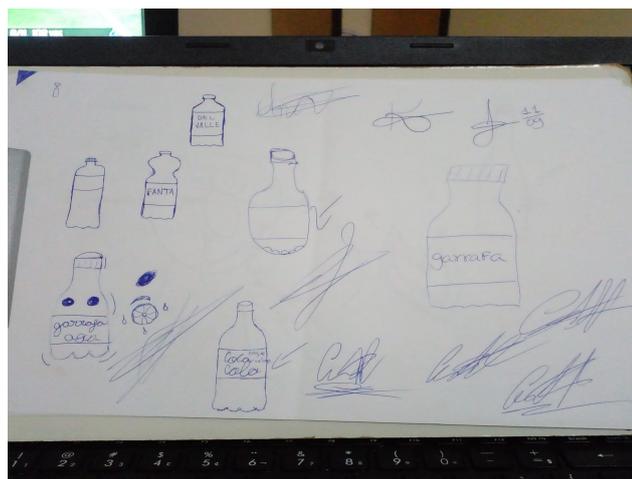
Para a realização da atividade, foi utilizada a dinâmica da caixa, na qual os alunos manipularam uma caixa vedada com um objeto dentro, fazendo observações e formulando hipóteses sobre suas características. Em seguida, discutiu-se a importância de compreender que os modelos são construções coletivas, temporárias e sujeitas a melhorias.

Durante a implementação da atividade, houve uma participação ativa de todos os grupos. Foi notável o engajamento geral, com os alunos agitando as caixas e demonstrando interesse no som produzido pelo objeto (Figura 1). Cada integrante dos grupos manifestou interesse em manipular a caixa e compartilhar suas respectivas opiniões sobre o conteúdo. Inicialmente, havia uma preocupação quanto ao nível de envolvimento dos alunos na atividade, receando que a considerassem monótona. No entanto, ocorreu exatamente o oposto: os estudantes demonstraram grande curiosidade em relação ao som e ao peso do objeto misterioso, dedicando um bom tempo da aula à discussão dentro de seus respectivos grupos, conjecturando sobre a natureza do conteúdo.



**Figura 1** - Alunos manuseando a caixa e identificando característica do objeto

No entanto, por razões não determinadas, nessa aula, com a primeira metade da turma, todos os grupos presumiram que parte do objeto poderia ser uma garrafa. É possível que um dos grupos tenha inicialmente sugerido essa hipótese, influenciando as percepções subsequentes dos demais. Um dos grupos, ao representar o objeto, considerou exclusivamente a possibilidade de ser uma garrafa, como evidenciado na folha de representação desse grupo (Figura 2).



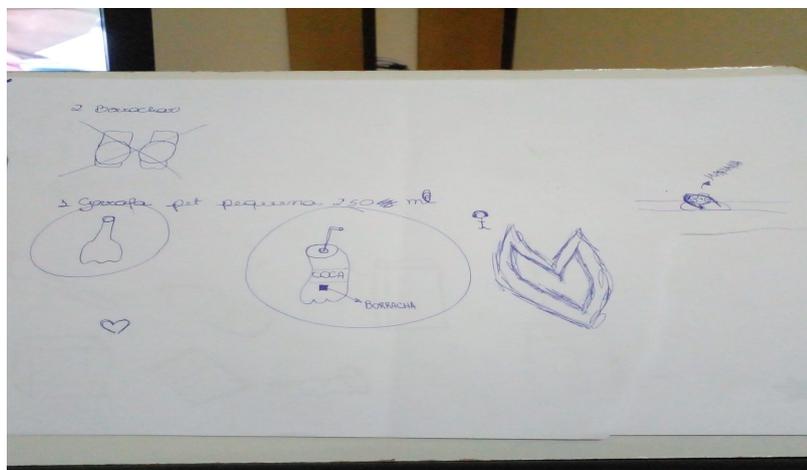
**Figura 2** - Representação do objeto na caixa do grupo 1

Um dos aspectos considerados na condução desta atividade era evitar que os alunos presumissem se tratar de um objeto específico, especialmente no início da atividade. A razão para isso era evitar que a atividade se limitasse a uma mera adivinhação, o que não correspondia ao propósito, especialmente ao se considerar a analogia com a prática científica diária, que não se baseia em conjecturas.

Assim, a estratégia planejada era, ao perceber que um grupo expressava total convicção sobre a identidade de um determinado objeto, abordá-lo com uma indagação: "Será que o som corresponde a este objeto? Será que o peso se alinha com esse objeto?". Essa abordagem tinha como intuito gerar dúvidas nos grupos, incentivando-os, de maneira indireta, a revisitar suas representações (ou seja, seus modelos). Contudo, no caso desse primeiro grupo, mesmo após esses questionamentos, os estudantes mantiveram a certeza de que se tratava de uma garrafa e não demonstraram interesse em modificar a representação.

No entanto, outro grupo também inicialmente considerou a possibilidade de ser uma garrafa. No entanto, ao serem abordados com questionamentos pertinentes, eles passaram a notar discrepâncias entre uma garrafa e as características de peso e som observadas. Conseqüentemente, este segundo grupo chegou à conclusão de que o objeto realmente se assemelhava a uma garrafa, porém com um conteúdo

interno, especificamente uma borracha, como evidenciado na representação feita pelo grupo (Figura 3).



**Figura 3** - Representação do objeto na caixa do grupo 2

No caso do terceiro grupo durante essa primeira aula, a representação apresentada foi a de uma garrafa com um garfo aderido lateralmente. O grupo demonstrou capacidade ao perceber a presença do metal através do som emitido, além de considerar a possibilidade da existência de diferentes objetos, como um caderno de anotações ou até mesmo o próprio garfo dentro da caixa. Todas essas representações estão registradas na folha desse grupo (Figura 4).



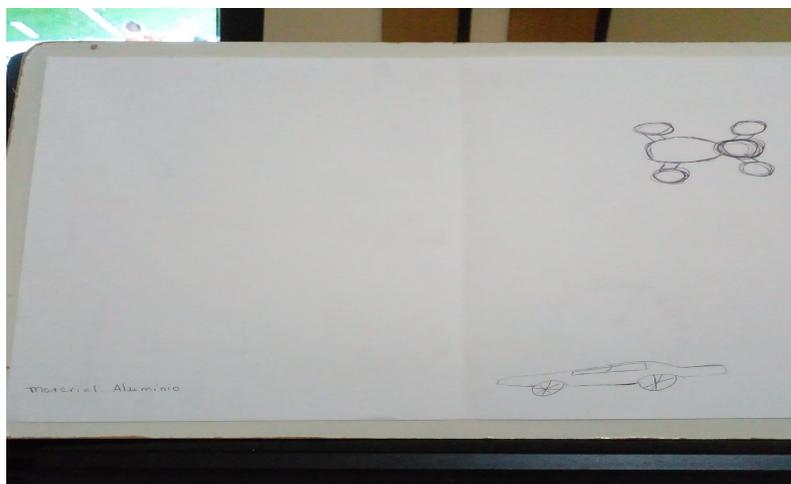
**Figura 4** - Representação do objeto na caixa do grupo 3

Contudo, foi evidente que as alunas pertencentes a este terceiro grupo utilizaram várias referências familiares para estabelecer paralelos com a dinâmica da

caixa. Uma das alunas fez menção ao gato de Schrödinger, um tópico que ela recordava e apreciava. Além disso, outra aluna do mesmo grupo recordou a passagem do livro "O Pequeno Príncipe", na qual um piloto desenha um objeto misterioso dentro de uma caixa com três furos para agradar ao Pequeno Príncipe, após várias tentativas frustradas de desenhar um carneiro. De forma lúdica, essa aluna mencionou a presença de um carneiro dentro da caixa, ilustrado em um dos desenhos na folha pertencente ao grupo.

Ao término da primeira aula, ocorreu a troca entre as turmas e os alunos se encontraram no corredor. Durante a troca de salas os alunos comentaram entre eles que dentro da caixa havia uma garrafa. Antes de iniciar a dinâmica, a professora responsável explicou para toda a turma que ninguém sabia o que tinha na caixa e que não era para acreditar no que ouviam.

Nessa turma, as representações foram bem diferenciadas. Um dos grupos inferiu que se tratava de um relógio, enquanto o outro grupo considerou a possibilidade de ser um carrinho de brinquedo. No caso do grupo que conjecturou sobre o carrinho de brinquedo (Figura 5), foi notável uma discussão instigante entre os membros, cada um buscando argumentos para justificar suas crenças. Mesmo após concordarem que se tratava de um carro, eles continuaram a realizar diálogos interessantes sobre o tamanho do veículo, ponderando sobre como o peso da caixa poderia ser influenciado ou mesmo discutindo o formato do objeto para explicar como ele se movia dentro da caixa quando esta era agitada.



**Figura 5** - Representação do objeto na caixa do grupo 4

No grupo que representou um relógio, foi perceptível uma maior dificuldade na elaboração da representação por parte das alunas. Inicialmente, houve uma inclinação para encontrar um objeto que correspondesse ao peso e ao som percebidos. No entanto, intervenções foram feitas para encorajá-las a utilizar a criatividade,

buscando representar com base nas evidências, ao invés de tentar identificar um objeto específico que coincidissem com as características observadas.

O residente sugeriu que os estudantes registrassem algumas informações na própria folha de representação, a fim de facilitar a identificação de um objeto compatível com as características percebidas. Como evidenciado na folha de representação (Figura 6), as alunas mencionaram ter observado um objeto com tamanho entre pequeno e médio, além de identificarem sons de metal e plástico. Ao término da atividade, chegaram à conclusão de que acreditavam se tratar de um relógio.



**Figura 6** - Representação do objeto na caixa do grupo 5

Infelizmente, o terceiro grupo da segunda aula acabou rompendo a vedação da caixa e observou o objeto sem autorização, interrompendo o propósito da atividade. O residente decidiu não pedir a representação do objeto na lousa por parte deste grupo, pois isso poderia encerrar a discussão subsequente sobre a atividade. No início, os membros desse grupo estavam participando ativamente, tentando decifrar o conteúdo da caixa ao sacudi-la. No entanto, enquanto o residente orientava os outros grupos, eles abriram parcialmente a caixa e olharam o objeto.

O residente enfrentou uma dificuldade significativa ao lidar com esse grupo. Desde o começo da atividade, ficou claro que eles só interagem com a caixa quando o residente se aproximava; a maioria permanecia no celular mesmo na presença do residente, como se sua participação não influenciasse em sua postura. De fato, alguns começaram a jogar em seus celulares logo no início da atividade, sem demonstrar interesse em participar. Essa atitude passiva e distante não é exclusiva das aulas de Química, sendo um problema recorrente observado nesses alunos em várias disciplinas.

Durante o momento em que todos estavam investigando a caixa, houve uma sensação de distanciamento daquele grupo por um tempo, devido à dificuldade em

estabelecer uma comunicação eficaz com eles no contexto da atividade, considerando também a postura deles, concentrados apenas nos celulares e desconectados do restante do grupo. Após examinarem o conteúdo da caixa, foi solicitado que ao menos representassem o objeto que imaginavam na folha de papel fornecida, porém demonstraram relutância em realizar essa etapa e optaram por iniciar uma discussão entre si, revelando um desinteresse e descaso pela atividade.

Após a representação do possível objeto na lousa pelos grupos foi feita uma discussão na qual foi reforçada os paralelos significativos entre a prática científica e a representação criativa dos estudantes. Assim como os alunos utilizaram informações indiretas para representar objetos, os cientistas exploraram características indiretas em experimentos para compreender fenômenos complexos. Enquanto os estudantes se apoiaram nas informações dos colegas, os cientistas basearam suas pesquisas em descobertas de outros pesquisadores para progredir na ciência. As representações, tanto dos alunos quanto dos cientistas, não foram réplicas exatas dos objetos, mas sim interpretações baseadas em evidências.

Dessa forma, ressaltou-se aos alunos que a dinâmica visava que as representações dos grupos elucidassem aspectos relevantes do objeto, como peso, som produzido e movimentação, refletindo a capacidade das representações em explicar os aspectos essenciais para nosso interesse. E que, esta atividade, portanto, ofereceu um contexto prático e didático para explorar conceitos científicos complexos e promover a compreensão dos processos científicos fundamentais.

Durante ambas as aulas do primeiro dia de intervenção, uma observação marcante foi a insatisfação dos alunos com a decisão de não abrir a caixa. Houve expressivo descontentamento e várias solicitações para revelar o conteúdo da caixa. O residente explicou que o motivo principal para não abrir a caixa era a tentativa de mostrar que a ciência é sempre uma tentativa de explicar a realidade e seus fenômenos, mesmo sem acesso direto a ele. No entanto, como mencionado anteriormente, os modelos criados pelos alunos ofereciam subsídios suficientes para compreender o propósito da atividade. Havia coisas em comum nas diferentes representações e explicações, que também ocorre na ciência. Os grupos perceberam, a partir das experimentações, tratar-se de objeto com características metálicas e plásticas. E reproduziram isso nos desenhos, embora o formato foi muito distinto nos diferentes grupos. Uma possível explicação é que os alunos estavam supondo tratar-se de um objeto conhecido e por isso chegaram a propor um relógio (que pode ser feito de metal e plástico). A atividade prévia feita pela professora preceptora no início do semestre pode ter influenciado esse resultado, uma vez que naquela atividade, o objeto usado era algo do dia a dia e a atividade tinha como propósito adivinhar tal objeto a partir das percepções. Apesar de rica, faltou tempo durante a atividade para uma discussão final sobre as semelhanças e diferenças dos objetos representados e como a participação de todas as percepções dos diferentes

grupos poderia auxiliar a melhorar o modelo e torná-lo consensual no grupo. Mas isso demandaria um horário comum a todas as classes e nem sempre isso se torna factível num aescola. Essa é uma reflexão importante a ser feita e levada a cabo nas próximas vezes que a atividade seja ministrada.

## CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Considerando todas as informações apresentadas, é possível concluir que a Dinâmica da Caixa representa uma atividade de grande relevância para ser aplicada em contextos de ensino de ciências, especialmente no campo da Química. Esta atividade não apenas promove a participação ativa dos estudantes e estimula sua criatividade, mas também oferece a oportunidade de destacar um aspecto crucial da prática científica. Isso ocorre tanto no aspecto conceitual quanto na compreensão do próprio processo científico, que se baseia essencialmente na utilização de modelos.

Essa relevância se destaca ainda mais diante da era da informação e desinformação em que estamos imersos. São frequentes os casos de disseminação de informações falsas sobre conceitos científicos na sociedade, o que resulta em prejuízos para as populações, promovendo práticas, ideias, padrões de consumo e outros aspectos de maneira desfavorável. É nessa ótica que o ensino sobre modelos científicos adquire maior importância, visando fornecer ferramentas que auxiliem na compreensão e discernimento diante das informações, promovendo um pensamento crítico e fundamentado.

É crucial compreender que, embora a ciência não detenha um conhecimento absoluto de todos os fenômenos naturais, ela possui um método específico de investigação. Este se baseia em evidências experimentais, colaboração em comunidades científicas e raciocínio fundamentado em lógica e justificações coerentes. Compreender a presença e importância da ciência na sociedade implica entender suas vantagens, desvantagens e limitações, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões informadas e responsáveis.

Sob essa perspectiva, a Dinâmica da Caixa busca contribuir demonstrando como é viável compreender o desconhecido a partir de informações indiretas, aprimorar o conhecimento por meio de colaboração, e entender melhor o mundo ao nosso redor, incluindo suas transformações, através de representações limitadas de objetos, fenômenos, ideias e processos. Além disso, é uma forma dinâmica e envolvente de introduzir os modelos atômicos e sua evolução, elementos essenciais no currículo de Química do Ensino Médio. Esta abordagem permite aos alunos explorar conceitos complexos de forma acessível e interativa, estimulando sua compreensão e interesse pela matéria.

Além disso, para a formação inicial docente, a utilização da Dinâmica da Caixa oferece uma oportunidade valiosa para os futuros professores explorarem metodolo-

gias de ensino inovadoras. Ao aplicarem essa atividade, os professores em formação aprendem a desenvolver estratégias para estimular a participação ativa dos alunos, promover o pensamento crítico e incentivar a colaboração dentro da sala de aula. Além disso, essa dinâmica permite aos futuros professores compreenderem a importância de abordagens criativas e dinâmicas no ensino de conceitos científicos complexos, como os modelos atômicos, contribuindo para a construção de aulas mais interativas, engajadoras e alinhadas com os objetivos de aprendizagem dos alunos.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio financeiro da Capes e da Pró-Reitoria de Graduação da USP pelas bolsas concedidas ao PRP, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processos #2013/07937-8 e #2021/03489-7 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo #312017/2021-9. Agradecimentos especiais aos residentes, preceptores e à recepção dada pela escola campo.

## REFERÊNCIAS

CAVALLO, A. "Draw-a-scientist/mystery box redux: two classic activities are tweaked to help students understand the nature of science." **Science and Children**, Nov. 2007, p. 37. Gale Academic OneFile, [link.gale.com/apps/doc/A172251363/AONE?u=usp\\_br&sid=googleScholar&xid=1ad99fd4](http://link.gale.com/apps/doc/A172251363/AONE?u=usp_br&sid=googleScholar&xid=1ad99fd4). Accessed 1 Dec. 2023.

De JONG, O.; TABER, K. S., The many faces of high school chemistry. In: Norman Lederman; Sandra Abell (Eds.) **Handbook of Research on Science Education**, v. II, New York: Routledge, p. 457-480, 2014.

DRECHSLER, M. **Models in chemistry education: a study of teaching and learning acids and bases in Swedish Upper secondary schools**. PhD thesis. Karlstad University, 2007

GILBERT, S. W. Model building and a definition of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 1, p. 73-79, 1991.

GILBERT, J. K. Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n. 2, p. 115-130, 2004/06/01 2004.

GILBERT, J. K. PIETROCOLA, M.; ZYLBERSZTAJN, A.; FRANCO, C. Science and education: notion of reality, theory and model. In: J. K. GILBERT, J. K. & C. J. BOULTER (Eds.) **Developing models in Science Education**, p. 343-362, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. (Eds.) Introductios: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in Chemical Education. *In: Multiple Representations in Chemical Education* (Models and Modeling in Science Education). p. 1-8, , Springer. 2009.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. A typology of school science models. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 9, p. 1011-1026, 2000.

JUSTI, R., La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos, **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Ed.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí, RS: Ed. Unijuí,

2010. p. 209-230

JUSTI, R.; GILBERT, J. A cause of ahistorical science teaching: Use of hybrid models. **Science Education**, v. 83, n. 2, p. 163-177, 1999.

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K., Models and modelling in chemical education. *In*: J. K. GILBERT; O. de JONG; R. JUSTI; D. F. TREAGUST, J. H. van DRIEL (Eds.), **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 47-68, 2002a.

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002b.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Teachers' views on the nature of models. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 11, p. 1369-1386, 2003.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ, C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, n. 19, Mai, 2004.

RULE, A. C. Mystery Boxes: Helping Children Improve their Reasoning. **Early Childhood Education Journal**, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2007.

PRIEB, L.M.; SOARES, C. J.; PONZONI, A. S.; SLAVIERO, A.; PAZINATO, M. S.; SIMON, N. M.; PASSOS, C; G;. Utilização da dinâmica da caixa preta para introdução de Modelos Atômicos e compreensão da importância dos modelos científicos. *In*: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 41., 2022, Pelotas, RS. **Anais..**

SALAZAR, R., E.; OBAYA, A. E.; GIAMMATTEO, L.; VARGAS-RODRÍGUEZ, Y. M. Evaluating a Didactic Strategy to Promote Atomic Models Learning in High School Students through Hake's Method. **International Journal of Education and Research**, v. 7, n. 5, p. 293-312, 2019.

SIMPSON, P.; WISE, K. The Mystery Box and More. **Science Activities**, v. 29, n. 4, p. 22-26, 1993.