

# VIII ENECIÊNCIAS 2024

## A TEORIA DOS MODELOS MENTAIS DE JOHNSON-LAIRD APLICADA ÀS ATIVIDADES MAKER PARA O ENSINO DE QUÍMICA

**Arthur Jacob dos Santos**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, PEQUI  
ajacob180300@gmail.com

**Paula Macedo Lessa dos Santos**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, PEQUI  
paulalessa@iq.ufrj.br

### RESUMO

A Química busca compreender a natureza, focando na matéria, suas propriedades e transformações. Dado a complexidade de certos conceitos, ensinar Química no Ensino Médio é desafiador. O estudo utiliza a teoria dos modelos mentais de Phillip Johnson Laird e explora a Cultura Maker como metodologia de ensino. A pesquisa-ação realizada em uma escola do Rio de Janeiro com 14 alunos do 1º ano do Ensino Médio visa avaliar se a Cultura Maker pode melhorar a compreensão dos modelos atômicos e auxiliar o professor no diagnóstico das imagens mentais dos estudantes. A metodologia envolveu atividades práticas para ajudar os alunos a internalizar os conceitos. Os resultados indicaram ganhos cognitivos e maior engajamento dos alunos, embora a falta de mais instrutores tenha tornado o processo mais lento. O trabalho abre novas possibilidades para aprofundar teorias cognitivistas e construtivistas, auxiliando o papel do professor e aumentando a dinamicidade em sala de aula.

**Palavras-chave:** Química, Modelos Mentais, Cultura Maker, Modelos Atômicos, Johnson-Laird

Realização:



Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

## INTRODUÇÃO

A Química visa compreender a natureza por meio do estudo da matéria, suas propriedades, composição e, principalmente, suas transformações. A matéria é tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço. Desse modo, o estudo da Química busca entender grande parte da complexidade do universo (Russel, 1994).

Devido à complexidade de certos conceitos, ensinar Química no Ensino Médio é um grande desafio. O professor precisa criar estratégias didáticas eficazes que permitam aos alunos entender a evolução das teorias científicas e suas relações com o cotidiano. Para isso, é necessário ir além do quadro negro, utilizando-se de abordagens didáticas variadas que facilitem a internalização dos conceitos pelos estudantes.

O despertar do interesse dos estudantes pelo aprendizado de Química geralmente se dá pela curiosidade. A palavra "curiosidade" deriva do latim curiositas, que significa “cuidado, diligência em buscar algo” e “desejo de conhecer” (Houaiss, 2001). De acordo com Gonçalves (2010), a curiosidade é o desejo intenso de ver, ouvir, conhecer ou experimentar algo, geralmente novo ou desconhecido, além de ser uma forma de interesse intelectual.

Embora não exista uma fórmula mágica para estimular a curiosidade de todos os estudantes, algumas metodologias podem ser aplicadas para potencializar o aprendizado, tornando-o mais agradável e interativo. Entre essas metodologias ativas, destacam-se a Cultura Maker, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), a Gamificação e o Júri Simulado (Martínez, 2013).

Libâneo (1990) distingue dois tipos de aprendizagem: a casual e a organizada. A aprendizagem casual refere-se à maneira espontânea com que os indivíduos adquirem conhecimento por meio da interação com o ambiente e outras pessoas, acumulando saberes que lhes permitem construir uma imagem mental dos fenômenos observados. Por outro lado,

Realização:



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**CF  
CG** Centro  
de Formação  
Professora  
Carollina Garcia

Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

a aprendizagem organizada envolve o ensino planejado, em que recursos são usados para desenvolver competências e habilidades específicas em relação a um conteúdo.

Este trabalho explora a metodologia baseada na Cultura Maker, que busca unir esses dois tipos de aprendizagem. Ao priorizar atividades em grupo e o uso de ferramentas cotidianas (aprendizagem casual), associadas a um planejamento coeso, a metodologia visa incitar a criatividade dos estudantes na resolução de problemas, com ênfase na disciplina de Química (aprendizagem organizada).

O pesquisador identifica o potencial que a Cultura Maker possui no Ensino de Química, tal qual o de Ciências, os quais são construídos com base modelos com objetivos pedagógicos de tornar o empírico mais entendível. Assim, com base a criatividade dos estudantes, agora Makers, são capazes materializar o empírico possibilitando mais ferramentas de compreensão da natureza.

As atividades "maker" permitem que o aluno desenvolva conceitos STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) por meio da construção de projetos. Esses projetos auxiliam o professor a interpretar como o grupo de estudantes compreende determinado fenômeno químico (Blikstein, 2013). Assim, mesmo em escolas com poucos recursos para experimentos em ciências, tecnologia, engenharia e matemática, o uso de metodologias ativas como a Cultura Maker pode aproximar os alunos dessas disciplinas.

Por meio destas perspectivas, observa-se que as escolas com pouco recurso para realizarem experimentos na área de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, possuem mais dificuldade para conectar o estudante a essas disciplinas. Principalmente, pelo fato de estudantes com dificuldades de aprendizado, não conseguirem expor suas dúvidas de forma correta, acarretando um acúmulo de questionamentos que o desmotivam. (Filardi, 2008)

Realização:



Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

Toda esta narrativa possui uma abordagem construtivista de aprendizagem defendida por Seymour Papert (1986) em que o aprendiz constrói conhecimento quando elabora um objeto de seu interesse. Essa construção é realizada a partir da “mão na massa” (hands on) e da “imersão mental” (heads in) em que o estudante se depara com uma situação sem solução, anteriormente pensada, necessita utilizar da sua criatividade e capacidade de articular modos de resolução, para resolver o problema. (Valente, 2019)

Desta forma, o construtivismo dialoga principalmente com os aspectos psicológicos e biológicos do estudante, ou seja, com a maneira como ele pode se posicionar frente a um problema e como pode construir uma solução plausível para o mesmo. Considerando fatores como subjetividade, conhecimentos prévios e cultura, entre outros, que influenciam essa tomada de decisão e estimulam a criatividade, a Psicologia direciona-se para a compreensão da forma como o indivíduo internaliza a situação.

Isso resulta na Psicologia Cognitiva, que, segundo Sternberg (2000, p. 38), é definida como “[...] o estudo de como as pessoas percebem, aprendem, recordam e ponderam as informações”. Esse enfoque não se limita ao comportamento, como no Behaviorismo, mas sim ao processo de estruturação mental na construção de um novo conhecimento.

Moreira e Masini (1982) conceituam cognição como:

[...] o processo através do qual o mundo de significados tem origem. À medida que o ser se situa no mundo, estabelece relações de significação, isto é, atribui significados à realidade em que se encontra. Esses significados não são entidades estáticas, mas pontos de partida para a atribuição de outros significados. Tem origem, então, a estrutura cognitiva (os primeiros significados), constituindo-se nos pontos básicos de ancoragem dos quais derivam outros significados (Moreira e Masini, 1982, p. 3).

Realização:



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**CF  
CG** Centro  
de Formação  
Professora  
Carollina Garcia

Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

Em uma sala de aula, cada estudante atribui significados com base em seu conjunto de valores e experiências da vida acadêmica, o que o direciona a formar um raciocínio específico sobre um conteúdo. Contudo, a maior dificuldade que o professor enfrenta é entender a individualidade de cada estudante em relação à sua estruturação mental de um conceito e como poderá mediar para aproximá-lo da literatura.

Neste trabalho, o Cognitivista Phillip Johnson-Laird (1983), com sua Teoria dos Modelos Mentais, é a principal referência bibliográfica para explorar a Cultura Maker como metodologia. Essa metodologia, ao ser aplicada no contexto educacional, permite ao professor mediar a construção do conhecimento de maneira que este se torne significativo para o estudante, especialmente em disciplinas como Química.

A partir da pergunta da pesquisa: Qual o potencial da Cultura Maker aplicada a Educação, em indicar os avanços de aprendizagem dos alunos acerca dos modelos atômicos? Tem-se o objetivo de explorar a metodologia Cultura Maker na criação de modelos mentais para o Ensino de Modelos Atômicos, e melhorar o diagnóstico do professor na mediação da construção do conhecimento, com base na expressão material, escrita e oral sobre o que o estudante internalizou da aula.

Para compreender a teoria de Laird, é necessário recuperar o conceito de mente proposto por Kenneth Craik (1943). De acordo com Craik, a mente é um sistema complexo intrínseco ao ser humano que utiliza simulações internas para interpretar o observável, permitindo prever, antecipar e/ou controlar o comportamento de eventos futuros.

Assim, a mente desempenha um papel fundamental na compreensão do mundo e de si mesma. A interação mente-mundo é analisada por meio das representações mentais internas do mundo externo, o que possibilita ao indivíduo ser resiliente ao poder controlar os tipos de situações que podem surgir (Craik, 1943).

Laird (1983) apropria-se desse conceito como fundamento para a teoria dos modelos mentais, segundo a qual as representações internas podem auxiliar na construção do conhecimento e na tomada de decisões. O cognitivista utiliza a metáfora da máquina para descrever a mente, como um sistema que manipula informações para construir o raciocínio.

No campo da Educação, a contribuição de Laird (1983) é a compreensão de que esses modelos mentais são dinâmicos e podem ser atualizados. Por exemplo, a ação do professor pode aprimorar as representações científicas e aproximá-las da literatura, potencializando, assim, a interação do aluno com o mundo e com a natureza.

Realização:



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**CF  
CG** Centro  
de Formação  
Professora  
Carollina Garcia

Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

## MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nos critérios de Gil (2002), esta pesquisa configura-se como um estudo de caso exploratório. O estudo de caso é uma estratégia metodológica que visa investigar um fenômeno dentro de seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas, como no caso das práticas de ensino-aprendizagem em química envolvendo a metodologia Cultura Maker.

Este método oferece a oportunidade de realizar uma análise profunda e detalhada de uma situação específica – a construção de modelos mentais por estudantes do ensino médio na aula de Cultura Maker sobre os modelos atômicos, com foco na mediação do professor.

O público-alvo desta pesquisa foram estudantes de uma rede de escolas privadas localizadas na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, a qual possui 7 unidades, nos bairros de: Bangu, Campo Grande, Madureira, Nova Iguaçu, São João de Meriti, Taquara e Rocha Miranda. Nota-se que por haver bairros com localização em diferentes cidades, o público/renda dos estudantes é muito diverso.

Os estudantes selecionados, foram da unidade Taquara, ao qual o pesquisador é o professor de Cultura Maker. Foram um total de 14 estudantes que participaram da pesquisa, elaborando produto material na Cultura Maker, porém na entrevista, apenas 8 participaram.

A aplicação da metodologia dar-se-á por meio de sequências didáticas, com base nos quadros 1 e 2, seguida por entrevista semiestruturada. O estudante teve a oportunidade de explicar o que internalizou sobre os conceitos envolvidos no modelo atômico recebido como tarefa de construção e como a atividade contribuiu para sua aprendizagem.

As aulas de Cultura Maker, Química e a entrevista foram elaboradas para serem aplicadas de forma intercalada para que possua o objetivo final de pesquisa-ação, em que se revisita os conceitos com os materiais elaborados pelos estudantes.

Realização:



Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

Esta forma potencializa o professor de Química, ter mais recursos para auxiliar o estudante a construir pensamentos e conceitos que conduzirão a sua representação interna mais elaborada e, também, possuir recursos Makers e dialogados para avaliar essa representação.

Quadro 1 - Sequência Didática de Cultura Maker. (Aulas com duração de 50 minutos)

| Aula | Descrição  |
|------|--|
| 1    | Apresentação de Conceitos sobre circuitos elétricos (em série e paralelo) e elaboração da prática de circuito no papel.  |
| 2    | Elaboração da massinha condutora de corrente elétrica para o acendimento de mais LED's em um circuito elétrico.  |
| 3    | Acendimento de LED's em uma linha do tempo de evolução dos modelos atômicos.   |
| 4    | Estudantes executando, individualmente, a representação mental, obrigatoriamente acendendo LED's com massinha e/ou papel alumínio, representando seu respectivo Modelo Atômico sorteado. |

Quadro 2 - Sequência Didática das aulas de Química. (Aulas com duração de 100 minutos)

| Aula | Descrição  |
|------|--|
| 1    | Revisão sobre o estudo da matéria, das substâncias, fenômenos e misturas. Apresentação do conceito filosófico de átomo por Leucipo, Demócrito e Platão.  |
| 2    | A evolução dos modelos atômicos, referenciando os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Sommerfeld e Schroedinger.   |
| 3    | Visitar as “imagens mentais” sobre os modelos atômicos que os estudantes criaram na “Cultura Maker”, enquanto o professor os entrevista e media a robustez dos modelos mentais com exercícios e dinâmicas que promovem a revisitação da teoria e a associação com o cotidiano. |

Após as aulas e experiências, os estudantes foram convidados a realizarem uma explanação dos seus trabalhos individualmente, por meio de uma entrevista semiestruturada, organizada com base 4 categorias que fazem referência ao tema trabalhado e às referências

Realização:



Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

bibliográficas: 1- Conhecimentos prévios acerca do tema estrutura atômica. 2- Evolução dos Modelos Atômicos e Representação Atômica (Imagens Mentais). 3 - Avaliação da atividade e 4 - Contexto do ensino e aprendizagem da Química na escola.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras abaixo representam os resultados obtidos nas aulas 1, 2 e 3 de Cultura Maker, as quais os estudantes aprenderam sobre conceitos de circuito elétrico por meio de experimentos simples de acendimento de um LED, por meio de um circuito de papel alumínio e massinha condutora.

Buscar ludicidade e outras formas de aprendizado foi a resposta unânime entre todos os estudantes na pergunta 12 (Em seu ponto de vista, há alguma ação ou mudança que a escola pode fazer para impactar positivamente a sua aprendizagem e a dos outros estudantes?).

Desta forma a interdisciplinaridade entre Química, Física e Maker com materiais alternativos conduziram as atividades e por ser diferente, obteve-se boa receptividade dos estudantes.

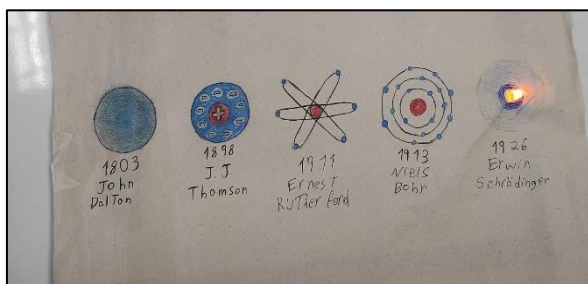


Figura 1 - Aula 1: Acendimento de Led no circuito de papel Alumínio

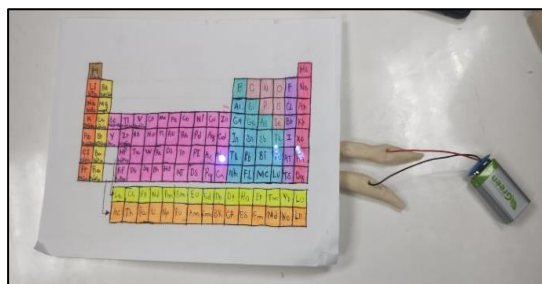


Figura 2 - Aula 2 e 3: Acendimento de Led no circuito de massinha

Realização:



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**CFCC** Centro  
de Formação  
Professora  
Carollina Garcia

Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024



Figura 3 - Modelo de Thomson

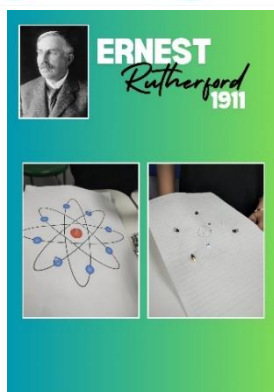


Figura 4 - Modelo de Rutherford

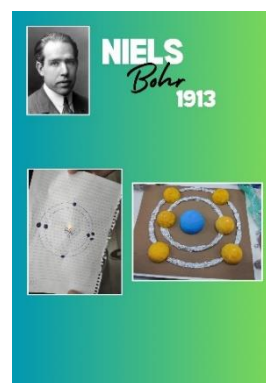


Figura 5 - Modelo de Bohr

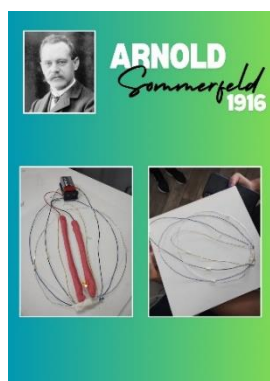


Figura 6 - Modelo de Sommerfeld



Figura 6 - Modelo de Schrodinger

As figuras 3,4,5 e 6 evidenciam os modelos atômicos criados pelos estudantes evidenciando a sua criatividade e o planejamento para evidenciar cada detalhe dos modelos atômicos sorteados.

## CONCLUSÃO

Este trabalho buscou responder à pergunta de pesquisa: Qual potencial da Cultura Maker aplicada a Educação, em indicar os avanços de aprendizagem dos alunos acerca dos modelos atômicos? Desta forma buscou-se um estudo de caso na unidade Taquara de uma rede de

Realização:



Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

escolas privadas com participação de 14 estudantes, para criar um produto físico que referenciava suas imagens mentais, ou seja, de que forma internalizaram o conteúdo de modelos atômicos.

O desenvolvimento da atividade mostrou o comprometimento e engajamento dos estudantes em realizarem atividades diferentes para compreender o conceito. Do mesmo modo, apenas um professor tornou a atividade mais lenta e demorada por não atender todos os grupos de forma ostensiva e imediata

Os estudantes tiveram dificuldades em pensar de que modo poderiam utilizar de materiais makers e cotidianos para construir um modelo científico de um átomo com a obrigatoriedade de acender um LED para comprovar que os conceitos de circuito elétrico foram aprendidos ao longo das aulas. Essas dificuldades evidenciam o potencial da Cultura Maker em trabalhar aspectos da Interdisciplinaridade e aumentar os recursos do professor em avaliar a aprendizagem de seus estudantes.

Portanto, este trabalho na área de pesquisa em Ensino de Química e inserção de novas Metodologias Ativas, abre possibilidades para aprofundamento de teorias Cognitivistas e Construtivistas, ao modo que auxiliam no papel do professor mediador de conteúdo e aumenta o engajamento e dinamicidade dos estudantes nas salas de aula.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; Friedman, R. S. Molecular Quantum Mechanics. 5<sup>a</sup> ed. Oxford: Oxford University Press, 2010.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention. FabLabs: Of machines, makers and inventors, v. 4, n. 1, p. 1-21, 2013.

Realização:



Apoio:



# VIII ENECIÊNCIAS 2024

BLIKSTEIN, Paulo. Gears of our childhood: constructionist toolkits, robotics, and physical computing, past and future. In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children. 2013. p. 173-182.

BLIKSTEIN, Paulo; KRANNICH, Dennis. The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children. 2013. p. 613-616.

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. Editora Atlas SA, 2002.

GONÇALVES, Júlio César. A curiosidade no ciclo gnosiológico. Revista Multidisciplinar da UNIESP, v. 9, p. 106-117, 2010.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

JOHNSON-LAIRD, Philip N. Mental models and deduction. Trends in cognitive sciences, v. 5, n. 10, p. 434-442, 2001.

JOHNSON-LAIRD, Philip N.; BYRNE, Ruth M.; SCHAEKEN, Walter. Propositional reasoning by model. Psychological review, v. 99, n. 3, p. 418, 1992.

JOHNSON-LAIRD, Philip Nicholas. Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness. Harvard University Press, 1983.

LIBÂNEO, José Carlos. Pedagogia tradicional: notas introdutórias. Texto digitado, 1990.

MOREIRA M & MASINI, E. Aprendizagem Significativa. A teoria de David Ausubel. p.3 São Paulo: Editora Moraes LTDA, 1982.

Realização:



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**CF  
CG** Centro  
de Formação  
Professora  
Carollina Garcia

Apoio:



# VIII ENEFICIÊNCIAS 2024

PAPERT, Seymour; REINHOLD, Fran. New Views on Logo and [An Interview with Seymour Papert]. *Electronic Learning*, v. 5, n. 7, p. 33, 1986.

PESSOA, Ana Cláudia Gonçalves. Sequência didática. Glossário Ceale de termos de Alfabetização, leitura e escrita par educadores. Belo Horizonte, CEALE/Faculdade de Educação da UFMG, 2014.

PRETTO, Fernando; FILARDI, Fernando. Jogos de empresas: Uma estratégia de motivação no processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Administração. *Globadvantage-Center of Research in International Business & Strategy*, 2008.

RUSSELL, J. B., Química Geral, Vol. 1, São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2005.

SANTOS, Maria. A práxis pedagógica e suas implicações no ensino. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 30-45, 2019.

SELLTIZ, Claire; WRIGHTSMANN, L. S.; COOK, S. W. Planejamento de pesquisa: estudos exploratórios e descritivos. *Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais*. São Paulo, Ed. Herder e Editora da Universidade de São Paulo, cap. v. 3, p. 57-90, 1967.

STERNBERG, Robert J. et al. *Psicologia cognitiva*. p.38 Padova, Italy: Piccin, 2000.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. Cortez editora, 2022.

THIOLLENT, Michel; BOURDIEU, Pierre. *Crítica metodológica, investigação social & enquete operária*. Polis, 1985.

VALENTE, José Armando. Pensamento computacional, letramento computacional ou competência digital? Novos desafios da educação. *Revista educação e cultura contemporânea*, v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019.

Realização:



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**CF  
CG** Centro  
de Formação  
Professora  
Carollina Garcia

Apoio:

