



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

ANNY MARGARETT FERNANDES DE MELO

**IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE  
ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM  
ESTUDO EXPERIMENTAL**

Caruaru  
2018

ANNY MARGARETT FERNANDES DE MELO

**IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE  
ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM  
ESTUDO EXPERIMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Área de concentração:** Ensino de química.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. João Roberto Rátis Tenório da Silva.

Caruaru  
2018

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

M528i Melo, Anny Margaret Fernandes de.  
Imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo em diferentes fases do desenvolvimento humano: um estudo experimental. / Anny Margaret Fernandes de Melo. – 2018.  
88 f. : 30 cm.

Orientador: João Roberto Rátis Tenório da Silva.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2018.  
Inclui Referências.

1. Aprendizagem. 2. Átomos. 3. Modelagem. 4. Modelos. 5. Imaginação. I. Silva, João Roberto Rátis Tenório da (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2018-420)

ANNY MARGARETT FERNANDES DE MELO

**IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE  
ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM  
ESTUDO EXPERIMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Química  
Licenciatura da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Licenciado em Química

Aprovada em: 20/12/2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. João Roberto Rátis Tenório da Silva (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Mayara Soares de Melo (Examinadora Externa)  
Universidade do Oeste da Bahia

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Roberto Araújo Sá  
Coordenador do Curso de Química Licenciatura

*Aos meus pais e aos meus avós, em especial minha vó, Maria Margarida.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida, por estar sempre me guiando pelos caminhos do bem e me ajudando a vencer as dificuldades encontradas.

Ao professor, orientador e amigo João Tenório, por toda sua estima e paciência, por ter me auxiliado e partilhado do seu melhor dom, o ato de ensinar, na construção deste projeto.

Ao meu pai, José Bonifácio (*in memoriam*), que se fez presente no início da minha caminhada, me incentivando e motivando a ser uma pessoa melhor, e a minha mãe, Carmen Cristina, que, com a partida de pai, fez o papel de mãe e pai e, em meio a tantos obstáculos, deu o seu melhor e fez com que nada nos faltasse, principalmente o incentivo à educação.

A minha amiga e irmã Gabrielly (Gabiru), que sempre me deu apoio nos momentos mais difíceis, inclusive nas noites de insônia, fazendo chá de camomila e me deixando dormir com ela.

Aos meus professores do Ensino Fundamental e Médio, em especial a quem me ensinou no Ana Faustina: tia Eliete, a professora Betânia (graças a sua advertência, tomei juízo), Hidelbrando, Rosimar, Sônia e Ediêr.

Aos meus professores do curso de Química-Licenciatura, de modo especial à professora Roberta Dias, Ana Souza (a baixinha), Ayrton Lira, Fabiana Costa, e à professora Flávia Vasconcelos, que foi fundamental na ideia inicial deste projeto.

Aos discentes que aceitaram serem os sujeitos de minha pesquisa.

A toda equipe da Leal Imóveis, em especial, agradeço à Bernadete Leal, Pollyanna Leal Alcides Filho, que me liberavam para ir aos estágios e à universidade nos horários de trabalho. Aos meus amigos da Leal Adriano, Alexandre, Gilmara, Luana e Karla, com quem partilhei bons momentos.

A minha amiga Jaqueline, que esteve sempre dando apoio diante das dificuldades encontradas, e me incentivando a lutar até o fim.

Aos meus amigos do curso, em especial, Lucelma Carvalho e William Daniel, com quem pude partilhar das dificuldades entre trabalho e faculdade, e sempre torceram positivamente com meu crescimento acadêmico – salve TRIA!

Aos meus amigos de escola e infância: Adjanielly Moraes, Elias Jordan, Jailton Lima e Wilma Arruda, com quem partilhei momentos inesquecíveis e únicos (amo vocês).

“É fundamental diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, de tal forma que, num dado momento, a tua fala seja a tua prática”.

Paulo Freire.

## RESUMO

Este trabalho é de natureza qualitativa, experimental e exploratória, e teve como objetivo descrever o papel da imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo em participantes com diferentes perfis, dos Ensinos Fundamental e Superior. A pesquisa enfocou, mais precisamente, no papel da imaginação na generalização/abstração e implausibilidade, relacionando a construção de significados a partir do processo de modelagem e a verificação de cada perfil de estudante. Para isso, tomamos como base a aprendizagem, com foco na formação de conceitos e a construção de significados, aliando isso à imaginação na perspectiva de que os alunos pudessem sair do concreto para o abstrato. Comparamos como a aprendizagem se deu em cada um dos perfis. A metodologia aplicada consistiu na realização de três intervenções experimentais, desenvolvidas separadamente, com cada um dos grupos. Ao final das intervenções, destacamos diferentes níveis de abstração em cada um deles. Todos os encontros das intervenções foram registrados em áudio e vídeo e posteriormente transcritos para análise. A partir dos dados analisados, identificamos que os estudantes de ambos os grupos conseguiram realizar tanto a abstração/generalização, como também a construção de conceitos implausíveis em níveis diferentes, como também a ação do nível de desenvolvimento potencial. Porém, observamos que os estudantes de ensino básico possuíram maior desempenho no que diz respeito a abstração conceitual.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem Átomo. Modelo. Modelagem. Imaginação.

## **ABSTRACT**

This work has a qualitative, experimental and exploratory nature, and its objective was to describe the role of imagination in the modeling process for the atom concept in participants with different profiles of Elementary and Higher Education. The research focused more precisely on the role of imagination in generalization / abstraction and implausibility, relating the construction of meanings from the modeling process and the verification of each student profile. For this, we take as a base learning, focusing on the formation of concepts and the construction of meanings, combining this to the imagination in the perspective that the students could leave the concrete to the abstract. We compared how learning took place in each of the profiles. The applied methodology consisted in the accomplishment of three experimental interventions, developed separately, with each one of the groups. At the end of the interventions, we highlight different levels of abstraction in each of them. All the meetings of the interventions were recorded in audio and video and later transcribed for analysis. From the analyzed data, we identified that the students of both groups were able to perform both the abstraction / generalization, as well as the construction of implausible concepts at different levels, as well as the action of the level of potential development. However, we observed that elementary school students performed better in terms of conceptual abstraction.

**Keywords:** Atom learning. Model. Modeling. Imagination.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	A figura representa a analogia entre signo e ferramenta.....	23
Figura 2	Experiências passadas orientando novas aprendizagens no futuro através da Zona de Desenvolvimento Proximal.....	24
Figura 3	Construção do conhecimento a partir do papel ativo do aluno (sujeito B).....	25
Figura 4	Mediação semiótica na construção de significados.....	26
Figura 5	Modelo do <i>looping</i> imaginário.....	27
Figura 6	Generalização/abstração do modelo atômico de Rutherford.....	27
Figura 7	Criação implausível do modelo atômico de Rutherford com erros conceituais.....	28
Figura 8	Representação de átomo de Ártemis e Hera.....	42
Figura 9	Representação da questão dois de Ártemis e Hera.....	43
Figura 10	Representação dos modelos atômicos de Ártemis e Hera.....	44
Figura 11	Representação de átomo de Ártemis e Hera.....	45
Figura 12	Representação do modelo de Bohr da aula expositiva.....	46
Figura 13	Representação da questão três de Ártemis e Hera.....	46
Figura 14	Representação dos modelos atômicos de Ártemis e Hera.....	47
Figura 15	Representação de átomo de Ártemis e Hera.....	48
Figura 16	Representação da questão dois de Ártemis e Hera.....	48
Figura 17	Representação dos modelos atômicos de Ártemis e Hera.....	49
Figura 18	Representação de átomo para Apolo e Atena.....	51
Figura 19	Representação de Apolo e Atena acerca da questão três.....	51
Figura 20	Representação dos modelos atômicos de Atena e Apolo.....	52
Figura 21	Representação da questão um de Atena e Apolo.....	53
Figura 22	Representação da questão dois de Atena e Apolo.....	54
Figura 23	Representação da questão quatro de Atena e Apolo.....	54
Figura 24	Representação de átomo de Atena e Apolo.....	56
Figura 25	Representação da questão três de Atena e Apolo.....	56
Figura 26	Representação dos modelos atômicos para Atena e Apolo.....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Diálogo entre Ártemis e Hera acerca da segunda questão.....	41
Quadro 2	Diálogo entre Ártemis e Hera acerca da segunda questão.....	43
Quadro 3	Diálogo de Ártemis e Hera acerca da primeira questão.....	45
Quadro 4	Diálogo da resolução da quarta questão.....	47
Quadro 5	Diálogo da resolução da quarta questão.....	49
Quadro 6	Diálogo de Atena e Apolo acerca da primeira questão.....	50
Quadro 7	Diálogo de Atena e Apolo acerca da terceira questão.....	52
Quadro 8	Diálogo da segunda questão de Atena e Apolo.....	53
Quadro 9	Diálogo de Atena e Apolo acerca da primeira questão.....	55

## **LISTA DE SIGLAS**

ZDP- Zona de Desenvolvimento Proximal;

NDP – Nível do Desenvolvimento Potencial;

NDR- Nível do Desenvolvimento Real.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
3.1	APRENDIZAGEM SEGUNDO VYGOTSKY.....	17
3.1.1	A relação entre fala e uso de instrumentos.....	18
3.1.2	A interação social e a transformação da atividade prática.....	19
3.2	VYGOTSKY, AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O PAPEL DA ZDP.	20
3.3	IMAGINAÇÃO COMO FUNÇÃO MENTAL SUPERIOR.....	25
3.3.1	Looping imaginário e aprendizagem.....	26
3.4	MODELOS E MODELAGEM.....	30
3.4.1	Modelos na ciência.....	30
3.4.2	Modos de Representação de modelos.....	31
3.4.3	Modelos e Modelagem no Ensino de Química.....	31
3.5	BREVE HISTÓRICO DA TEORIA DE MODELOS ATÔMICOS.....	33
3.5.1	O conceito de átomo.....	33
3.5.2	Modelo Atômico de John Dalton (1766 - 1844).....	33
3.5.3	Modelo Atômico de Joseph John Thomson (1856-1940) .....	34
3.5.4	Modelo Atômico de Ernest Rutherford (1871-1937).....	35
3.5.5	Modelo Atômico de Niels Bohr (1885-1962).....	35
3.5.6	O Modelo Atômico Atual.....	36
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
4.1	PARTICIPANTES.....	37
4.2	COLETA DE DADOS.....	38
4.3	ANÁLISE DE DADOS.....	38
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
5.1	RESULTADOS GERAIS.....	40
5.2	ANÁLISE DUPLA ÁRTEMIS E HERA.....	41

5.2.1	Primeiro encontro Ártemis e Hera.....	41
5.2.2	Segundo encontro Ártemis e Hera.....	45
5.2.3	Terceiro encontro Ártemis e Hera.....	47
5.3	ANÁLISE DUPLA ATENA E APOLO.....	50
5.3.1	Primeiro encontro Atena e Apolo.....	50
5.3.2	Segundo encontro Atena e Apolo.....	53
5.3.3	Terceiro encontro Atena e Apolo.....	55
5.4	TRIANGULAÇÃO DOS DADOS.....	57
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE A-TRANSCRIÇÕES .....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE B - INTERVENÇÃO.....</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE C- RESOLUÇÃO DOS GRUPOS.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE D- TERMO DE CONCENTIMENTO.....</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE E- PLANO DE AULA.....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Vygotsky (2007), a aprendizagem é uma experiência social, construída a partir das interações de um indivíduo com outro. Quando a aprendizagem acontece, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) faz o intermédio entre o conhecimento real, aquele que o indivíduo é capaz de aplicar sozinho, e potencial, aquele que necessita do outro social. E, para que exista o aprendizado, a imaginação auxilia o desenvolvimento no processo de formulação de conceitos.

Atualmente, no ensino de química, a maioria das metodologias utilizadas são baseadas na reprodução. De acordo com a vivência em sala de aula, nota-se que o professor conceitua ou representa algo no quadro e isso é reproduzido pelo aluno como verdade absoluta, de modo que o estudante formula seus conceitos mecanicamente através dos modelos mentais e expressos.

Segundo Justi (2010), os modelos científicos que têm representações complexas são simplificados para que seja ensinado em aula e essa simplificação gera os modelos curriculares. No entanto, é importante distinguir modelos curriculares e modelos de ensino. Este último modelo citado, se refere às representações criadas com o objetivo específico de ajudar os alunos na compreensão de algum aspecto de um modelo curricular. Modelos mentais são indisponíveis aos outros, porém, se uma versão deste modelo é posta em domínio público, isto se torna um modelo expresso; se qualquer grupo social concorda com um modelo expresso comum, este se torna um modelo consensual. Se o grupo for de cientistas e o modelo for usado para desenvolvimento científico, este se torna um modelo científico. E, por fim, um modelo científico que foi aceito em um contexto que não o atual pode ser chamado de modelo histórico (BOULTER; BUCKLEY, 2000).

Ao estudar modelos em que se faz o uso da modelagem, que pode ser interpretada como uma indicação de que não existem regras gerais para a construção de modelos, tal como há regras detalhadas para procedimentos experimentais ou métodos de medidas. Existem quatro etapas envolvidas na modelagem, que são: a elaboração de um modelo mental, a expressão do modelo mental, os testes do modelo e a identificação da abrangência e das limitações do modelo.

Todo esse processo tem como objetivo o envolvimento dos estudantes em atividades que favoreçam a vivência de todas essas etapas. A proposta de ensino fundamentado em modelagem é relativamente nova e só nos últimos anos as pesquisas têm mostrado o sucesso de aprendizagem dos estudantes.

Como parte desse processo semiótico, a proposição de modelos na ciência é um processo fundamental, em que os atributos de um determinado conceito ou fenômeno são sintetizados na forma de uma representação. Por ter esse caráter criativo, processos como a imaginação influenciam constantemente, permitindo, também, a externalização de significados construídos.

Segundo Justi (2010), o problema não está apenas na má interpretação dos alunos, mas também no fato de muitos professores pensarem em modelos como cópias de alguma coisa. Então, se os próprios professores não sabem o significado de modelos e de modelagem, como irão construir o ensino com clareza e autenticidade? Neste sentido, este trabalho foi proposto afim de ajudar a compreender como se dá o processo de modelagem do conceito de átomo em participantes de diferentes faixas etárias e sua relação com a imaginação.

Assim, achamos relevante compreender como se dá a construção de significados, através da modelagem em estudantes de diferentes perfis, para o conceito de átomo e sua relação com a imaginação, levando em conta que, em sala de aula, o estímulo de realização de atividades criativas, como proposição de modelos, pode contribuir para um ensino mais dinâmico.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever o papel da imaginação no processo de produção de modelos para o conceito de átomo em participantes com diferentes faixas etárias.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar momentos de generalização/abstração e implausibilidade na imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo;
- Observar a relação entre imaginação e a construção de significados a partir do processo de modelagem;
- Verificar como cada perfil de estudante compreende e possui o maior grau de abstração na compreensão do conceito de átomo.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, apresentaremos os referenciais teóricos do trabalho, falando um pouco sobre a aprendizagem segundo a teoria de Vygotsky, e como isso acontece no looping imaginário através da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), dando ênfase aos modelos construídos para representar ou conceituar a teoria dos modelos atômicos, através da modelagem, bem como uma breve revisão da teoria dos modelos atômicos.

#### 3.1 APRENDIZAGEM SEGUNDO VYGOTSKY

Na obra *A formação social da mente* de Vygotsky, os primeiros capítulos abordam a perspectiva do desenvolvimento infantil através do uso de instrumento e símbolo, que posteriormente potencializam a percepção e atenção da criança.

O autor cita uma visão do psicólogo alemão Karl Stumpf em relação ao desenvolvimento infantil. Stumpf atribui um caráter botânico a esse desenvolvimento. Ele entende que esse processo se dá por meio da maturação, logo o desenvolvimento da criança estaria relacionado à maturidade (VYGOTSKY, 2007).

Em contrapartida, a psicologia moderna surgiu de forma encantadora, com seus modelos zoológicos, fazendo com que as observações da experimentação animal, os resultados e os procedimentos fossem aplicados na educação infantil. Assim, através das observações do comportamento animal, foram formuladas explicações para alguns comportamentos humanos, como por exemplo, a solução de um problema através de tentativas, como fazem muitos animais em testes experimentais. A partir desses trabalhos, percebeu-se que a criança possui habilidades que as diferenciam do animal: a percepção além do seu campo visual, a racionalização e o uso de instrumentos e símbolos. Abordaremos esses aspectos posteriormente; agora, vamos analisar alguns estudos realizados com macacos antropóides, com ênfase na relação de inteligência prática, do animal e da criança.

As pesquisas sobre inteligência prática de Wolfgang Kohler e K. Buhler, em que foram realizados estudos experimentais com chimpanzés, encontraram similaridades entre crianças e macacos. Os estudos de Buhler compreendiam a relação do comportamento do macaco e da criança, concluindo que o início da inteligência prática na criança, assim como no chimpanzé, independe da fala (VYGOTSKY, p. 6, 2007).

[...] os sucessos obtidos pelos chimpanzés são completamente independentes da linguagem e, no caso do ser humano, mesmo mais tardiamente na vida, o raciocínio técnico ou o raciocínio em termos de instrumentos, está longe de vincular-se à linguagem e a conceitos, diferentemente de outras formas de raciocínio (BUHLER, 1930 apud VYGOTSKI, 2007).

Shapir e Gerke se baseando nos estudos de Kohler consideram que o raciocínio prático das crianças assemelha-se ao do adulto, propondo que a experiência social exerce um papel crucial no desenvolvimento humano. Esse papel é realizado através de processos repetitivos, formando um conjunto de ações repetidas acumuladas. À medida que a criança se torna mais experiente, maior será sua compreensão. Esse esquema cumulativo determinaria um plano preliminar para diversos tipos de ações futuras. Assim como Buhler, esses pesquisadores não consideram a contribuição da fala no desenvolvimento infantil, isto é, essas experiências são acumuladas de forma prática, não sendo associadas à fala.

Guillaume e Weyerson nos oferecem conclusões diferentes a respeito do papel da fala no comportamento humano, considerando-a um fator crucial na organização das funções psicológicas superiores. Nas observações feitas por eles sobre os resultados dos experimentos com macacos antropóides, foram percebidas similaridades com as ações de pessoas afásicas (sujeitos desprovidos de fala), o que fortaleceu a tese de que a fala é um elemento importante no desenvolvimento humano.

### **3.1.1 A relação entre a fala e o uso de instrumentos**

Em pesquisas desenvolvidas sobre a inteligência prática das crianças, foram desenvolvidos estudos sobre o uso de instrumentos à parte do estudo de signos, criando uma cisão e, conseqüentemente, fazendo com que fossem tratados de formas independentes.

Segundo Vygotsky (2007), para os psicólogos, a inteligência prática e a fala tinham origens diferentes, mesmo quando o uso de instrumentos e a fala estavam interligados numa determinada operação. Nos casos em que os dois processos ocorressem de forma simultânea, estes eram considerados produtos de fatores externos.

A abordagem da inteligência prática e o uso de signos nas crianças pequenas, observa que supostamente esses processos podem ocorrer de forma assíncrona, ou seja, não necessariamente toda criança pequena irá desenvolver uma atividade organizada através da associação entre os signos e a prática. No entanto, a dialética permite ao adulto construir processos característicos do comportamento humano complexo.

### 3.1.2 A interação social e a transformação da atividade prática

Surge, então, o “momento de maior significância do desenvolvimento intelectual”, momento em que a fala e atividade prática se unem. Nos resultados dos estudos de R. E. Levina, ele conclui que as crianças pensam, organizam e resolvem as atividades práticas através do auxílio da fala, assim como dos olhos e das mãos. Levina observou o comportamento de crianças entre 4 e 5 anos, propondo alguns problemas práticos, um deles consistia em a criança pegar um doce no armário que estava fora do seu alcance. Nas observações analisadas neste experimento, comprovou-se que a fala surge espontaneamente, aumentando sua intensidade, e tornando-se mais persistente de acordo com o grau de dificuldade da situação (VYGOTSKY, 2007).

Sem esforços descontrolados, por meio da fala, a criança cria um plano de ação para solucionar o problema e executa a solução elaborada, mediante a colaboração da fala e da análise dos elementos existentes em seu campo visual, sendo a manipulação direta trocada por um processo psicológico estruturalmente complexo.

A investigação experimental da fala egocêntrica de crianças envolvidas em atividades, segundo Vygotsky, “a quantidade relativa da fala egocêntrica medida pelo método de Piaget, aumenta em relação direta com a dificuldade do problema prático enfrentado pela criança”.

Kohler compara os macacos antropoides a escravos do seu próprio campo de visão, já a ação da criança independe do ambiente concreto. Isso porque ela faz uso emocional da linguagem, aumentando os esforços para atingir uma solução inteligente, por intermédio da fala egocêntrica que faz a construção da fala comunicativa a partir do processo de transição entre a fala exterior e a interior.

Para ajudar a criança nesse processo de desenvolvimento, é necessário providenciar instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, o que promove a superação da ação repentina, elaborando uma solução para um problema antes de executar. Assim, a criança desenvolve a autonomia de controlar seu próprio comportamento.

### 3.2 VYGOTSKY, AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O PAPEL DA ZPD

Segundo Neves e Damiani (2006), as diferentes abordagens teóricas apresentadas fazem parte das correntes do Behaviorismo, Racionalismo e Interacionismo.

A primeira corrente analisada por Agneta Giusta (1985) aborda alguns pontos sobre a origem da aprendizagem. Segundo ela, ‘a aprendizagem surgiu das investigações empiristas em psicologia’, ‘o sujeito é uma tábula rasa’, ‘o conhecimento é uma cadeia formada a partir de registros dos fatos e se resume a uma simples cópia do real’. Perante as análises, cria-se um conflito sobre desenvolvimento e aprendizagem, no qual suas definições se confundem e ocorrem simultaneamente.

O Behaviorismo é a teoria psicológica derivada da concepção empirista, livre de introspecção e fundada numa metodologia materialista (NEVES; DAMIANI, 2006). A aprendizagem é vista como uma mudança de comportamento condicionada pelo treino ou a experiência.

Na corrente empirista, o professor é o centro, o processo de ensino e aprendizagem é de domínio dele, que tem o papel de canalizar as informações do mundo externo e internalizá-las nos alunos. Isso deve ocorrer de modo que esse processo seja direto do professor para o aluno, sem interferência de colaboração ou do nível de abstração. O acúmulo de fatos e informações e a prática da memorização são características dessa ideia. Trata-se do mito da transmissão do conhecimento, no qual o aluno aprende apenas se o professor ensinar, pois, por si só, não aprende.

A escola é incumbida de transformar o indivíduo e orientar o social, gerindo os problemas sociais para que sejam erradicados. A transmissão de cultura e a modelagem do comportamento do aluno também são aspectos definidos pela escola.

Para Becker (1993), o professor fala e o aluno escuta, o professor dita e o aluno copia, o professor decide e o aluno executa, o professor ensina e o aluno aprende.

Após a exposição da primeira corrente defendida sobre a aprendizagem, seguimos agora para o Racionalismo (ou Inatismo) que refuta a anterior, pois ela parte do pressuposto que a experiência é sucessiva ao conhecimento e que as variáveis biológicas e a situação imediata são as componentes que supostamente explicam a conduta do sujeito.

Na concepção da corrente Racionalista, a função do professor é auxiliar o aluno, ser um facilitador, entendendo que ele já traz uma carga de saber necessária. Ao professor, cabe o papel de auxiliar, acreditando que o aluno aprende por si mesmo. A bagagem genética/hereditária também é considerada como uma predisposição para compreensão, abstração e

raciocínio. Logo, aqueles indivíduos desprovidos dessa predisposição não aprenderiam, o fracasso seria unicamente de responsabilidade deles.

Nesse retrato social, temos a divisão entre a subjetividade e objetividade que nada mais é do que o espelho da divisão social do trabalho, do fazer e pensar, da prática e da teoria citado por Giusta (1985).

Por fim, temos a corrente do Interacionismo, representada por Piaget, sendo uma condensação do empirismo e racionalismo, na qual o sujeito forma seu conhecimento através do meio físico e social, o que é possível mediante as condições do indivíduo e também do meio externo.

A visão do professor nessa teoria é a mesclagem das visões anteriores. O docente passa a acreditar que o aluno só aprenderá se ele agir e problematizar a situação, processo que se dá por meio de reflexionamento e reflexão. Reflexionamento tem o sentido de refletir, projetar, desta forma, o sujeito abstrai o que para ele teve significado, elevando a um nível superior. Já a reflexão é a reconstrução mental do conhecimento que foi projetado, ou seja, ocorre a ressignificação do conhecimento anteriormente abstraído.

Nessa etapa, surge a superação da dicotomia do homem. A objetividade e subjetividade são estudadas conjuntamente, as interações biológicas e as interações com o meio social são indissociáveis. A concepção Interacionista se apoia em duas verdades fundamentadas: todo conhecimento é adquirido da prática social e a ela retorna; o conhecimento é um trabalho coletivo.

Vejamos agora a abordagem de Vygotsky sobre a teoria do desenvolvimento definida e a suposta quarta corrente, que seria a teoria sócio-histórica da aprendizagem, de natureza dialética.

O desenvolvimento humano é capacitado pelo meio social, sendo um exemplo disso a aprendizagem da linguagem que ocorre mediante processo de imitação. Ele desenvolveu uma psicologia marxista, constatando o materialismo histórico de Marx e Engels, postulou que cada modo de produção possui relações de produção, meios de produção, superestruturas e classes sociais correspondentes ao seu tipo de formação social, comparando esses processos aos condicionantes de aprendizagem.

Na abordagem vygotskyana, o homem é visto como um sujeito que é transformado e tem o poder de transformar através das relações estabelecidas em uma determinada cultura. O indivíduo compreende a interação dialética desde o nascimento, entre o ser humano e o ambiente social e cultural em que está inserido, sendo o produto das trocas que se estabelecem ao longo de toda vida.

Vygotsky rejeita os modelos inatistas que determinam o comportamento como sendo universal, como as definições de desenvolvimento por faixa etária, e não concorda com a afirmativa de que o sujeito é uma tábula rasa à espera da inserção do conhecimento por meio de terceiros. O sujeito é ativo e age sobre o meio, afirma Vygotsky.

O professor vygotskyano atua como elemento de intervenção, de ajuda, possibilitando a criação das Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP's), preservando a importância da escola e do professor como peças indispensáveis do processo de ensino-aprendizagem.

Surge agora um novo termo, ZDP. Lembremos adiante sua definição, estrutura e aplicação pedagógica baseadas na formulação teórica de Vygotsky.

Foi na década de 70, que as práticas educacionais adotadas pela teoria de Piaget declinaram, portanto se fez necessário o surgimento de uma nova referência.

Segundo Fino (2001), a perspectiva teórica de Vygotsky, consiste em três pilares: o uso de um método científico genético ou de desenvolvimento; as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais; os processos sociais e psicológicos humanos se formam através de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre indivíduos e entre estes e os seus envolvimentos físicos.

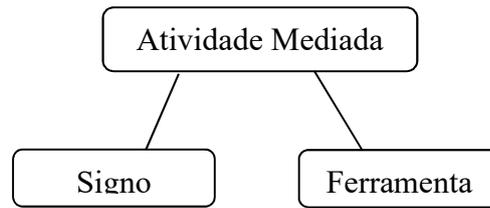
Estudiosos definem a psicologia de Vygotsky sendo o fator central o processo de mediação, emergindo o uso de artefatos causadores de efeitos sobre a mente do homem. “Não há ferramenta adequada a todas as tarefas e não há forma universalmente apropriada de mediação cultural” (WERTSCH, 1996).

Existe um conceito que, segundo Vygotsky, pode ser aplicado tanto à atenção voluntária, como à memória lógica e à formação de conceitos, que seria a ideia de uma lei geral que rege o desenvolvimento cultural. Segundo ela, as funções cognitivas surgem duas vezes no desenvolvimento cultural das crianças – a primeira seria o nível social (pessoas – interpsicologicamente) e a segunda seria o nível individual (dentro da criança – intrapsicologicamente).

É trabalhado constantemente o conceito de interiorização para a evidência da eficácia desta prática. Um fenômeno que consiste numa série de mudanças: “[...] uma operação inicialmente representava uma atividade externa, é reconstruída e começa a ocorrer internamente, um processo interpessoal transforma-se num processo intrapessoal (VYGOTSKY, 1978)”.

Os seres humanos criam e modificam as ferramentas que medeiam a atividade humana a fim de se aproximarem do mundo real. O sujeito alcança a consciência através do uso dessas ferramentas para unir a mente com o mundo real dos objetos e acontecimentos (FINO, 2001). Representada a seguir na Figura 1.

Figura 1 – A figura representa a analogia entre signo e ferramenta.



Fonte: Neves e Damiani (2006, adaptado).

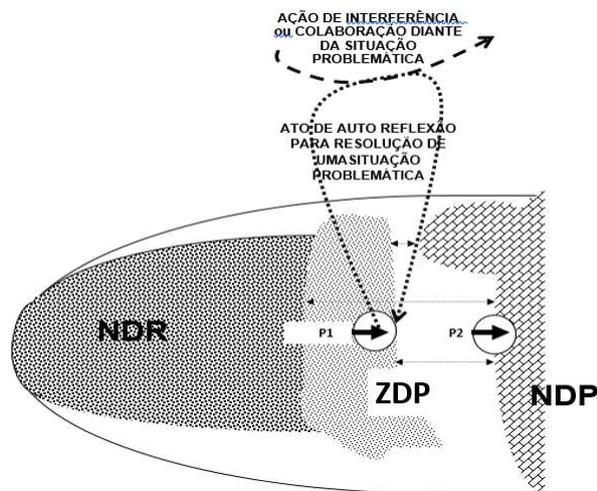
A partir dessa compreensão é possível alinhar as três implicações da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). É uma ampla atuação de uma área potencial de desenvolvimento cognitivo, segundo Vygotsky, definida como a distância entre o nível atual de desenvolvimento da criança, definido pela capacidade na resolução de problemas de forma individual, e o nível de desenvolvimento potencial que é determinado pela capacidade de desenvolver-se sob orientação de adultos ou em colaboração de indivíduos mais experientes. A ZDP é definida como a área de dissonância cognitiva que corresponde ao potencial do aprendiz (VYGOTSKY, 1978).

Vejamos agora detalhadamente as características de cada uma das três implicações da teoria abordada. A primeira, denominada *janela de aprendizagem*, consiste na ideia da existência de uma janela em cada instante do desenvolvimento cognitivo do aprendiz, sendo individualmente considerado. O professor assiste o aluno oferecendo-lhe apoio e recursos, instigando para que ele seja capaz de desenvolver um nível maior do que desenvolveria sem auxílio. A segunda, *o tutor como agente metacognitivo*, é a relação entre o processo de planejamento e avaliação do próprio pensamento perante a resolução da problemática. A interiorização se faz presente quando o aprendiz internaliza o comportamento cognitivo, através da transferência de responsabilidade e controle metacognitivo realizado pelo professor. A terceira implicação, *a importância dos pares como mediadores da aprendizagem*, implica na fase em que os alunos são utilizados como recursos, ensinando uns aos outros, isto ocorre porque há uma diminuição de recursos para atendimento individual e a demanda coletiva é cada vez maior, optando pela utilização dos próprios alunos.

Por fim, essas são as importantes contribuições de Lev Vygotsky para a psicologia da aprendizagem, do desenvolvimento e para as práticas pedagógicas, de forma a ampliar as interações sociais e a compreensão de problemas através da percepção e atenção, utilizando-se de ferramentas para auxiliar na proximidade de nossa mente com o mundo real.

Além do fator crucial de que as experiências passadas regulam uma nova possibilidade de aprendizagem, como ilustra a Figura 2, apresentamos uma proposta de representação da Zona de Desenvolvimento Proximal que leva em consideração: 1) a fronteira nas bordas que levam a um futuro de aprendizagem; 2) as ações no presente que influenciam na ZDP, como a autorreflexão e interferência de outros sujeitos e 3) o futuro de possibilidade de aprendizagem.

Figura 2 - Experiências passadas orientando novas aprendizagens no futuro através da Zona de Desenvolvimento Proximal.



Fonte: Van Der Veer e Valsiner (2014, p. 163 adaptado. Tradução livre).

O estudante vai ao passado sendo apresentado como NDR (nível de desenvolvimento real), com seus conhecimentos prévios, outrora aprendidos pelo sujeito. Esse conhecimento opera no presente (P1), formalizando uma situação de aprendizagem (definida como situação problemática). Quando o sujeito está diante desse problema e ele pensa e questiona como poderá solucioná-lo, está fazendo o uso da NDR. Essas atitudes levam o sujeito até a P2, simbolizando a fronteira para uma possível aprendizagem, ajustando o nível de desenvolvimento potencial (NDP). E, é justo no NDP, que há o surgimento da aprendizagem através da imaginação.

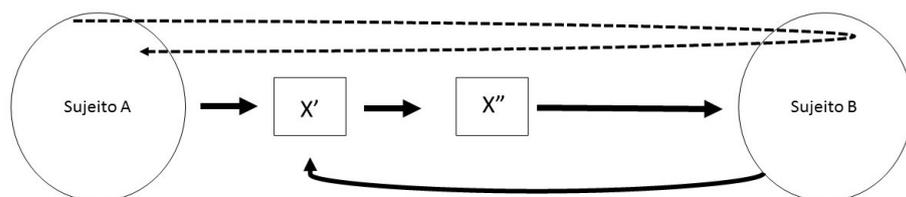
### 3.3 IMAGINAÇÃO COMO FUNÇÃO MENTAL SUPERIOR

Como defendido anteriormente, a aprendizagem se dá através do processo da imaginação, e a química, para ser compreendida, requer um nível de abstração, de modo que o estudante saia do concreto ao abstrato. Assim, esse conhecimento é construído ou reconstruído durante o processo de ensino-aprendizagem, não é algo transmitido pelo professor (ZITTOUN *et al* 2011).

A imaginação é definida como “o processo de criar experiências que escapam ao cenário imediato, permitindo explorar o passado e futuro, apresentando possibilidades ou até impossibilidades. A imaginação alimenta uma ampla gama de experiências, através de um mundo cultural, de diversos sentidos, agora combinados, organizados e integrados de novas formas” (ZITTOUN, GILLESPIE, 2016, p. 2).

Conseqüentemente, se um sujeito A está no papel do professor que tenta comunicar um conhecimento estabelecido ( $X'$ ) para o aluno (sujeito B), o conhecimento se modifica em um atual estado ( $X''$ ), em um processo de reconstrução do conhecimento, devido ao papel ativo do aluno (Figura 3).

Figura 3 - Construção do conhecimento a partir do papel ativo do aluno (sujeito B)



Fonte: Zittoun et al (2011, adaptado)

Segundo Vygotsky (2007), existe uma importância entre a interação dos indivíduos na ZDP, e aprender vai além do processo de interação social. Tendo em vista que existem outras possibilidades de aprendizagem, como, por exemplo, ao interagir sozinho com o ambiente de forma geral, escutando uma música, lendo.

A partir dessa interação se constrói significados, mediados por signos. O fato de escutar música permite que o sujeito imagine cada palavra da letra e, com isso, ele a compreende. Existem letras de músicas que o homem leva por toda vida. Aprender é dar sentido, é ser

significativo ao que se aprende com o sujeito, é nesse processo de internalização, que se constrói novos significados (VALSINER, 2009).

A Figura 4 descreve que a vivência humana é comparada com essa tríade e, dessa forma, o conhecimento é formado de maneira significativa.

Figura 4 - Mediação semiótica na construção de significados



Fonte: Vygotsky (2002, adaptado)

Na química, o signo é muito importante para representar algo que a visão ótica é incapaz de visualizar. Observa-se isso quando falamos do átomo, por exemplo. Para representar ou ilustrar modelos atômicos os professores fazem uso dos modelos postos pelos livros que, por vezes, são reproduzidos pelos alunos, limitando a sua capacidade de abstração e criatividade, o que faz com que ele reproduza mecanicamente e não compreenda corretamente o conceito ou teoria envolvida.

A aprendizagem se constrói a partir do pressuposto que o aluno já possua um conhecimento prévio e, a partir disso, ele retome conhecimentos preexistentes que o auxiliem na construção de um futuro aprendizado. Esse caminho se dá através do processo do looping imaginário (ZITTOUN, 2016).

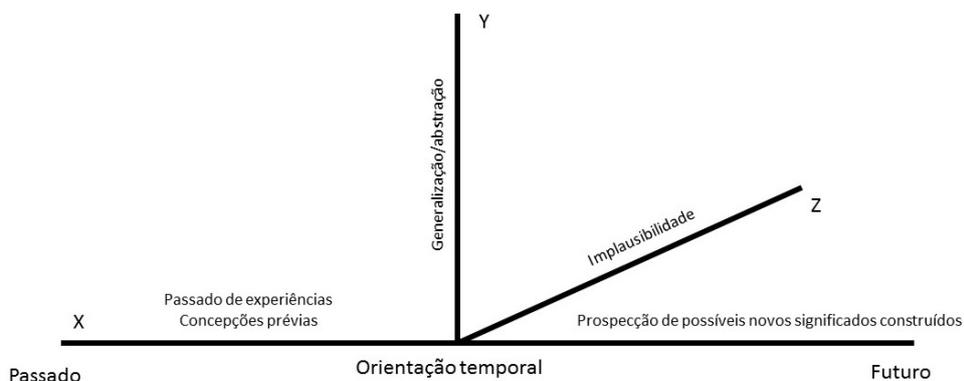
### 3.3.1 Looping imaginário e aprendizagem

Os loops da imaginação se caracterizam através das dimensões da temporalidade, plausibilidade e generalização, de modo que o indivíduo construa o conhecimento permitindo buscar informações em seu passado ou futuro, buscando as possibilidades ou impossibilidades (ZITTOUN, 2016).

Esse processo acontece na ZDP, de modo que é nela que o looping circula. Como ilustra a Figura 5, o modelo do looping imaginário tridimensional, o eixo X (passado de experiências e concepções prévias), orientação temporal indo para o eixo Y futuro (generalização e abstração), e o Z (implausibilidade). O eixo X se baseia em alguma experiência anterior, como

citado anteriormente sobre o estudo de modelos atômicos, o primeiro modelo geralmente é o de Dalton, de modo que o aluno toma como primeiro conceito o átomo ser uma “esfera maciça” ou “bola de bilhar”.

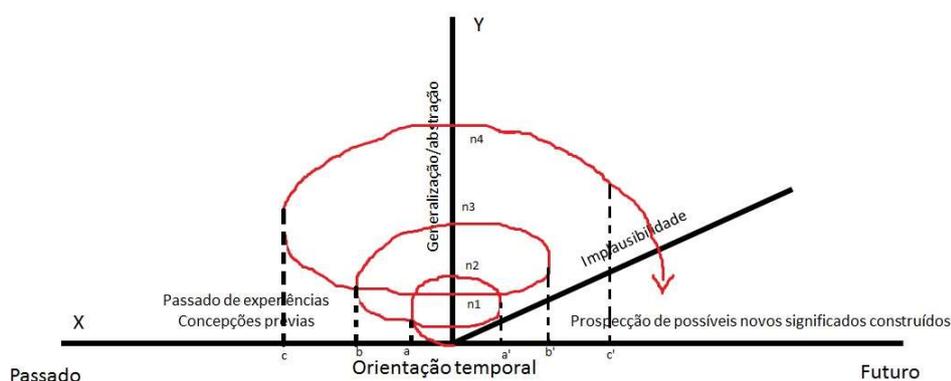
Figura 5 – modelo do *looping* imaginário



Fonte: Zittoun (2016, adaptado)

Essa construção da ideia da bola de bilhar leva o indivíduo a ir ao seu passado que, por sua vez, retoma o eixo X (passado) indo ao Y (futuro), ele retoma as experiências vividas e caminha até a generalização/abstração. Quando esse conhecimento se torna mais aprofundado, como é o caso da evolução da teoria atômica, o aluno aumenta o seu nível de abstração, descrito na Figura 6. Nesse looping, o estudante sai do eixo X para o Y em direção à generalização/abstração.

Figura 6 – Generalização/abstração do modelo atômico de Rutherford



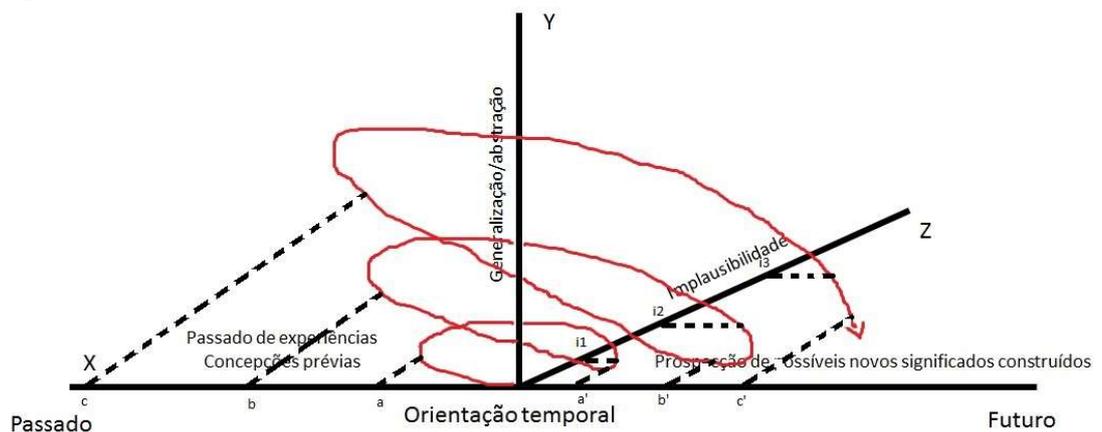
Fonte: Alunos Online (2018)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/fogos-artificio.html>>  
Acessado em 25 de mar. de 2018.<sup>1</sup>

Na figura 6, o movimento do looping atinge vários níveis de abstração ( $n_1, n_2, n_3, n_4$ ), cada nível dessa distância o indivíduo se afasta do ponto de vista concreto, fazendo com que se construa o conhecimento científico e mais aprofundado. Ainda no eixo X encontra-se as experiências passadas (a,b,c) as quais o sujeito vê em sala de aula, livros e internet. Quando o looping vai em direção ao futuro, o sujeito faz uma análise dos possíveis significados construídos ( $a', b', c'$ ) e, quando esses conceitos são formulados, proporciona o uso da generalização/abstração.

Quando se constrói ou se representa de maneira inadequada tal conceito, se imagina e cria algo implausível que, dentro do ponto de vista científico, está errado. De modo que a curva do looping vai em direção ao eixo Z. A criação denomina-se imaginativa implausível, como ilustra a Figura 7.

Figura 7 – Criação implausível do modelo atômico de Rutherford com erros conceituais



Fonte: própria.

Na figura 7, no eixo X estão localizados os eixos temporais passado e futuro, descritos também na figura 6. A diferença entre elas está na implausibilidade, representada em diferentes níveis  $i_1, i_2$  e  $i_3$ , erros conceituais que afastam o indivíduo cada vez mais do modelo de origem.

É importante ressaltar que a implausibilidade faz parte da abstração, visto que se caracteriza como um deslocamento da realidade, surgindo novas imaginações, retomando o looping imaginário que vai em direção de algo que não existe no mundo real.

A química é uma ciência que contempla uma alta abstração na sua compreensão. Grande parte dos conteúdos aprendidos necessita muito da imaginação como elemento típico do aprendizado da ciência (ZITTOUN, 2016). A partir do uso da imaginação surge também o

modelo que, por sua vez, dá o impulso para construção do conhecimento e, com o uso da criatividade da mente, os mesmos são modelados e representados para uma melhor compreensão do conhecimento.

### 3.4 MODELOS E MODELAGEM

Na ciência, a expressão modelo é utilizada para representação de algum conceito ou teoria. Por ser uma ciência muito abstrata, a química requer o uso desses modelos, pois os assuntos são impossíveis de serem apresentados sem representação. Por isso, se faz necessário aos professores de química ter uma compreensão adequada quanto ao que de fato é esse modelo. Justi e Gilbert (2003), evidenciaram que isso não ocorre na realidade. A grande maioria de professores formados e os que estão em formação consideram o modelo como reproduções ou cópias de algo e, na maioria dos casos, não param para refletir sobre o assunto. De acordo com essas inquietações, observa-se que, no centro de qualquer ciência, se encontra o uso de modelos, de modo que ao usá-los, reformulando ou elaborando cada um deles, se inicia um processo de modelagem.

#### 3.4.1 Modelos na ciência

Existem diferentes formas de definir modelo em ciência, sempre dando ênfase à ideia ser uma representação, ou um padrão utilizado, que por vezes pode ser modificado (JUSTI, 2010). De maneira mais ampla, pode ser definido como uma representação parcial de uma entidade (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000). Tendo em vista que, essa definição é muito complexa, se faz necessário um melhor detalhamento de seu significado, aqui subdividido em quatro fatores importantes: primeiro, o modelo é uma representação parcial de algo; segundo, quais entidades podem ser modeladas?; terceiro, o modelo é uma elaboração da mente humana, diferenciando-o da realidade; por fim, qual o objetivo desse modelo? (JUSTI, 2010).

Em química, para uma compreensão mais clara, os modelos resumem elementos que facilitam a visualização de entidades abstratas, mediando a realidade modelada e teorias. Assim, fundamentam a elaboração de explicações sobre a realidade; relacionam questões e teorias, e fornecem previsões sobre o comportamento da realidade em diferentes contextos (FRANCOEUR, 1997; VOSNIADOU, 2002).

Segundo Justi (2010), o modelo pode ser modificado quando o conhecimento é alterado. Por exemplo, a teoria do modelo atômico, a partir do desenvolvimento de novos conhecimentos, alguns modelos cujas características não permitiram a explicação de fenômenos, foram substituídos por outros. Assim como as explicações são inadequadas quanto ao uso do modelo e, bem como, novas representações a serem aplicadas.

É relevante considerar que existe uma ampla variedade de status ontológicos dos modelos. Sendo eles o modelo mental, criado individualmente ou em grupo, inacessíveis ao outro que, quando colocado em público, torna-se o modelo expresso; se todos concordarem, ele passa a ser consensual e, por fim, se o mesmo for utilizado no desenvolvimento do conhecimento científico, passa a ser nomeado de modelo científico (BOUTER; BUCKLEY, 2000).

### **3.4.2 Modos de Representação de modelos**

A elaboração de um modelo é uma atividade realizada individualmente ou em grupo. O resultado dessa atividade, quando expressa, é conhecido como modo de representação, tendo como ponto de partida o modelo outrora expresso (JUSTI, 2010). Os modos de representação são utilizados para formulação de um modelo expresso de alguma entidade – dentre eles estão o modo concreto, modo verbal, modo matemático, modo visual e o modo gestual.

Tendo em vista que esses modos de representação podem ser combinados entre si, formulando um modo misto, por exemplo, a junção do modo concreto com o visual, e assim por diante (JUSTI, 2010), ao reformular esses modelos e seus modos de representação, de uma forma bem geral se faz o uso da modelagem. Ao modelar qualquer entidade, o indivíduo conceitua e integra os elementos a serem estudados, através das representações desses elementos (JUSTI, 2010). Faz-se necessária uma compreensão mais detalhada, da modelagem, diferenciando-a do modelo, uma vez que modelo é a representação em si e a modelagem é como se faz o uso dessa representação.

### **3.4.3 Modelos e Modelagem no Ensino de Química**

No ensino de ciências destacam-se três objetivos: aprender ciências, ou seja, entender suas principais ideias; aprender sobre ciências, de modo que se compreenda sua história, filosofia e metodologia e, por fim, aprender a fazer ciência, tendo em vista que isso se aprofunde até a construção do conhecimento científico (HODSON, 1992). Quando se constroem esses objetivos, se faz necessário o uso do modelo e modelagem, de modo que os estudantes compreendam as limitações dos principais modelos científicos, o seu papel, criando, expressando e testando seus próprios modelos (JUSTI; GILBERT, 2002). Segundo Morrison e

Morgan (1999), quando isso ocorre, a aprendizagem é consolidada pelo intermédio de dois processos: a construção e a utilização de um determinado modelo.

Com o conhecimento desse modelo é possível ter uma melhor compreensão quanto a sua utilização diminuindo a possibilidade de erro conceitual. De acordo com a literatura apresentada, ainda hoje, no estudo das teorias atômicas, existem lacunas que precisam ser preenchidas para um conhecimento adequado ao uso desses modelos em sala de aula. Fazendo o uso da história da teoria atômica é possível contribuir para a solução desse problema.

### 3.5 BREVE HISTÓRICO DA TEORIA DOS MODELOS ATÔMICOS

Em uma história de muitos contadores, a teoria atômica possui diversas contextualizações históricas, algumas com maior detalhe de filósofos e cientistas, e outras mais resumidas com os considerados principais. O intuito do tópico a seguir é fazer um breve histórico, não só com os mais importantes, tendo em vista que a história não é linear e sim construída com o passar do tempo.

#### 3.5.1 O conceito de átomo

O termo átomo foi criado pelos gregos, para caracterizar a menor partícula da matéria que significa não divisível.

Essa descrição é uma das mais antigas da filosofia grega desde a escola Eleata, que teve como líder Zeno de Elea, filósofo pré-socrático, nascido em 489 a. C., que pensava que a matéria era contínua e ocupava completamente o espaço (ARAGÃO, 2008). Posteriormente, também na Grécia antiga, os filósofos gregos Aristóteles, Leucipo e Demócrito pensavam que tudo era constituído por átomos e vácuo, e que os átomos eram pesados, possuíam forma e tamanho, eram indivisíveis, incolores e inodoros (ARAGÃO, 2008).

#### 3.5.2 Modelo Atômico de John Dalton (1766 - 1844)

Apesar de não possuir uma formação em química e sim em matemática, Dalton fez grandes contribuições para a atomística o que o permitiu compreender alguns fenômenos físicos e químicos (VIANA, 2007). Em seus estudos, descreveu que os elementos químicos são compostos por partículas indivisíveis e que cada um teria uma identidade própria, e isso se dava pelo fato de cada um estabelecer massas diferentes (FARIAS, 2007).

É possível afirmar que seus estudos receberam diversas influências: por exemplo, foram encontradas anotações em seus cadernos por volta de 1895, que permitem justificar essa afirmativa, deixando bem clara a influência de Newton (descrevendo que o gás era composto por diversas partículas) e, nos seus estudos Dalton observava os átomos como partículas de matéria. Começou a usar símbolos circulares para representar os átomos, e nos compostos fazia

a junção de todos. Outra afirmação importante na teoria de Dalton é que átomos de um mesmo elemento eram idênticos em massa e, quando se tratava de elementos diferentes, esse peso variava (ARAGÃO,2008). Em seus estudos também fez uso da lei de Boyle, reafirmando mais uma vez a teoria atômica (FARIAS, 2007).

Segundo Farias (2007), Dalton calculou o peso atômico de átomos de alguns elementos químicos e, em seguida, construiu a tabela periódica com os pesos atômicos. A partir disso, é possível afirmar que, em seus estudos, ele trouxe um caráter mais quantitativo e científico, tomando como base ideias propostas pelos filósofos gregos. Com isso, é possível reconhecer que John Dalton foi o primeiro a se aproximar, de forma satisfatória, das ideias atomistas. Porém, aproximadamente um século depois, nasce na Inglaterra Joseph John Thomson, com novas ideias quanto à atomística.

### **3.5.3 Modelo Atômico de Joseph John Thomson (1856-1940)**

O britânico e físico experimental, desde os 14 anos começou a estudar engenharia e possuía um certo interesse pelos postulados de Dalton (LOPES, 2009). Ao longo de toda sua carreira dedicou-se ao estudo da eletricidade, o que foi crucial para formular e reestruturar o modelo de Dalton. Em 1897, estudando o efeito eletromagnético, observou que as áreas de metal, quando irradiadas por luz ultravioleta, emitiam cargas elétricas negativas, sendo essas cargas “e” (elétrons) (ARAGÃO, 2008).

Um de seus experimentos foi realizado com uma ampola de vidro, chamada ampola de Crookes, que funcionava da seguinte forma: dentro da ampola havia vácuo e duas placas metálicas que, quando ligadas a uma fonte de alta tensão, forneciam um fluxo de cargas elétricas. O cientista os nomeou de raios catódicos e viu que se tinha campos elétricos e magnéticos controlados, que se formava um feixe de partículas carregadas negativamente e que possuíam massa (ARAGÃO, 2008).

Ainda no século XIX nasceu mais um grande cientista, Ernest Rutherford, que foi um físico e químico neozelandês que, pesquisando o urânio, descobriu a emissão de raios alfa e beta, deixando grande contribuição para a moderna teoria atômica (NETO, 2017). Sendo também um dos alunos de Thomson, estudava a sua teoria e reconhecia a existência de algumas lacunas que precisavam ser respondidas.

### 3.5.4 Modelo Atômico de Ernest Rutherford (1871-1937)

O cientista passou parte de sua vida estudando os fenômenos da radioatividade. Ele também trabalhou junto a J. J. Thomson na Inglaterra. (LOPES, 2009). Segundo relatos de Conn e Turner (1965), Rutherford estudou partículas radioativas e, em um de seus primeiros experimentos, bombardeou folhas de ouro com partículas alfa, observando que essas partículas ultrapassavam a lâmina em grande quantidade e que apenas algumas sofriam desvios. Repetindo diversas vezes a experimentação, posteriormente duplicando a espessura da lâmina de ouro, mais uma vez pôde analisar que o dobro das partículas voltavam e que a maioria ultrapassava a lâmina. A partir dessa investigação, afirmou que a maior parte da massa do átomo está concentrada em uma partícula muito pequena, a qual ele nomeou de núcleo (ARAÇÃO, 2008).

Posteriormente, Rutherford afirmou que esse núcleo estava rodeado por uma distribuição esférica de cargas opostas de igual valor (LOPES, 2009). Nos estudos de Rutherford o cientista nunca localizou as cargas no átomo, apenas elucidou que no núcleo possuía cargas diferentes, defendia seu modelo como centro de cargas concentradas, e isso fez com que seus estudos não despertassem muito interesse na comunidade científica que estava preocupada com os *elétrons* (LOPES, 2009).

E, a partir dos dados acima citados, a teoria atômica se justificava mais uma vez, sendo construída com o passar do tempo. Ainda do século XIX, essa história fez parte do interesse de outro autor, o físico e dinamarquês Niels Bohr, vindo de uma família de estudiosos, que despertou o interesse pela ciência e contribuiu para uma melhor compreensão da teoria atômica até os dias atuais.

### 3.5.5 Modelo Atômico de Niels Bohr (1885-1962)

Segundo Lopes (2009), assim que Bohr terminou o seu doutorado, tentou trabalhar com Thomson e, um pouco antes disso, lendo um de seus artigos, encontrou alguns erros inexplicáveis. Em uma conversa com Rutherford, Bohr recebeu o convite para trabalhar em sua

pesquisa com as partículas alfa. E, em 1913, publicou um artigo que mudou toda a história da teoria atômica, inspirado nos trabalhos anteriores de Thomson e Rutherford, ele acrescenta algumas ideias de cálculo, afirmando a instabilidade dos modelos anteriores (LOPES, 2009).

Defendido por Rutherford, Bohr afirma que o átomo possui um núcleo centralizado minúsculo que concentra toda a sua massa, sendo ele positivo e que ao seu redor estão os elétrons em movimentos circulares (AIRES; MELZER, 2015). E, dialogando com essa teoria, ele esclarece que o elétron circula em órbitas, sem perder ou ganhar energia espontaneamente, isso devido ao surgimento dos números quânticos, encontrados no modelo atômico atual.

### 3.5.6 O Modelo Atômico Atual

Segundo Silva e Cunha (2008), esse modelo atual é resultado do aprimoramento de diversas teorias que foram construídas no decorrer dos séculos XIX e XX. Descrevendo o átomo com um núcleo envolto de elétrons com trajetórias circulares ao seu redor e, com isso, define que:

O átomo é atualmente entendido como um sistema quântico: os elétrons do átomo possuem valores discretos de energia. A resolução da equação de Schrödinger para um átomo tem como resultados os possíveis valores de energia e as funções de onda que representam os correspondentes estados eletrônicos. Costuma-se caracterizar abreviadamente um estado eletrônico pelo conjunto de números quânticos constitutivo de sua expressão matemática (SILVA; CUNHA 2008, p.7).

No ensino de química é possível identificar precipitadas definições quanto à temática, sendo uma história com mais de dois séculos de ideias e teorias. É necessária uma compreensão adequada acerca da expressão de cada modelo, sendo ele expresso em contextos e lugares diferentes, ou seja, modelados conforme sua utilidade. Com o passar do tempo, cada teoria foi complementada, uma a outra, e, mesmo no século XXI, existem lacunas não preenchidas. Retomando ao ensino, é possível identificar diversos erros quanto à construção do conceito átomo, de modo que cada modelo seja único e até mesmo palpável, expresso de maneira errônea no quadro como observado em algumas literaturas e em livros bibliográficos, como por exemplo, o modelo da bola de bilhar, do pudim de passas, do sistema planetário de órbitas, entre outros. Assim, se faz necessária também a clareza de que são apenas analogias e que a teoria atômica vai além do que nossos olhos podem ver e que para explicar o mundo subatômico é importante ter propriedade e conhecimento da história da atomística como um todo.

## 4 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui um caráter qualitativo, exploratório e experimental com intuito de analisar o processo da construção de significados para o conceito de átomo. Fonseca (2002) defende que a partir da análise de grupos de participantes envolvidos que estudam um mesmo conteúdo, com formas de aprendizagem diferentes, torna-se possível verificar as mudanças de acordo com os estímulos propostos a cada grupo. Nessa perspectiva exploratória aqui realizada, buscou-se identificar os momentos de generalização/abstração e implausibilidade na imaginação e no processo de modelagem para o conceito de átomo com os dois tipos de estudantes, do ensino fundamental (crianças) e do ensino superior (adultos).

Na perspectiva da aprendizagem segundo Vygotsky, a construção de significados sobre o conteúdo se dá através da interação com o outro. Desse modo, os indivíduos foram observados em duplas, dando ênfase à construção de significados através do discurso. E, a partir disso, observou-se a relação entre imaginação e a construção de significados junto ao processo de modelagem. Esse conteúdo foi escolhido no intuito de explorar a capacidade do aluno de sair do concreto para o abstrato, tendo em vista que a química é uma ciência que, para ser compreendida, requer muita abstração.

### 4.1 PARTICIPANTES

Para a constituição dos dados, foram selecionados 4 participantes, sendo 2 estudantes do ensino fundamental e 2 estudantes do ensino superior. Durante toda a experimentação os estudantes realizaram a atividade em dupla. Os participantes foram citados através de pseudônimos e como critério de escolha, sugerimos aqueles que tivessem disponibilidade de tempo e compromisso para realizar todas as atividades propostas.

Participantes do ensino fundamental:

- Dupla 1: Ártemis e Hera

Participantes do ensino superior:

- Dupla 2: Atena e Apolo

## 4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada a partir da execução de um experimento, que se subdividiu em três encontros, com intervalo de tempo entre eles de cinco a dez dias alternados. Os encontros foram realizados em duplas.

Tendo em vista que as observações dos estudantes foram feitas um perfil de cada por vez, no primeiro momento foi feita uma explanação de conteúdo com apresentação de um vídeo sobre o conteúdo modelos atômicos, imagens, definições históricas (do conceito de átomo), uma aula com o mesmo conteúdo. Em seguida, foi realizada uma atividade para distração, na qual os participantes pudessem descansar, lancha etc. No último momento, os estudantes, em dupla, fizeram uma resolução de questões e elaboraram desenhos, com base nos conteúdos vistos no início, presentes nos vídeo, aula, imagens e contexto histórico.

Durante a aplicação do questionário, foram gravados os vídeos dos participantes, por entendermos que o uso de registros em áudio e vídeo na coleta de dados é importante para uma melhor observação do processo. Segundo Pallatiere e Grandó (2010), o uso desse recurso possibilita o registro de movimentos das ações mentais e também corporais e, com isso, foi possível coletar detalhadamente os dados desejados.

## 4.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados ocorreu em dois momentos:

1º) Nível de desenvolvimento potencial: essa análise se baseou nas trocas discursivas (a partir do registro em áudio e vídeo) realizadas durante o experimento, observando a construção de significados (VALSINER, 2007; 2012). Com base na Figura 2, analisamos em quais instantes os participantes prospectam possíveis atributos pertencentes aos modelos que foram elucidados com o auxílio de sua dupla, caracterizando o nível de desenvolvimento potencial. Assim, podemos investigar o caráter social da imaginação, em que um sujeito influenciou o outro da prospecção.

2º) Generalização/abstração X Implausibilidade: esta análise foi realizada utilizando o modelo do *looping* imaginário (ZITTOUN, 2016), e foi feita em dois momentos:

1) através do registro em áudio e vídeo do experimento (nas três intervenções), em que observamos as trocas discursivas, a fim de identificar momentos em que os participantes foram em direção à: 1.1) generalização/abstração – quando eles, a partir da elucidação dos modelos, eram capazes de imaginar como tais modelos pudessem ser usados para explicarem fenômenos da natureza, indo além dos atributos de cada um e 1.2) implausibilidade – quando os participantes atribuíram aos modelos características que não são plausíveis, dentro dos parâmetros científicos, ou explicaram fenômenos de forma equivocada com os modelos;

2) através das respostas finais aos problemas colocados, em que analisamos se os modelos elucidados apresentaram características implausíveis (implausibilidade) ou se os participantes foram capazes de estruturar um texto explicando fenômenos da natureza com base nos modelos expressos externalizados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, discutiremos, a partir da coleta de dados realizada nas intervenções experimentais, a análise dos dados, que foi feita conforme as categorias de análise, pontuada em dois momentos: a primeira delas é a construção de significados no NDP, por intermédio da imaginação dentro de uma ZDP e, no segundo momento, observaremos a capacidade de generalização/abstração X implausibilidade, por intermédio das figuras elucidadas durante a experimentação.

Inicialmente, serão ressaltados os aspectos gerais da análise, construídos a partir de cada uma das intervenções. E, em seguida, com base na análise dos dados, serão citados cada um dos grupos em cada um dos encontros, de modo que se construa uma explanação detalhada dos resultados.

### 5.1 RESULTADOS GERAIS

Ao realizar cada uma das intervenções pudemos observar que as duas equipes realizaram as experimentações com muito entusiasmo e proatividade, isso foi algo importante, pois nota-se a seriedade de cada uma das duplas.

Relacionando a aplicação com a pesquisa em termos teórico-metodológicos, a dupla Ártemis e Hera são estudantes do Ensino Fundamental II, ainda estudam ciências e nunca tiveram contato com o conteúdo de química abordado (modelos atômicos) Esse foi um dado muito importante, pois Ártemis e Hera, em termos de nível de escolaridade e idade, foi a dupla que, em nosso ponto de vista, pôde fazer um melhor uso da imaginação, conseguindo deslocar-se melhor do conhecimento concreto e ir ao abstrato, além de construir tal aprendizado, depois de muitos conceitos implausíveis.

E, por fim, Atena e Apolo foram os estudantes de graduação, e algo que nos chamou atenção durante a realização das práticas foi a construção detalhada da construção de conceitos feita por eles sendo, portanto, o grupo com mais tempo de aplicação experimental. É importante lembrar que os encontros ocorreram com cada uma das duplas separadamente e com intervalo de tempo de cinco a dez dias, de uma intervenção para outra.

## 5.2 ANÁLISE DUPLA ÁRTEMIS E HERA

### 5.2.1 Primeiro encontro de Ártemis e Hera

#### *Prospecção da imaginação na NDP e Generalização/abstração x implausibilidade*

Na primeira pergunta os estudantes expressaram em forma escrita o que é átomo. A resposta de Hera e Ártemis escrita foi: *É o que forma a matéria*. A afirmação que elas utilizaram foi uma resposta semelhante à proposta do vídeo e aula expositiva, da intervenção, na qual a conceituaram corretamente. Porém, para essa questão, não foi possível identificar a ação do NDP, apenas se reproduziu o conceito anteriormente discutido.

Já na segunda questão, que sugeriu uma representação em forma de desenho quanto ao formato do átomo, cada uma delas representou de forma semelhante como imaginavam ser o átomo. Nesse ponto, é possível afirmar a construção do NDP entre as estudantes, conforme o diálogo no Quadro 1. Foi identificada, a partir da discussão, a construção da ZDP, logo em seguida expressa na Figura 8. No turno 2, Ártemis afirma que é um círculo, no turno 5, Hera refuta a ideia inicial e, logo, Ártemis reformula sua ideia, no turno 6 e, a partir disso, podemos observar a ação do NDP.

Quadro 1: Diálogo entre Ártemis e Hera acerca da segunda questão.

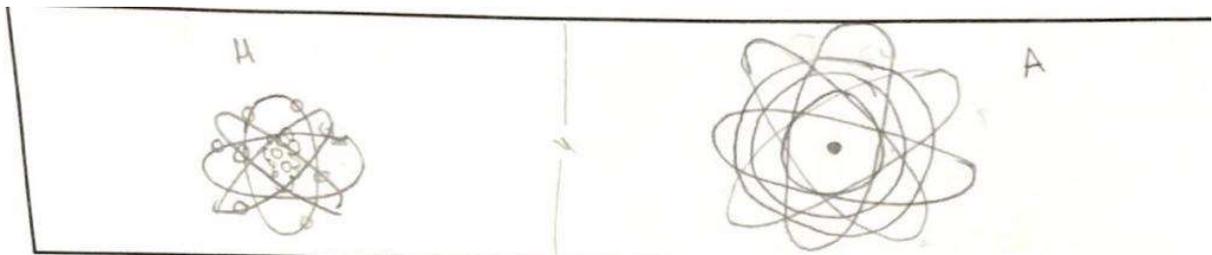
Turno	Participante	Fala
1	Hera	Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo.
2	Ártemis	Um círculo né
3	Hera	É...
4	Ártemis	Porque até agora o que a gente viu foi um círculo.
5	Hera	Eu acho que eu vou colocar o jeito que você acha que é, e o jeito que eu acho que é.
6	Ártemis	Certo, eu acho que tipo assim, não é um círculo totalmente perfeito, eu acho que é um círculo meio deformado
7	Hera	Assim né?
8	Ártemis	É...
9	Hera	Ok!
10	Ártemis	Eu acho que é meio assim...
11	Hera	Eu acho que é meio assim...
12	Ártemis	Ah tem que desenhar essas “coisinhas”
13	Hera	Não sei, eu to mostrando como eu acho que é. Acho que talvez seja assim.
14	Ártemis	É, pode ser que seja assim, com uns circulares
15	Hera	Tipo um sistema solar.
16	Ártemis	É.

Fonte:Própria.

Analisando o diálogo do Quadro 1 relacionando-o com a Figura 8, é possível afirmar que, no início da discussão, Ártemis afirmou que o átomo teria forma de um círculo e, a partir da produção de Hera, propôs a eletrosfera na qual nomeou de “circulares”. Em seguida, surge o questionamento de Ártemis, quanto a representação dos elétrons, que Hera havia representado. A reprodução de ambos os modelos tem alguns pontos semelhantes e uma diferenciação fortemente expressiva no núcleo, conforme apresentado na Figura 8: o núcleo de Hera, que é o primeiro, possui uma dispersão, podendo, assim, resultar na construção de um conceito implausível, tendo em vista que o núcleo é a parte rígida e sem espaços.

Analisando o modelo de Ártemis, é apresentado corretamente com o núcleo esférico e rígido. A participante foi para o implausível na construção de uma eletrosfera sem elétrons, enquanto Hera propôs corretamente a ideia de eletrosfera com elétrons circulando nas órbitas. Deste modo, nota-se a construção do NDP e que, de fato, é possível, conforme a Figura 8, ambas as estudantes no discurso conseguiram produzir a formação do conceito de átomo aqui representado na forma de signo. Esse dado reafirma a possibilidade de aprendizagem a partir de trocas discursivas (VYGOTSKY, 2007).

Figura 8 - Representação de átomo de Ártemis e Hera



Fonte: Própria

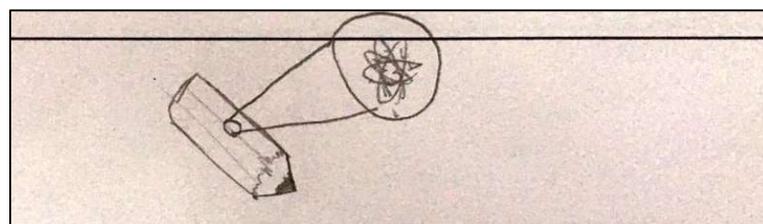
A questão três pedia para representar um fenômeno do dia a dia com o uso de átomo, a representação proposta pelas estudantes não foi um fenômeno do dia a dia, porém prospectaram o uso da imaginação com uma nova ideia, conseguindo uma abstração conceitual sublime. No Quadro 2 é possível identificar a formulação da ideia representada na Figura 9, de como se obteve toda construção.

Quadro 2: Dialogo entre Ártemis e Hera acerca da segunda questão.

Turno	Participante	Fala
1	Hera	Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia, expresse em escrita ou desenho. Ok... Um modelo atômico... Será que é tipo algum objeto do nosso dia a dia?
2	Hera	Talvez seja assim mesmo. Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia, expresse em escrita ou desenho. Ok... um modelo atômico... Será que é tipo algum objeto do nosso dia a dia?
3	Ártemis	É porque tipo, um fenômeno é algo do nosso meio.
4	Hera	Algo do nosso dia a dia
5	Ártemis	Sei lá, acho que um lápis.
6	Hera	É. Você acha que é um lápis mesmo?
7	Ártemis	Também.
8	Hera	É, um lápis é mais apropriado. Eu acho que o lápis deve ter... Será que é diferente essas coisas tipo no lápis tem um diferente desse, já na borracha tem o outro, no estojo tem o outro.
9	Ártemis	Acho que não.
10	Hera	Acho que é a mesma coisa.
11	Ártemis	Eu também acho, porque tipo um átomo ele deve ser tipo vários... iguais, meio que uma família.
12	Hera	É igual só que lugares diferentes.
13	Ártemis	É!
14	Hera	Então deve ser assim mesmo. (...) Pronto

Fonte: Própria

Figura 9- Representação da questão dois de Ártemis e Hera



Fonte: Própria

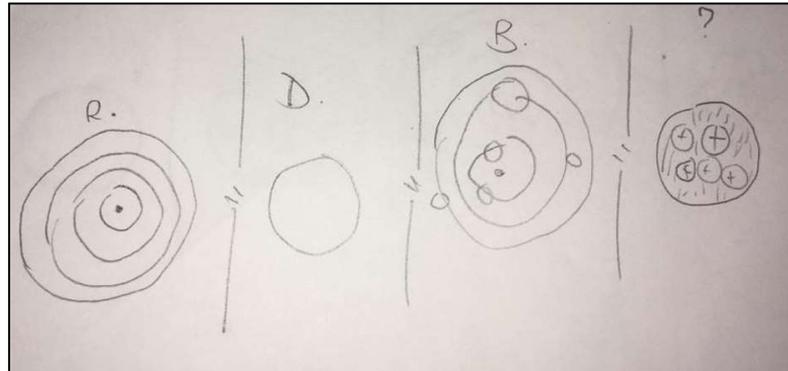
De acordo com o Quadro 2, as estudantes começam a se questionar quanto à interpretação do que seria um fenômeno, nos turnos 3 e 4. Em seguida, Ártemis vem afirmando que seria um lápis. Sabendo que na aula expositiva iniciada com a frase “átomo é o que constitui a matéria e ocupa um lugar no espaço”, ilustrado no diálogo acima, é possível afirmar que as estudantes conseguiram sair do concreto e ir ao abstrato, fazendo o uso do looping imaginário

(ZITTOUN, 2016): partindo da ideia proposta na aula e no vídeo, é possível afirmar, com base no discurso que, se o lápis ocupa um lugar no espaço, ele é constituído por átomos.

Outro momento muito importante é no turno 11, no qual Ártemis afirma que o átomo são vários iguais, meio que uma família. Esse turno expressa, mais uma vez, o papel da imaginação, tendo em vista que em nenhum momento da aula ou do vídeo se afirma que esses átomos estão organizados em famílias, conforme a tabela periódica, sendo essa mais uma abstração conceitual.

Na última questão, construíram e representaram de forma semelhante a aula e vídeo, conforme a Figura 10. É possível observar uma reprodução com base nas aulas expositivas, o átomo de Dalton abaixo expresso em formato de um círculo, o de Thompson que esqueceram o nome e no lugar dos elétrons colocaram os prótons, o de Bohr, a ausência dos elétrons, colocaram formatos de um círculo sem a caracterização de negativo, e o de Rutherford mais uma vez sem os elétrons, podendo considerar a inexistência do looping imaginário, e que por sua vez a implausibilidade foi construída em um elevado nível.

Figura 10- Representação dos modelos atômicos de Ártemis e Hera



Fonte: Própria

Em concordância com a Figura 10, as estudantes se aproximaram de uma representação distorcida à encontrada no vídeo, esquecendo de alguns detalhes acima elucidados.

## 5.2.2 Segundo encontro de Ártemis e Hera

### *Prospecção da imaginação na NDP e Generalização/abstração x implausibilidade*

Neste segundo momento, após alguns dias da primeira intervenção, repetimos todos os procedimentos experimentais com as alunas, realizamos a aula, a atividade distratora e, por fim, a aplicação da intervenção.

A primeira questão proposta foi: o que é átomo? Nesse momento da experimentação, foi possível observar, conforme o Quadro 3, uma resposta por intermédio da ação do NDP, tendo em vista que a indagação dada por Hera do turno 1, ainda incompleta, é reconstruída, logo em seguida, por Ártemis no turno 2. Deste modo, podemos afirmar que, a partir da interação, com base nas trocas discursivas, registradas em áudio, ocorreu a construção de significados (VALSINER, 2007; 2012).

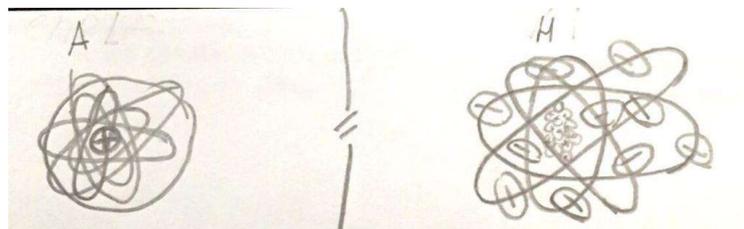
Quadro 3: Diálogo de Ártemis e Hera acerca da primeira questão.

Turno	Participante	Fala
1	Hera	O que é o átomo? O átomo é o que constitui a matéria;
2	Ártemis	É! É o que faz parte da matéria, e que ocupa um lugar.
3	Hera	É.
4	Hera	Quer escrever aqui?
5	Ártemis	Tu escreve.

Fonte: Própria

Na segunda questão, era proposto que as discentes representassem o formato de um átomo, como apresentado na Figura 11, cada estudante descreve sua própria maneira de representar.

Figura 11: Representação de átomo de Ártemis e Hera.

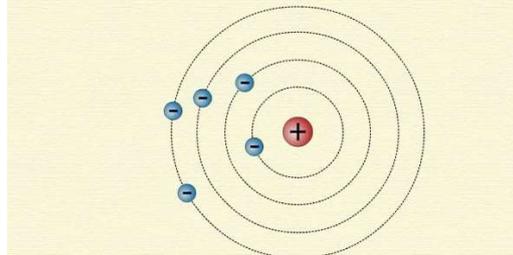


Fonte: Própria

Ao analisar a Figura 11, observamos que Ártemis propõe, em seu átomo, um modelo que possui eletrosfera com um núcleo fortemente positivo e esférico, se aproximando em um nível maior de abstração conceitual. Espera-se que esse nível a aumente, pois a mesma não

expressa os elétrons. Já o modelo representado por Hera, vem com toda a estrutura de núcleo, eletrosfera e elétrons, porém é possível observar que esse núcleo possui espaços vazios, essa ideia prospecta um direcionamento ao implausível. Tendo em vista que o modelo representado durante a intervenção se aproxima da proposta de Ártemis, ilustrado na Figura 12.

Figura 12: Representação do modelo de Bohr da aula expositiva.



Fonte: vídeo (adaptado)

No que diz respeito ao quesito três, se solicita a representação de um modelo atômico para expressar um fenômeno do dia a dia. A Figura 13 ilustra uma representação que escapa da ideia de fenômeno, porém elas conseguem expressar um modelo que prospecta um alto nível de generalização, tendo em vista que, durante a aula, se ressalva a ideia que “o átomo é o que constitui a matéria e ocupa lugar no espaço” e qualquer objeto ocupa lugar no espaço, assim como um celular.

Figura 13: Representação da questão três de Ártemis e Hera.



Fonte: Própria.

Por fim, a questão 4 solicita a representação dos modelos atômicos apresentados. De acordo com o Quadro 4, no turno 7, Hera afirma como é o átomo de Dalton, e Ártemis, no turno 8, concorda. Para proposição do modelo de Rutherford, as estudantes realizam a ação do NDP conforme os turnos 9 e 10, Hera começa sugerindo a proposição do modelo e Ártemis logo em seguida o complementa e, ao mesmo tempo que isso acontece, as estudantes prospectam um

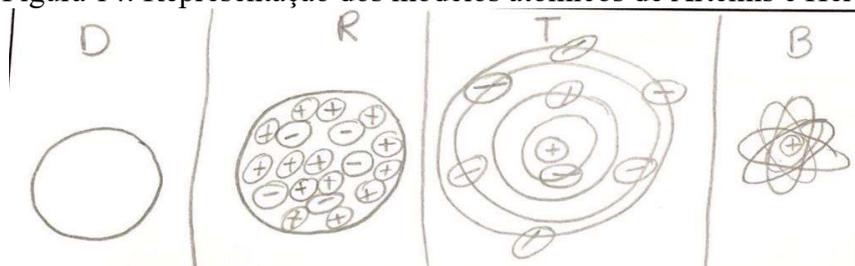
alto nível de implausibilidade. Cientificamente, o modelo por elas propostos é o de Thompson e não Rutherford, e isso acaba se estendendo nos turnos 12, 13 e 14, conforme apresentado na Figura 14.

Quadro 4: Diálogo da resolução da quarta questão.

Turno	Participante	Fala
1	Hera	Reproduza da forma que você lembra dos modelos atômicos apresentados.
2	Hera	Dalton, Thompson....
3	Ártemis	Rutherford...
4	Hera	Ééee...
5	Ártemis	A gente sempre esquece um!
6	Hera	Bohr!!!!!!!
7	Hera	O de Dalton foi só uma bola
8	Ártemis	Só uma bola
9	Hera	O de Rutherford era bola com os menos...
10	Ártemis	É uns menos e uns mais.
11	Hera	É bom que quando chegarmos no oitavo já saberemos disso!
12	Hera	O de Thompson era o da folha de ouro tipo um sistema solar
13	Ártemis	É
14	Hera	Que o núcleo era mais, e todo o resto menos.
15	Ártemis	Falta o de Bohr.
16	Ártemis	Ele era assim...
17	Hera	Era assim?
18	Ártemis	Assim?
19	Hera	Sim
20	Ártemis	Pronto terminamos.

Fonte: Própria.

Figura 14: Representação dos modelos atômicos de Ártemis e Hera.



Fonte: Própria.

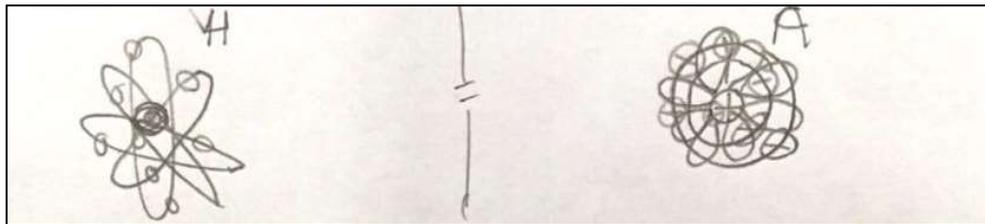
### 5.2.3 Terceiro encontro de Ártemis e Hera

#### *Prospecção da imaginação na NDP e Generalização/abstração x implausibilidade*

A primeira questão solicitava: o que é um átomo? Com base na troca discursiva das alunas, não foi possível identificar a ação da NDP. A questão dois solicitava a representação de

um modelo atômico. Cada uma das discentes representava como acreditava ser o formato do átomo. Conforme ilustra a Figura 15, o átomo representado por Hera, compõe a eletrosfera, o núcleo totalmente esférico e elétrons circulando em órbitas, e, o de Ártemis, um núcleo esférico, fortemente positivo e elétrons circulando em órbitas, com sinais negativos. Analisando a proposição dos dois modelos, é possível afirmar que Hera traz um modelo que tende a ir ao nível baixo de implausibilidade, quando comparado com o de Ártemis.

Figura 15: Representação de átomo de Ártemis e Hera.



Fonte: Própria

O quesito 3 solicitava a representação de um modelo atômico para representar um fenômeno do dia a dia. De acordo com as ilustrações da Figura 16, propostas pelas discentes, não foi expresso nenhum fenômeno, mais sim um objeto. Elas entendem que, se esse objeto ocupa um lugar no espaço, ele contém átomos, mais uma vez indo a um alto nível de generalização.

Figura 16: Representação da questão dois de Ártemis e Hera.



Fonte: Própria.

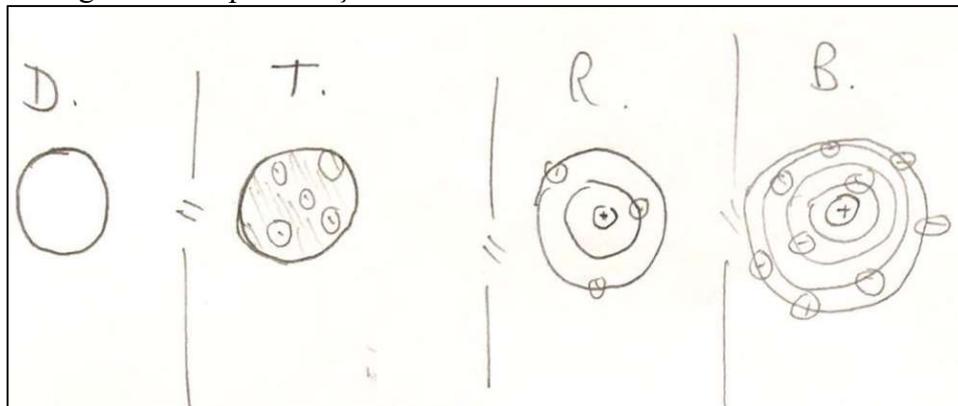
Acerca da última questão, o diálogo apresentado no Quadro 5 demonstra a ação do NDP nos turnos 5, 6 e 7. As discentes formulam a ideia do modelo de Thompson e uma vai complementando a ideia da outra até chegarem à representação expressa na Figura 17. Analisando, agora, do turno 8 ao turno 13, pode-se observar, mais uma vez, a construção de significado a partir das trocas discursivas (VALSINER, 2007; 2012), pois as estudantes falam, no turno 13, de um conceito ainda não discutido durante a intervenção por elas que foi a representação dos níveis de camadas, embora não ilustrada na figura.

Quadro 5: Diálogo da resolução da quarta questão.

Turno	Participante	Fala
1	Hera	Represente a forma que você lembra dos modelos atômicos apresentados. Você faz ou eu faço?
2	Ártemis	Tanto faz!
3	Hera	Modelo de Dalton que foi rígida, maciça, indivisível é um círculo.
4	Ártemis	É um círculo...
5	Hera	Aí teve Thomson que foi um círculo também, mas não era maciça
6	Ártemis	É, tinha... tinha....
7	Hera	Os elétrons negativos
8	Ártemis	E o resto era tudo positivo. Aí teve Rutherford que era um núcleo...
9	Hera	E vários círculos.
10	Ártemis	Vários elétrons negativos.
11	Hera	E agora teve o de Bohr, que era um núcleo...
12	Ártemis	Tinha elétrons nas camadas.
13	Hera	É, eu não vou fazer até a letra Q, porque se não ia levar quase tudo aqui.
14	Ártemis	É
15	Ártemis	Pronto.
16	Hera	Pronto

Fonte: Própria.

Figura 17 :Representação dos modelos atômicos de Ártemis e Hera.



Fonte: Própria.

### 5.3 ANÁLISE DUPLA ATENA E APOLO

#### 5.3.1 Primeiro encontro Atena e Apolo

##### *Prospecção da imaginação na NDP e Generalização/abstração x implausibilidade*

A proposição da primeira questão era para que os alunos respondessem o que é átomo. No Quadro 6, é possível observar como se deu o processo de construção desse conceito. Ao observar o turno 2, Apolo começa se questionar sobre o que é átomo, em seguida, Atena, no turno 3, pede calma a Apolo e começa a refletir. Apolo indaga, mais uma vez, no turno 4, respondendo, que a resposta reformulada por Apolo está errada, Atena vai e corrige, conforme o turno 5 e, mais uma vez, Apolo reformula o conceito errado, no turno 6, Atena se contrapõe a ideia errada de Apolo e reconstrói o objetivo da pergunta e, por fim, nos turnos 8 e 9, participantes chegam a um consenso. A partir de todo esse diálogo do Quadro 6, é possível afirmar a ação do NDP tendo em vista que Apolo, inseguro em seus questionamentos, reformula por duas vezes o conceito de forma errada, o papel de Atena, no turno 7, leva-o a chegar à construção correta de significado (VALSINER, 2007; 2012).

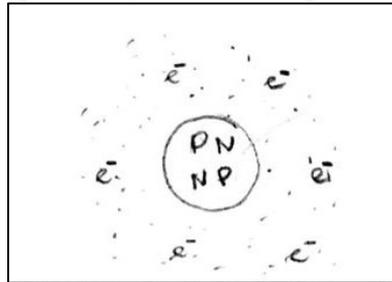
Quadro 6: Diálogo de Atena e Apolo acerca da primeira questão.

Turno	Participante	Fala
1	Atena	Foi.
2	Apolo	É, o que é átomo.
3	Atena	Átomo? Calma...
4	Apolo	Átomo é... é a menor parte de uma partícula não?
5	Atena	Matéria.
6	Apolo	Menor parte da matéria que possui um núcleo e elétrons orbitando em seu núcleo.
7	Atena	Eu acho que tipo, a gente tem que responder o que é átomo, mas não falar algum modelo, então tipo seria só menor parte da matéria. Seria só menor parte da matéria.
8	Apolo	Menor partícula, sem citar os modelos né?
9	Atena	É, e divisível.

Fonte: Própria.

No quesito 2, foi solicitado aos discentes a representação do formato de um átomo, e a expressão foi feita conforme a Figura 18, abaixo ilustrada.

Figura 18: Representação de átomo para Apolo e Atena.

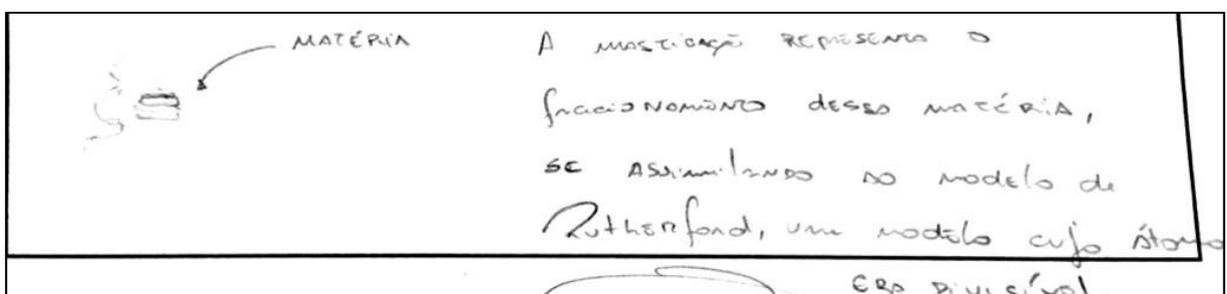


Fonte: Própria.

Partindo dos modelos propostos em aula e no vídeo, a representação dada pelos estudantes propõe um modelo que se desprende do que foi estudado. A descrição acima demonstra um núcleo fortemente esférico composto de partículas subatômicas (prótons e nêutrons). O que nos chamou mais atenção foi o fato da representação quanto à nuvem eletrônica, em que as órbitas não foram expressas e sim pontilhadas. Tendo em vista tudo isso, podemos dizer que esse modelo se aproxima da generalização, se despreendendo das representações em sala.

Quanto ao terceiro quesito, em que pedia-se a demonstração de um fenômeno do seu dia a dia para representação de um átomo. A Figura 19 vem representar um fenômeno físico, assim como os discentes trouxeram, no qual a matéria se fragmenta, com base no modelo de Rutherford. Logo, é possível afirmar que os mesmos puderam chegar a um nível de generalização intermediário.

Figura 19: Representação de Apolo e Atena acerca da questão três.



Fonte: Própria.

Ainda no que diz respeito à análise do quesito 3, no registro de áudio e vídeo, os alunos propuseram antes a ideia de fogos de artifício, conforme o Quadro 7, e essa ideia dos fogos foi a mesma proposta na aula, expressando e representando o modelo de Bohr. Logo, consideramos a proposição a ação da NDP, mesmo quando os discentes, não se dando conta de que estavam indo pelo caminho certo, propuseram uma nova ideia apresentada anteriormente na Figura 19.

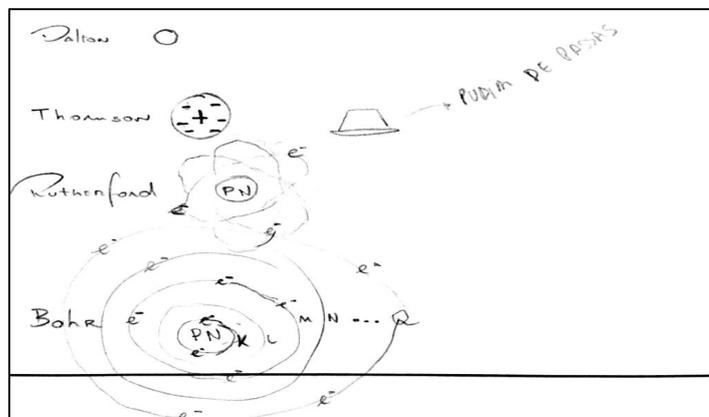
Quadro 7: Diálogo de Atena e Apolo acerca da terceira questão.

Turno	Participante	Fala
1	Apolo	Use algum modelo para explicar algum fenômeno do seu dia a dia.
2	Atena	Hum... Fica mais fácil porque a gente já desenhou ai lembra eles.
3	Apolo	Mas o que eu consigo assimilar é o pudim, porque já é um pudim mesmo, ou um bolo com passas, sei lá, assimilava ao modelo de Thomson.
4	Atena	Acho que tipo, um fenômeno, é como ela falou, é... os fogos de artifício. Pensa em algum ai.
5	Apolo	É, justo, fogos de artifício é o modelo de Bohr né, dos elétrons pulando as camadas. É... pode colocar os fogos de artifício não?
6	Atena	Acho que não.
7	Apolo	Pô bicho, é complicado né.

Fonte: Própria.

É importante lembrar que os estudantes construíram a ideia da questão 4 antes de resolver a 3, os mesmo a chamaram de “cavernosa”, pois não conseguiam interpretar de imediato. A Figura 20 representa os modelos representados pelos estudantes, que propuseram o modelo de Dalton, Thompson, Rutherford e Bohr. Um detalhe importante, como se pode observar na Figura 20, é que os estudantes propuseram uma analogia no modelo de Thompson com “*Pudim de passas*” e isso demonstra um fator anteriormente citado, a reprodução de modelos propostos em sala de aula pode seguir até a graduação, tendo em vista que essa analogia não é adequada. Portanto, não foi possível construir uma abstração conceitual, fazendo uso da criatividade.

Figura 20: Representação dos modelos atômicos de Atena e Apolo.



Fonte própria.

### 5.3.2 Segundo encontro Atena e Apolo

#### *Prospecção da imaginação na NDP e Generalização/abstração x implausibilidade*

Se tratando da resolução da questão 1, a mesma indagava aos alunos: o que é átomo? E o Quadro 8 pode demonstrar como se deu essa construção. No turno 1, Apolo começa a fazer a resposta, porém, ele a conceitua como *Partículas pequenas e indivisíveis*. Logo em seguida, no turno 2, Atena refuta a ideia de Apolo que, a partir dessa intervenção, vai e reformula sua ideia inicial, de modo que isso nos leva a ver mais uma vez a ação do NDP.

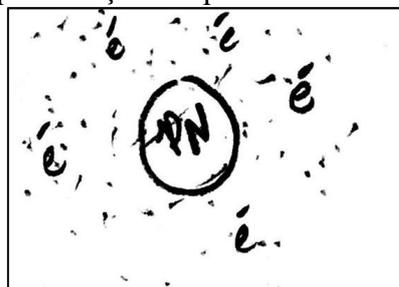
Quadro 8: Diálogo da segunda questão de Atena e Apolo.

Turno	Participante	Fala
1	Apolo	Novo. O que é átomo? São partículas muito pequenas e indivisíveis.
2	Atena	Uhum, bota subatômica. Indivisíveis? São divisíveis.
3	Apolo	Beleza, subatômicas...
4	Atena	E divisíveis.
5	Apolo	E divisíveis

Fonte: Própria.

A questão 2 propôs aos alunos que expressassem como é o formato de um átomo, como ilustrado pela Figura 21. É possível considerar dois momentos: o primeiro deles se trata da eletrosfera. Mais uma vez os estudantes se desprendem do modelo proposto em sala de aula e representam uma eletrosfera com uma espécie de nuvem eletrônica, chegando a um bom nível de generalização. Logo em seguida identificamos que o tamanho proposto pelo núcleo pode ser considerado como um nível intermediário de implausibilidade, lembrando que o núcleo é muito pequeno, quando comparado com a eletrosfera.

Figura 21: Representação da questão dois de Atena e Apolo.



Fonte: Própria

Quanto ao terceiro quesito, foi solicitada a elaboração de um fenômeno de seu dia a dia que fosse explicado por meio de um modelo atômico. Os alunos, mesmo propondo um fenômeno físico, esqueceram-se de pontuar a respeito de qual modelo atômico se tratava. De

acordo com a Figura 22, é possível levar em consideração a generalização dos discentes, pois se desprenderam dos conceitos da aula que seria a proposição dos fogos de artifício, explicado pelo modelo de Bohr.

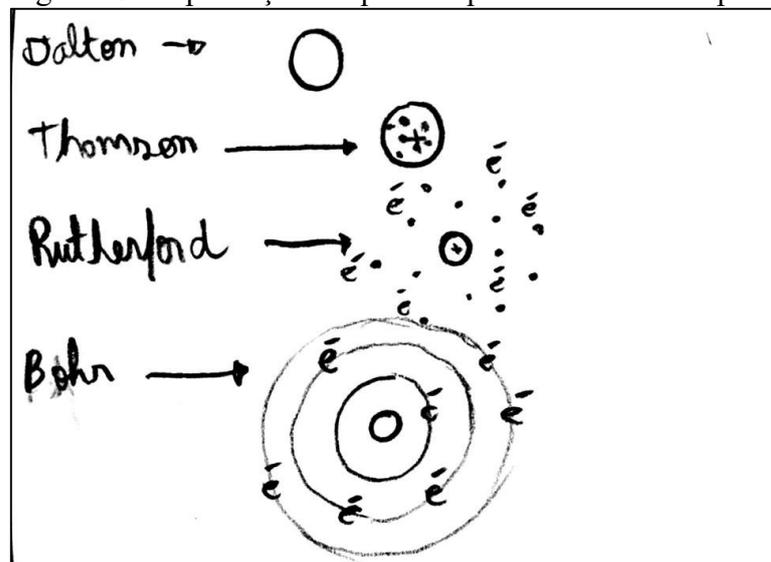
Figura 22: Representação da questão três de Atena e Apolo



Fonte Própria.

E, por fim, na questão 4, os alunos representaram os modelos atômicos propostos em sala de aula. Também não foi possível a identificação da ação do NDP e do movimento na prospecção da generalização, para os modelos de Dalton, Thomson e Bohr, apenas no de Rutherford é possível considerar a abstração, pois o modelo proposto pelos alunos não possuem órbitas, que foi proposto no vídeo e slide.

Figura 23: Reprodução da questão quatro de Atena e Apolo.



Fonte: Própria

### 5.3.3 Terceiro encontro Atena e Apolo

#### *Prospecção da imaginação na NDP e Generalização/abstração x implausibilidade*

No que diz respeito ao primeiro quesito, era proposto aos estudantes uma explicação acerca do que é átomo. Conforme apresentado no Quadro 9, Apolo inicia a conversa levantando o questionamento e se direcionando a Atena. No turno 2, Atena responde a Apolo com outro questionamento, e isso segue do turno 4 ao 7, cada um fala refutando e, posteriormente, nos turnos 9 e 10, chegam a um consenso. É possível afirmar que, a partir dessa ideia, surge a ação do NDP, partindo de trocas discursivas, construindo aprendizagem (VYGOTSKY, 2007).

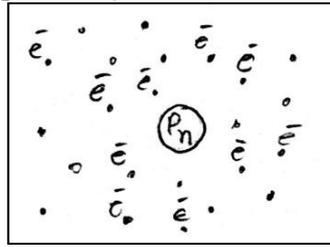
Quadro 9: Diálogo de Atena e Apolo acerca da primeira questão.

Turno	Participante	Fala
1	Apolo	O que é átomo? Tu lembra? São partículas muito pequenas, maciças e divisíveis.
2	Atena	Maciças?
3	Apolo	Não são não? Partículas muito pequenas e divisíveis?
4	Atena	É, partículas subatômicas pequenas e... Subatômicas é pequenas né?
5	Apolo	Subatômicas? Não, mais tipo, tá perguntando o que é átomo, ai o átomo é uma partícula subatômica?
6	Atena	A gente tinha colocado pequenas partículas subatômicas e divisíveis
7	Apolo	A gente colocou subatômicas?
8	Atena	A gente colocou, no segundo eu acho, mas bota ai como tu quiser.
9	Apolo	No segundo foi? Lembro não, é porque tipo, pergunta o que é átomo ai a gente fala uma palavra como subatômica, ai fica, sei lá, é... São partículas...
10	Atena	Pequenas e divisíveis, só isso?
11	Apolo	Hum... Humm...

Fonte: Própria.

A segunda questão, aqui representada pela Figura 24, nos trouxe a demonstração de como os estudantes acreditavam ser o formato de um átomo. Ao analisar a imagem, observamos um núcleo com prótons e nêutrons, sendo menor que a nuvem eletrônica, onde os elétrons estão posicionados. A partir da imagem abaixo é possível afirmar que os alunos generalizaram tal conceito, visto que em sala nenhum modelo como esse foi proposto, podendo, assim, dizermos que esse nível de generalização pode ser considerado como avançado.

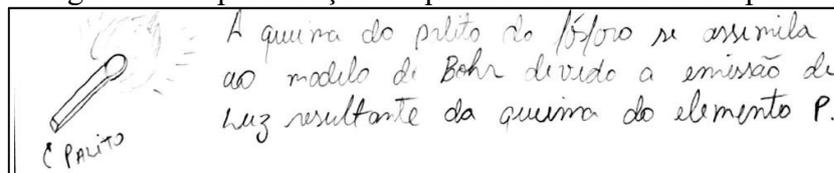
Figura 24: Representação de átomo de Atena e Apolo.



Fonte: Própria.

No que diz respeito ao quesito 3, que solicitava aos estudantes que explicassem um fenômeno de seu dia a dia usando um modelo atômico, conforme a Figura 25, eles disseram que a queima do fósforo emitia luz e seguia o modelo de Bohr. Porém sabemos que o fósforo não está na cabeça do palito e sim na caixa, o que contém na cabeça do palito é trissulfeto de antimônio, e sabe-se, também, que a queima do fósforo emite luz na coloração verde turquesa (WIKIPÉDIA, 2018). Baseando-se nessa ideia, podemos dizer que os discentes construíram um conceito implausível, tendo em vista que essa é uma proposição cientificamente incorreta.

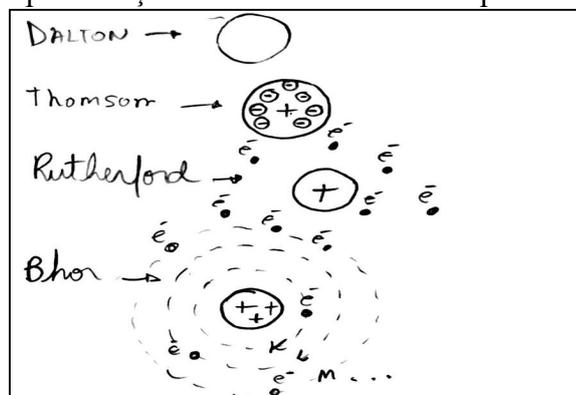
Figura 25: Representação da questão três de Atena e Apolo.



Fonte: Própria.

No que diz respeito ao quesito 4, os discentes reproduziram conforme visto no vídeo, reproduzindo os modelos de Dalton, Thomson e Bohr, apenas no de Rutherford conseguiram generalizar, se desprendendo totalmente do modelo do vídeo, conforme podemos observar na Figura 26.

Figura 26: Representação dos modelos atômicos para Atena e Apolo.



Fonte: Própria

#### 5.4 TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

Em virtude dos fatos mencionados em nossos resultados, percebe-se que a abstração conceitual é um fator importante para o desenvolvimento e aprendizagem, e tal abstração pode ser construída através de uma construção de ZDP, por intermédio da ação do NDP. Desse modo, os sujeitos da pesquisa aqui analisados se subdividem em dois grupos de formação, os de Ensino Fundamental e os de Ensino Superior. Conforme dito anteriormente, os estudantes de Ensino Fundamental tiveram contato com a química por meio da intervenção, e o nível de abstração desses estudantes pode se considerar mais elevado que os discentes de graduação, tomando como base no aporte teórico da pesquisa é possível justificar que a ação do NDP em crianças é maior que os de adolescente e adultos, isso pode ser justificado por uma ação mais ativa da imaginação.

Em relação a cada grupo individualmente, tanto o das crianças quanto aos adultos, pode-se construir níveis de abstração/generalização e implausibilidade, assim como a ação do NDP.

Desse modo, é satisfatório observar, ao longo das intervenções, as variações nos resultados, podendo se dizer que, em todos os encontros, obtivemos a ação do NDP, como o uso da generalização, implausibilidade através do looping imaginário, visto que a química é uma ciência inteiramente abstrata e o movimento da imaginação a encaminha para aprendizagem (ZITTOUN, 2016). Um outro fator importante proposto pelo trabalho foi o uso da modelagem, os alunos se desprenderam dos modelos propostos em sala e no vídeo, fazendo o uso da imaginação.

Portanto, os dados acima citados foram cruciais para afirmação inicial da pesquisa, é possível estender esses estudos ao nível médio, analisando turma a turma, e unir ao aporte teórico o papel da memória junto à imaginação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o presente trabalho se propôs a estudar como se dá o papel da imaginação no processo de modelagem em estudantes de diferentes perfis de formação educacional, verificando dentro da ZDP o momento da ação do NDP, fazendo o uso do looping imaginário proposto por Zittoun, para os momentos de abstração/generalização e implausibilidade conceitual, analisando também o ato de fazer o uso de modelos no seu processo de modelagem.

A partir dos dados analisados, identificamos que os estudantes de ambos os grupos conseguiram realizar a abstração/generalização e como também a construção de conceitos implausíveis em nível diferentes, como também a ação do NDP. Porém, observamos que os estudantes de ensino básico possuíram maior desempenho no que diz respeito a abstração conceitual.

Ao realizar as intervenções foi possível notar o engajamento dos discentes, e que em algumas questões eles sentiam dificuldades em interpretá-las e, até mesmo, de explicá-las cientificamente.

Em virtude dos fatos mencionados, concluímos que o presente trabalho alcançou seus objetivos planejados, observando o caminho do looping imaginário e a ação do NDP dentro da ZDP por intermédio da imaginação, reafirmando que a aprendizagem se dá a partir da interação social. O projeto aqui apresentado pode ser estendido para uma análise com base na memória e o ato de rememoração, que foi a proposta inicial do trabalho, podendo também ser comparado os níveis de Ensino Fundamental, Médio e Superior.

**REREFÊNCIAS**

- ARAGÃO, Maria José. **História da Química**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2008. p. 126-160.
- BECKER, F. 1993. **Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos**. Porto Alegre. Paixão de Aprender, n.5:18-23.
- BOULTER, C. J.; BUCKLEY, B. C. **Constructing a Typology of Models for Science Education**. In GILBERT, J.K; BOULTER, C. J. (EDS.). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, 2000.p41-57.
- COLE, M. & WERTSCH, J. (1996). **Beyond the Individual-Social Antimony in Discussions of Piaget and Vygotsky Human Development**, 39, 250-256.
- NETO, Ernesto. Biografia de Ernest Rutherford. 2017. Disponível em: [https://www.ebiografia.com/ernest\\_rutherford/](https://www.ebiografia.com/ernest_rutherford/). Acesso em 03 de jun. 2017.
- FARIAS, R.F. **Para gostar de ler a história da química II**. Campinas-SP: Editora átomo,2004. 2ª impressão, 2007. p.17-40.
- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. **Modelagem e o “Fazer Ciência”**. Química Nova na Escola, n. 28, p. 32-36, 2008.
- FRANCOEUR, E. **The Forgotten Tool: The Design and Use of Molecular Models**. *Social Studies of Science*, 27,7-40,1997.
- FINO, C. N. 2001.**Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas**. *Revista Portuguesa de Educação*, vol 14, nº 2, pp. 273-291.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J.; ELMER, R. **Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education**. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. (Eds.). *Developing Models in Science Education* Dordrecht: Kluwer, 2000. p3-17.

GIUSTA, A. da S. 1985. **Concepções de Aprendizagem e Práticas Pedagógicas**. In: Educ.Rev. Belo Horizonte,v.1: 24-31.

HODSON, D. **In search of a meaning relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education**. International Journal of Science Education, London, 14,5, 541-562,1992.

HILPPÖ, J.; RAJALA, A.; ZITTOUN, T.; KUMPULAINEN, K.; LIPPONEN, L. (2016). **Interactive dynamics of imagination in a science classroom**. Frontline Learning Research. Vol.4 No. 4, 20 – 29, 2016.

LOPES, Cesar Valmor Machado. Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica a introdução a física quântica. **Tese de Doutorado**. PUC-SP. São Paulo. 2009.

JUSTI, R. **Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos**. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. 1 ed. Ijuí-RS: Editora Unijuí, 2010, v. 1, p. 210-229.

JUSTI, R; GILBERT, J. K. Modelling, teachers views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. International Journal of Science Education, London,24,4, p. 369-387, 2002.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. **Teachers views on the nature of models**. International Journal of Science Education, London, 25,11, p. 1369-1.386, 2003.

MELZER, E. E. M.; AIRES, J. A. A. A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, Paraná, v.11 n. 22, 2015**.

MORRISON, M.; MORGAN, M.S. **Models as mediating instruments**. In: MORGAN, M.S.; MORRISON, M (Eds.). Models as mediators. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. P 10-37.

NEVES. R. DE A.; DAMIANI. M. F. **Vygotsky e as teorias da aprendizagem**. UNIrevista, Pelotas, Vol.1 nº2, Abr 2006.

PALLATIERI, M; GRANDO, R. C. **A importância da videogravação enquanto instrumento de registro para o professor do pensamento matemático de crianças pequenas.** Horizontes, São Francisco, v. 21, n. 2, p. 21-29, jul./dez. 2010. PEIRCE, C. S. *Semiótica.* 2005. Editora Perspectiva, São Paulo, 2005.

SILVA, J.R.R.T. **Memória e Aprendizagem:** construção de significados sobre o conceito de substância química. 2018. 225 f. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) - Curso de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, J. L. P. B., CUNHA, M. B. de M. 2008. **Para Compreender o Modelo Atômico Quântico. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química.** Curitiba. Jul. 2008

VAN DER VEER; M. FERRARI (Eds.), **The Cambridge Handbook of Cultural-Historical Psychology** (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 148-174). Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

VALSINER, J. **Culture in minds and societies. Foundations of Cultural Psychology,** Sage Publications India Pvt. Ltd., New Delhi 430 pp. 2007.

VALSINER, J. Constructing the vanish present between the future and the past. **Infancia y Aprendizaje,** 34, 2, 141-150, 2009.

VALSINER, J.; *Fundamentos da psicologia cultural: Mundos da mente, mundos da vida* Porto Alegre: Artmed. (2012).

VIANA, H. E. B. A Construção Atômica da Teoria de Dalton como Estudo de Caso – e algumas reflexões para o ensino de química. **Dissertação de Mestrado.** FE-USP. São Paulo. 2007.

VOSNIADOU, S. **Mental Models in Conceptual Development.** In: MAGNANI, L.; NERSESSIAN, N.J. (Eds.) *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values.* New York: Kluwer Academic and Plenum Publishers, 2002. P. 353-368.

VYGOTSKY, L.; **A formação social da mente: O desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores**. 2.Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOSTKY, L. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

VALSINER, J. **The Guided Mind**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998.

VYGOTSKY, L. S. 1978. **Mind in Society – The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge MA: Harvard University Press.

PALLATIERI, M; GRANDO, R. **C.A importância da vídeo gravação enquanto instrumento de registro para o professor do pensamento matemático de crianças pequenas**. Horizontes, São Francisco, v. 21, n. 2, p. 21-29, jul./dez. 2010. PEIRCE, C. S. **Semiótica**. 2005. Editora Perspectiva, São Paulo, 2005.

WERTSCH, J. V. Introdução. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. **Estudos sobre a história do comportamento: o macaco, o primitivo e a criança**. Porto Alegre: Artmed, 1996. p. 9-13.

ZITTOUN, T.; VALSINER, J.; VEDELER, D.; SALGADO, J.; GONÇALVES, M.; FERRING, D. **Melodies of living: Developmental science of human life course**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

ZITTOUN, T. Fantasy and imagination – from psychoanalysis to cultural psychology. In: Wagoner, B.; Luna, I. B.; Awad, S. H. (Eds) **The Psychology of Imagination:: History, Theory and New Research Horizons**. Information Age Publishing, Inc. 2016.

## APÊNDICES A - TRANSCRIÇÕES

### 1º encontro – Ártemis e Hera – Dia 21/09

Ártemis: Primeiro tem que colocar o nome. Níveis de formações, eu esqueci de perguntar isso pra ela.

Hera: Eu não sei o que é, mas, deixa eu vê, eu acho que é fundamental alguma coisa?

Ártemis: A gente pergunta pra ela depois

Hera: Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo.

Ártemis [01:00 min]: Um círculo né

Hera: É...

Ártemis: Porque até agora o que a gente viu foi um círculo.

Hera: Eu acho que eu vou colocar o jeito que você acha que você acha que é, e o jeito que eu acho que é.

Ártemis [01:12 min]: Certo, eu acho que tipo assim, não é um círculo totalmente perfeito, eu acho que é um círculo meio deformado

Hera: Assim né?

Ártemis: É.

Hera: Ok.

Ártemis: Eu acho que é meio assim...

Hera: Eu acho que é meio assim...

Ártemis: Ah tem que desenhar essas “coisinhas”

Hera: Não sei, eu to mostrando como eu acho que é. Acho que talvez seja assim.

Ártemis: É, pode ser que seja assim, com uns circulares

Hera: Tipo um sistema solar.

Ártemis: É.

Hera: Talvez seja assim mesmo. Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia, expresse em escrita ou desenho. Ok... um modelo atômico... Será que é tipo algum objeto do nosso dia a dia?

Ártemis [02:53]: É porque tipo, um fenômeno é algo do nosso meio.

Hera: Algo do nosso dia a dia.

Ártemis [02:57]: Sei lá, acho que um lápis.

Hera: É. Você acha que é um lápis mesmo?

Ártemis: Também.

Hera: [03:17] é, um lápis é mais apropriado. [03:18] eu acho que o lápis deve ter... Será que é diferente essas coisas tipo no lápis tem um diferente desse, já na borracha tem o outro, no estojo tem o outro.

Ártemis: Acho que não.

Hera: Acho que é a mesma coisa.

Ártemis [03:34]: Eu também acho, porque tipo um átomo ele deve ser tipo vários... iguais, meio que uma família.

Hera [03:42]: É iguais só que lugares diferentes.

Ártemis: É.

Hera: Então deve ser assim mesmo. (...) Pronto

Hera: Reproduza a forma que você lembra dos modelos atômicos apresentados. Ok, tem o de... Rutherford, eu acho que é assim o nome dele, ai tem o de...

Hera: “Dalvin”. “ ”

Hera: É, o de “Dalvin”. “Dalvin” foi o primeiro?

Ártemis: Foi.

Hera: O de Dalvin que era uma bola, e o de “Boust”, que é...

Ártemis: Que é aquele que é a folha de ouro.

Hera: É. Não. A folha de ouro eu acho que é o de Rutherford.

Ártemis: É.

Hera: Boust é o aluno do Rutherford, eu acho. O dele era tipo esse, só que uns coisinhas assim, assim e assim.

Hera: Mas separados.

Ártemis: Eu acho que é assim.

Hera: E acabou que eu não lembro o nome do outro. Qual o nome do outro mesmo? “Dalvin”, Rutherford, Bohr... Foi o segundo que teve, eu me lembro de como era que ele achava que era.

Ártemis: Desenha que talvez a gente tenta lembrar, eu acho que era alguma coisa com “A”.

Hera: Não, sei não.

Ártemis: É também não lembro.

Hera: Vou colocar um ponto de interrogação.

Ártemis: É.

Hera: O que é o átomo? O átomo é o que forma a matéria.

Ártemis: É.

Hera: Quer escrever isso daí?

Ártemis: Pronto.

Hera: Acho que terminamos né.

## 2º encontro – Ártemis e Hera – Dia 28/09

Ártemis: A gente pode fazer do mesmo jeito do outro né? Cada um coloca sua representação?

Hera: Hum, hum!

Hera: Aí aqui você coloca 6º, porque você num é do 6º ano?

Ártemis: É.

Hera: O que é o átomo? O átomo é o que constitui a matéria.

Ártemis: É! É o que faz parte da matéria, e que ocupa um lugar.

Hera: É.

Hera: Quer escrever aqui?

Ártemis: Tu escreve!

Ártemis: Represente através de um desenho como que você acha que é um formato de um átomo.

Ártemis: Vou colocar aqui tá?

Hera: Hum, Hum.

Ártemis: Eu acho que é assim, mais arrumadinho.

Hera: Eu acho que é assim, esse aqui é o núcleo cheio de mais, e em volta fica os menos.

Ártemis: Eu acho que esse teu está mais certinho, que o meu.

Hera: Só não tem esse mais que tá escrito nem esse menos, é só para representar mesmo.

Ártemis: Hum, Hum.

Ártemis: Use um modelo atômico para explicar um fenômeno do seu dia a dia.

Ártemis: No passado a gente colocou um lápis.

Hera: Alguma coisa que tenha átomo.

Ártemis: No passado a gente colocou um lápis, bora colocar um celular?

Hera: Hum, Hum.

Hera: Reproduza da forma que você lembra dos modelos atômicos apresentados.

Hera: Dalton, Thonpsom....

Ártemis: Rutherford...

Hera: eeeeeeeee.....

Ártemis: A gente sempre esquece um!

Hera: Bohr!!!!!!!

Hera: O de Dalton foi só uma bola

Ártemis: Só uma bola

Hera: O de Rutherford era bola com os menos...

Ártemis: É uns menos e uns mais.

Hera: É bom que quando chegarmos no oitavo já saberemos disso!

Ártemis: Vou colocar assim. Dessa vez fizemos mais rápido.

Hera: O de Thompson era o da folha de ouro tipo um sistema solar

Ártemis: É!

Hera: Que o núcleo era mais, e todo o resto menos.

Ártemis: Falta o de Bohr.

Ártemis: Ele era assim...

Hera: Era assim?

Ártemis: Assim?

Hera: Sim

Ártemis: Pronto terminamos.

### **3º encontro – Ártemis e Hera – Dia 04/10**

Ártemis: Pronto, o que é um átomo?

Hera: Um átomo faz parte da matéria.

Ártemis: É. Mas você quer responder e eu desenho ou eu respondo e você desenha?

Hera: Tanto faz.

Ártemis: Represente através de um desenho como você acha que é um átomo. De novo... Tem a bolinha aqui no meio que é o núcleo, eu acho que é assim, e assim. Pronto.

Hera: Eu tenho aqui, eu acho que tipo assim... É assim, aqui esse assim. Ai tipo é assim, só que tem os círculos também. Desenhar uns negócios. Isso. Pronto. Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia.

Ártemis: Vamos fazer assim, eu faço um desse lado e você faz do outro, que nem a gente fez aqui.

Hera: Tá.

Ártemis: Eu vou fazer... Um lápis de novo, não vou desenhar uma caneta. Pronto.

Hera: Eu vou fazer uma borracha. E vai assim mesmo.

Ártemis: Represente a forma que você lembra dos modelos atômicos apresentados. Você faz ou eu faço?

Hera: Tanto faz.

Ártemis: Modelo de Dalton que foi rígida, maciça, e um círculo... É um círculo. Ai teve Thomson que foi um círculo também, mas não era maciça.

Hera: É, tinha... tinha

Ártemis: Os elétrons negativos.

Hera: É os elétrons negativos.

Ártemis: E o resto era tudo positivo. Ai teve Rutherford que era um núcleo...

Hera: E vários círculos.

Ártemis: Vários elétrons negativos.

Hera: Círculos, elétrons, dá no mesmo.

Ártemis: E agora teve o de Bohr, que era um núcleo...

Hera: Tinha elétrons nas camadas.

Ártemis: É, eu não vou fazer até a letra Q, porque se não ia levar quase tudo aqui.

Hera: É.

Ártemis: Pronto.

Hera: Pronto.

### **1º Encontro – Dupla 3 – Atena e Apolo**

Atena: Foi.

Apolo: É, o que é átomo.

Atena: Átomo? Calma...

Apolo: Átomo é... é a menor parte de uma partícula não?

Atena: Matéria.

Apolo: Menor parte da matéria que possui um núcleo e elétrons orbitando em seu núcleo.

Atena: Eu acho que tipo, a gente tem que responder o que é átomo mas não falar algum modelo, então tipo seria só menor parte da matéria. Seria só menor parte da matéria

Apolo: Menor partícula, sem citar os modelos né?

Atena: É, e divisível.

Apolo: Porque tipo se a gente falar citando os modelos vai ser... é como se a gente tivesse tirando a base no que o pessoal fala, mas... Não, perai, mas tem que citar o modelo bicho.

Atena: Tem não.

Apolo: Tem não?

Atena: Não.

Apolo: Então deixa eu escrever, bota a menor parte da matéria né?

Atena: Uhum.

Apolo: Represente através de um desenho o que você acha...

Atena: Por que tu não coloca “partícula que constitui a menor parte da matéria e é divisível”.

Apolo: É divisível?

Atena: É, Dalton dizia que não era, mas a gente não descobriu que era.

Apolo: Partícula que constitui né?

Atena: É. (...) A menor porção da matéria.

Apolo: Porção?

Atena: Porção ou parte, sei lá, tanto faz.

Apolo: Parte é mais bonitinho, porção lembra comida. Pronto. E é divisível né? Dois, represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo. Ai no caso a gente não pode utilizar os modelos?

Atena: Sei lá, eu não usaria porque é nossa representação, tipo eu acho que é... Eu desenho ou tu desenha?

Apolo: Tu é que sabe, pra mim tanto faz.

Atena: Tome, eu te mostro como eu acho que é e tu me mostra como tu acha que é.

Apolo: Eu acho que é uma bolinha bicho.

Atena: Como a de Dalton?

Apolo [02:48]: É, uma bolinha assim, com um pitocos assim... Não se tipo é, uma partícula né, eu acho que é uma bolinha mesmo. Podia ser um triangulo, um quadrado, sei lá... uma bolinha pequena.

Atena: Maciça?

Apolo: É, num sei.

Atena [03:22]: Eu acho que tipo tem o núcleo com os prótons e os nêutrons, ai tem tipo, muito espaço vazio e os elétrons, eu acho que é assim. Porque tipo, isso aqui, esse negócio aqui é uma representação artística. Isso aqui eu acho que não existe, sei lá.

Apolo: Que os elétrons ficam orbitando...

Atena: Mas é bonitinho né?

Apolo: é, bem bonitinho. Hum, por mim tanto faz, anota esse teu desenho ai então. A ponta desse lápis tem a pior ponta.

Atena: A carga no nêutron a gente coloca como?

Apolo: Nêutron. Não bota carga, bota um “n”.

Atena: Mais e “n”.

Apolo: Hum?

Atena: Coloca um “mais” pra prótons e um “n” né?

Apolo: Pode colocar um “P” também, sei lá. Porque tipo como tu vai tá usando um “n” melhor usar letra em tudinho. Ou podia representar assim, mais um n, ou não, fica estranho.

Atena: Mas aqui é o elétron né, será que ela vai entender? Ficou bem grande.

Apolo: Eu acho que sim. Ai tu bota uma setinha, na bolinha uma setinha assim, não, mas ela sabe o que é elétron... Beleza. Agora é, é o cavernoso.

Atena: Pula essa, bora pro próximo.

Apolo: Essa tá lasca.

Atena: Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.

Apolo: Ele quer que a gente faça o de cada um né?

Atena: Uhum.

Apolo: Dalton é a bolinha, ai tem Thomson que é a bolinha com os negócios dentro.

Atena: Ai antes de Thomson ela falou de outro que eu não lembro.

Apolo: “Struck?”

Atena: Struck?

Apolo: Não, struck não.

Atena: Acho que era Eugini, não Eugini era antes de Rutherford.

Apolo: Não, Eugini foi depois, depois de Thomson. Era que ele fez o pitoquinho lá que o doido pegou pra fazer a experiência. Que ele descobriu... era Struck doida, era alguma coisa com dois “o”. Struck... Srike... Era alguma coisa, que ele fez o negócio lá e o Thomson pegou pra descobrir, eu esqueci o nome dele. Mas tipo, é o que você lembra tá ligado?

Atena: Hum.

Apolo: Dalton, ai depois veio Thomson...

Atena: Vou deixar um espaço, vai que a gente lembre.

Apolo: Uhum. Thomson...

Atena: Foi o quê que descobriu aquele cara?

Apolo: Que cara?

Atena: O que veio antes de Thomson.

Apolo: Que ele criou...

Atena: Ahhh, foi Crookes!

Apolo: Crookes?

Atena: A ampola.

Apolo: É, o ai, tá vendo, dois “o”, tá vendo, Crookes...

Atena: Sim, ele descobriu...

Apolo: Ele descobriu através, é, de um... Cara, o nome do negócio eu não lembro não bicho.

Atena: Ele descobriu que tinha carga negativa não foi?

Apolo: Ele descobriu que tinha...

Atena: Mas, ele não associou nada ao átomo, eu acho.

Apolo: Não, ele botou tipo uns fiozinhos assim...

Atena: Foi, a ampola.

Apolo: Ai aqui era o cátodo, e...

Atena: A ampola né, mas tipo acho que não vai entrar aqui porque é só os modelos atômicos. Então vai, pula... Thomson.

Apolo: É, então bota só Dalton, Thomson e...

Atena: Thomson foi...

Apolo: Do pudim de passas.

Atena: Pudim de passas...

Apolo: Desenha o pudim aqui do lado.

Atena: Melhor tu fazer.

Apolo: Uma bola assim, com os negócios, os prótons e os nêutrons né? Ou era só os prótons?

Atena: Não, só os prótons.

Apolo: Só os prótons.

Atena: Hum, era uma massa positiva, com... com elétrons encrustados. Então tipo... deixa eu apagar.

Apolo: Com elétrons encrustados?

Atena: Uhum, lembra que a massa toda é positiva, tipo assim, e aqui tem elétrons. Foi.

Apolo: Ah, a massa aqui do meio né, do centro né?

Atena: Uhum.

Apolo: Beleza. Thomson, ai veio Rutherford num foi? Depois de Thomson ou não?

Atena: Uhum.

Apolo: Foi Rutherford. (...) Rutherford ele descobriu que, é...

Atena: A órbita não foi? ... Foi.

Apolo: Não, as orbitas quem descobriu foi Bohr não?

Atena: Ele não descobriu as órbitas e Bohr descobriu os níveis?

Apolo: Ah, os níveis das órbitas não foi?

Atena: Uhum.

Apolo: No caso, ele notou lá, aquele experimento da folha de ouro, ai viu que alguns tavam...

Atena: E os nêutrons também não foi? E espaço vazio. Ele descobriu muita coisa.

Apolo: Pode fazer esse ai que tu falasse, pode ficar à vontade.

Atena: Botar prótons e nêutrons também. (...) Agora aqui tem uma coisa, ele descobriu as órbitas, mas ele não falou como eram essas órbitas, ele não disse se era elíptica, circular...

Apolo: Mas, órbita, pelo próprio nome você não já assimila não? Não podia ser uma órbita quadrada né? Ou triangular. Uma órbita é uma órbita. Se tá orbitando... Se assimilava aos planetas né? Anny num disse e tal?

Atena: É! Modelo tipo planetário.

Apolo: Uhum.

Atena: Tá bom.

Apolo: Descoberta das órbitas, ai veio Bohr. Deixa eu ver como se escreve Bohr aqui, a gente pode filar né?

Atena: "hr".

Apolo: Bohr descobriu os níveis das órbitas. (...) Bota aqueles negocionhos né "k, l, m".

Atena: Não. Vai botar todos? Botar uns pontinhos, o, p, q, tão aqui.

Apolo: Fechou?

Atena: Fechou.

Apolo: Agora falta só o segundo, o mais difícil.

Atena: Tá poxa...

Apolo: Use algum modelo para explicar algum fenômeno do seu dia a dia.

Atena: Hum... Fica mais fácil porque a gente já desenhou ai lembra eles.

Apolo: Mas o que eu consigo assimilar é o pudim, porque já é um pudim mesmo, ou um bolo com passas, sei lá, assimilava ao modelo de Thomson.

Atena: Acho que tipo, um fenômeno, é como ela falou, é... os fogos de artifício. Pensa em algum ai

Apolo: É, justo, fogos de artifício é o modelo de Bohr né, dos elétrons pulando as camadas. É... pode colocar os fogos de artifício não?

Atena: Acho que não.

Apolo: Pô bicho, é complicado né.

Atena: As crianças responderam em 7 minutos.

Apolo: Foi triste.

Atena: Triste.

Apolo: Tipo, jogar sinuca é um evento do nosso cotidiano como o modelo de Dalton.

Atena: Lembra né?

Apolo: Pô os fogos de artifício mesmo cara, foi o que ela mostrou. Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia.

Atena: Fogo...

Apolo: O fogo?

Atena: Tem nada haver né?

Apolo: Com modelos atômicos?

Atena: Pensei em chamas de novo.

Apolo: Modelo atômico...

Atena: Sei lá, não sei se televisão...

Apolo: Fenômeno do seu dia a dia

Atena: Televisão tem a ver com raios né?

Apolo: Mas tipo pra gerar as cores da televisão taria queimando elemento é?

Atena: Hum, acho que não.

Apolo: Po eu falaria dos fogos, porque a gente arrumar outro exemplo assim acho meio complicado. Eu mesmo não tenho nada em mente não, fazer um bolo lembra Thomson. Rutherford... Difícil viu assimilar essas coisas a vida do caba, a gente já tá a vinte minutos aqui.

Atena: Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia.

Apolo: Algum fenômeno do seu dia a dia... (...) Que pergunta é essa bicho?

Atena: Legal é que a pessoa não lembra nem o que faz no dia a dia. Droga... Fala fenômenos do dia a dia, depois a gente vai associando.

Apolo: Acordar, dormir, chorar, comer, andar, escovar os dentes...

Atena: Comer é massa! Porque você mastiga, você tá, sei lá, destruindo a matéria, tornando ela pequena.

Apolo: Fracionando a matéria né?

Atena: É. Mas, sei se se aplica.

Apolo: Mas que modelo atômico?

Atena: É, que modelo? Ai é que tá, que modelo? Acho que de Rutherford, porque ele dividiu o átomo, ele disse que o átomo se dividia em partículas, prótons, nêutrons... Faz sentido?

Apolo: Hum...

Atena: Faz né?

Apolo: Faz...

Atena: Um sentido bem distante, mas faz. Bota esse?

Apolo: Bota, desenha uma boca ai, uma língua, um pessoal comendo, mastigando... Não, melhor tu escrever né? É... faz um sentidozinho sim, tem uma matéria, ai você vai e mastiga aquele alimento e vai dividindo, fracionando a matéria.

Atena: É.

Apolo: Esse terceiro tava difícil.

Atena: Tava. É que a gente não tava pensando.

Apolo: Complicadíssimo esse terceiro, a nível de doutorado.

Atena: Pronto, vai ser um hambúrguer.

Apolo: Pronto, ai bota...

Atena: Explicar né?

Apolo: Isso aqui representa uma... a matéria, e na mastigação representa a divisão e fracionamento da matéria.

Atena: É! (...) Esqueci o que tu falou.

Apolo: Na mastigação né... A mastigação representa o fracionamento dessa matéria e se assimila ao modelo de Rutherford...

Atena: Calma. A mastigação...

Apolo: Eu esqueci.

Atena: Representa né?

Apolo: Representa o fracionamento dessa matéria. O fracionamento ou divisão dessa matéria né? (...) E se assemelha bastante ao modelo de Rutherford.

Atena: Será que era isso que ela queria?

Apolo: Sei não bicho mas... sei lá.

Atena: Em comparação aos fogos de artifício né?

Apolo: Eu tinha colocado os fogos.

Atena: Mas é porque eu não queria usar o mesmo, mas tá bom

Apolo: É, tá bom, chamo ela?

Atena: Perai, deixa eu ver se a gente não...

Apolo: Passas é com dois s né, ou é com um ç? É dois s.

Atena: É dois s. Modelo cujo o átomo era uma matéria divisível, não, era divisível.

Apolo: Era divisível.

Atena: Finish.

Apolo: Ou a gente botava um modelo cujo o átomo foi descoberto que era divisível, não mas tá bom, deixa assim mesmo. Tchau... dar pausa.

2º Encontro – Dupla 3 – Atena e Apolo

Atena: Foi.

Apolo: Novo. O que é átomo? São partículas muito pequenas e indivisíveis.

Atena: Uhum, bota subatômica. Indivisíveis? São divisíveis.

Apolo: Beleza, subatômicas...

Atena: E divisíveis.

Apolo: E divisíveis. (...) Represente através de um desenho como você acha que é um átomo. Daquele mesmo jeito né, a bolinha com elétrons.

Atena: Da outra vez, a gente tinha colocado o espaço vazio.

Apolo: Tu colocasse as bolinhas por cima não foi?

Atena: Foi. Não! Eu fiz um, vários pontinhos pra dizer que era o espaço vazio. (...) Tá uma bola bem grande.

Apolo: E isso é uma listra, não é um ponto não.

Atena: É porque o núcleo da gente tá bem maior que o núcleo todo né, e o núcleo é o menorzinho de todos, mas tá bom.

Apolo: Mas ela não percebe não.

Atena: Os elétrons agora, bota uns “e” aí.

Apolo: Bota o que?

Atena: Uns “ezinho”, e bota uns p, os prótons e nêutrons dentro. (...) Essa pula, bora pra quatro.

Apolo: Essa aqui é... Reproduza a forma dos modelos atômicos apresentados, Dalton é uma bolinha né? Botar só Dalton, ia colocar "John" mas não sei como se escreve John.

Atena: Ahh sim, John Dalton. Pensei: "Que John?".

Apolo: John Dalton. (...) Bolinha.

Atena: Thomson.

Apolo: Thomson. É "Thompson" ou "Thomson"?

Atena: Parece que não tem o "p" não, é Thomson, mas eu sempre falo "Thompson".

Apolo: Thomson, tá certo?

Atena: Uhum.

Apolo: Ai Thomson é a bolinha com o monte de elétrons no meio né?

Atena: É uma massinha positiva com os elétrons. É tá bom, bota um "positivo" ai.

Apolo: Esfera do dragão aqui.

Atena: Tá bom esse.

Apolo: "Beleza"

Atena: É...

Apolo: Thomson, deixa eu fazer uma bolinha aqui, pra ficar... Rutherford né?

Atena: É.

Apolo: Tinha outra também né? Que descobriu...

Atena: É Rutherford. Não é porque depois, depois de Thomson, não, antes de Thomson vem aquele da ampola de crookes.

Apolo: Crookes!

Atena: É, vem Crookes.

Apolo: Rutherford, tá certo né?

Atena: Uhum, o núcleo.

Apolo: O núcleo, pequeno né?

Atena: Uhum.

Apolo: E as bolas... Não, e as órbitas né?

Atena: E os elétronzinhos. Pronto.

Apolo: Sem órbita né?

Atena: É. (...) Ficou bonitinho.

Apolo: Mais aqui...

Atena: Bohr.

Apolo: Bohr.

Atena: "Bo... h... r". Não, acho que o r era antes.

Apolo: Isso é uns nomezinhos, num tem José, uns nome mais fácil né? (...) Assim?

Atena: Uhum.

Apolo: É, a bolinha.

Atena: É.

Apolo: Com os orbitais né?

Atena: É. Modelo planetário. (...) Bota os "ezinhos" agora.

Apolo: Uhum. Mais troncho...

Atena: É o terceiro?

Apolo: Bora botar o da comida mesmo?

Atena: Dá comida de novo?

Apolo: É... eu não pensei em nada bicho.

Atena: Também não.

Apolo: Pensei de nada, nada, nada. Desenhar um boneco aqui.

Atena: Acho que um “g”.

Apolo: Boneco da Marina Silva. “Gloria a Deux”.

Atena: Nariz parece aquela da bruxa do pica-pau não tem? To esquecida como é o nome dela.

Apolo: Da bruxonilda é? Não, das trigêmeas né?

Atena: Não, do pica-pau mesmo. Tem uma bruxo no pica-pau.

Apolo: Aquela do “e lá vamos nós” é?

Atena: É.

Apolo: Bota... comendo uma maçã. Ai tem que fazer os pedacinhos, a mordida, é isso.

Atena: Pronto. Acho que isso não tem nada haver sabe? Tipo, é uma coisa bem filosófica, mas... É só, como é que se chama?

Apolo: Na mastigação... ato de comer, virgula...

Atena: Analgia? Não era outro nome.

Apolo: Na mastigação... dividimos...

Atena: O ato de comer na mastigação dividimos?

Apolo: Tá estranho né?

Atena: Tá estranho, “o ato de comer na mastigação”.

Apolo: O ato de comer na mastigação é... é rajada. É...

Atena: A mastigação representa...

Apolo: A mastigação... representa...

Atena: De forma simbólica, sei lá. De maneira análoga, como diz Marta.

Apolo: De maneira análoga. De forma simbólica tá bonitinho. Simbólica... A divisão atômica?

Atena: É.

Apolo: Em pequenas partículas. A divisão da matéria em pequenas partículas.

Atena: Eita, arrazou.

Apolo: Divisão da matéria...

Atena: Em pequenas partículas. Finish. Tu tem 19 anos né?

Apolo: Uhum, em pequenas partículas... Ah tem que botar a idade, eu esqueci.

Atena: Eu coloquei.

Apolo: Novo?

Atena: Novo.

Apolo: Finish.

### **3º Encontro – Dupla 3 – Atena e Apolo**

Apolo: Vai botar isso mesmo?

Atena: É.

Apolo: Pronto, aqui estou mais um dia. Bora botar os nomes logo.

Atena: Vai no terceiro logo?

Apolo: Ai bota o fósforo mesmo né?

Atena: É, a queima de um palito de fósforo.

Apolo: Desenhar um fósforo aqui...

Atena: Ai fala que quando o fósforo é queimado emite luz.

Apolo: E se assimila...

Atena: Ao modelo de Bohr.

Apolo: Que fósforo é esse? Sangue de Jesus. Que que é isso véi...

Atena: Melhorou.... Tá bom, bota chamas.

Apolo: Perae, só to ajeitando aqui. Botar chama é?

Atena: Uhum. Assim...

Apolo: Beleza, quer botar?

Atena: Não. (...) Acho que foi a primeira vez que a gente respondeu certo, ou talvez esteja errado.

Apolo: Pelo menos tá diferente né?

Atena: É.

Apolo: É... boto "o acender"? O acender fica muito filosófico né?

Atena: A queima...

Apolo: A queima né?

Atena: A queima do palito de fósforo...

Apolo: Meu Deus, onde é que é o acento de fósforo, aqui no...

Atena: Fós-fo-ro, no primeiro "o".

Apolo: A queima do palito de fósforo é... se assimila ao salto quântico.

Atena: Se assimila ao modelo de Bohr.

Apolo: Pronto.

Atena: Devido a emissão de luz, resultante da queima do elemento fósforo.

Apolo: Bohr... assim "Bohr"?

Atena: Acho que o "h" é antes. Ou é depois? É assim mesmo, sei não, só sei escrevendo... É, é assim.

Apolo: O modelo atômico de Bohr, devido a emissão...

Atena: Não, se assemelha, ah é, já foi, já foi, já foi. Devido a emissão de luz resultante... Qual o símbolo do fósforo? Ah, é "P".

Apolo: Uhum, dá queima... não, de luz resultante né?

Atena: É, da queima do elemento, do elemento fósforo.

Apolo: Aquele negocinho vermelho em cima é...

Atena: Parece que não é fósforo né, é uma, uma mistura né?

Apolo: Bota só elemento né? A gente não precisa dizer qual é o elemento não, eles não precisam saber que a gente não sabe, tá ligada?

Atena: Pois bota fósforo mesmo.

Apolo: Bota do elemento fósforo?

Atena: É, fica incompleta, do elemento... Que elemento?

Apolo: Assim?

Atena: A queima do palito de fósforo se assimila... Ai vai falar do que tu tava me dizendo?

Apolo: Palito... Oi?

Atena: Do salto quântico num sei o que.

Apolo: Não, nem cabe mais. Pronto, o que é átomo? Tu lembra? São partículas muito pequenas, maciças e divisíveis.

Atena: Maciças?

Apolo: Não são não? Partículas muito pequenas e divisíveis?

Atena: É, partículas subatômicas pequenas e... Subatômicas é pequenas né?

Apolo: Subatômicas? Não, mais tipo, tá perguntando o que é átomo, aí o átomo é uma partícula subatômica?

Atena: A gente tinha colocado pequenas partículas subatômicas e divisíveis.

Apolo: A gente colocou subatômicas?

Atena: A gente colocou, no segundo eu acho, mas bota aí como tu quiser.

Apolo: No segundo foi? Lembro não, é porque tipo, pergunta o que é átomo aí a gente fala uma palavra como subatômica, aí fica, sei lá, é... São partículas...

Atena: Pequenas e divisíveis, só isso?

Apolo: Hum... Uhum.

Atena: Dois.

Apolo: Como você acha que é o formato de um átomo.

Atena: Um núcleo com prótons e nêutrons.

Apolo: Uhum... Não, prótons não, elétrons, como assim carga dos nêutrons, não tem.

Atena: É, coloca “p” e “n”.

Apolo: E um monte de elétrons né?

Atena: Não, coloca um monte de pontinho pra ser o espaço vazio e os elétrons, no espaço vazio.

Apolo: Pronto, e tá bom.

Atena: Uhum, faz mais pontinhos. (...) Tá bom.

Apolo: Represente a forma que você lembra dos modelos apresentados.

Atena: Dalton. Desenhou uma bola? Thomson, bota um “mais” dentro da bolinha e... opa! Na de Dalton não.

Apolo: Ah na de Thomson né?

Atena: É.

Apolo: Thomson... Mais e menos na verdade né?

Atena: Uhum, é porque o “mais” é grande né? Quis dizer que era a massa toda que era positiva, e os elétrons encrustados.

Apolo: Uhum.

Atena: Thomson... Rutherford, né?

Apolo: Isso. É. Agora Rutherford é um nomezinho né? Ruther... ford. (...) Aí, esse aí é como?

Atena: Com o núcleo positivo... é, ele descobriu o núcleo positivo...

Apolo: E os elétrons.

Atena: Aí os elétrons.

Apolo: Ele descobriu que os elétrons tavam orbitando, só que não descobriu, tipo esses níveis de energia né? Mas descobriu as órbitas também, dos elétrons não? Ou foi Bohr?

Atena: Não, se eu não me engano, ele só fala, ele só descobriu o núcleo positivo, mas ele concluía que os elétrons ficavam circundando...

Apolo: orbitando?

Atena: circundando esse núcleo, mas ele não fala de órbita, tipo ele num fala, só quem fala de órbita...

Apolo: Então coloca...

Atena e Apolo: É Bohr.

Atena: Bohr fala de órbita circular, ai depois vem a mecânica quântica e fala de órbita elíptica.

Apolo: To ligado, ai bota assim né?

Atena: Mas eu acho que ele não falou não. Esses pontinhos é o eletron?

Apolo: É.

Atena: É, tá bom.

Apolo: Assim num é?

Atena: De Bohr.

Apolo: Bohr... nome top.

Atena: Nome mais top é o de Rutherford.

Apolo: Eu to olhando se eu coloquei Bohr aqui, tá ligado, o de Bohr é... Mais bonitinho.

Atena: É.

Apolo: Aqui é tudo positivo né?

Atena: O que que é positivo? O núcleo?

Apolo: O núcleo. (...) É ou não?

Atena: Não sei se teve nêutrons já, acho que tem, mas não foi ele que descobriu não, eu acho.

Apolo: É, no vídeo não fala.

Atena: Foi outra pessoa, outro cientista.

Apolo: Então se for assim a gente tem que botar nêutron aqui, nêutron aqui, nêutron aqui...

Atena: É, então... deixa assim mesmo. Só que eu acho que o cara que descobriu os nêutrons foi antes dele. Eu acho né.

Apolo: Mas o embasamento que a gente tem é o vídeo não é?

Atena: Só que ai não foi nenhum desses quatro, eu acho também.

Apolo: Tá bom assim, eu acho que a gente nem se importou com isso nos outros.

Atena: Será que a gente colocou? Eu acho que a gente colocou.

Apolo: O nêutron?

Atena: Mas deixa assim mesmo.

Apolo: Quer que eu bote?

Atena: Não porque não tem certeza.

Apolo: Bota aqui... aqui...

Atena: Foi?

Apolo: Eu boto as camadas ou não? Não né?

Atena: Coloca algumas, k, l, m... (...) Bota os três pontinhos. Massa.

Apolo: Fechou?

Atena: Fechou.

Apolo: Botar o nome.

Atena: Foi.

Apolo: Finish.

**APÊNDICES B-INTERVÊÇÃO**

**Licencianda:** Anny Margaret Fernandes de Melo

**Orientador:** Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**Nível de Formação** \_\_\_\_\_

**Questionário Investigativo**

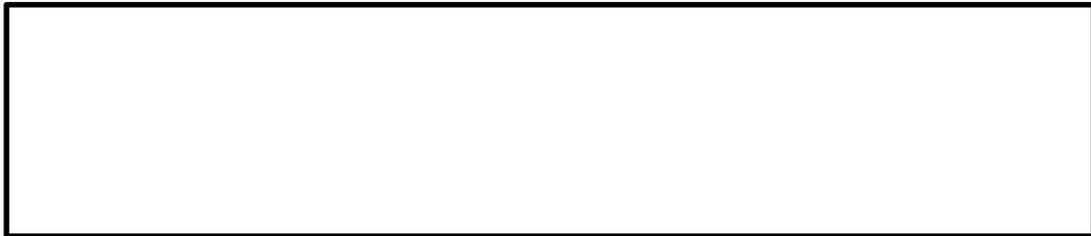
1- O que é átomo?

---

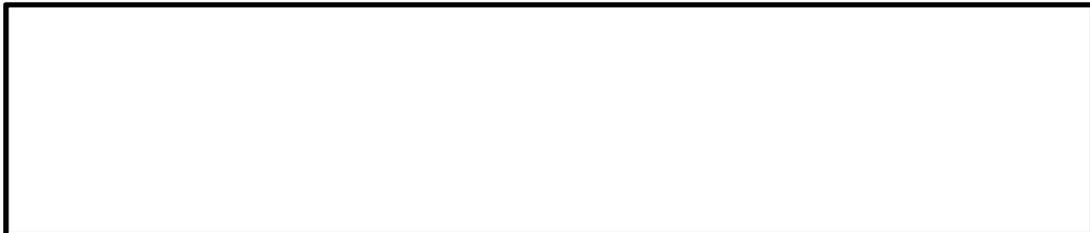
---

---

2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).



4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.



## APÊNDICES C- RESOLUÇÃO DOS GRUPOS

3º Dia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE - CAA  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

Campus  
AGRESTE

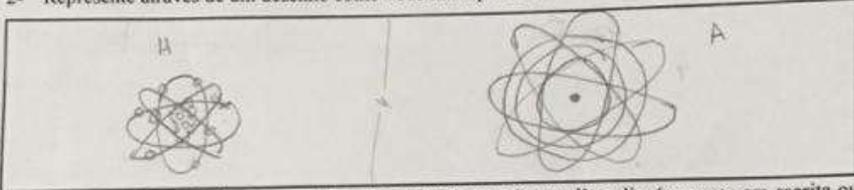
Licencianda: Anny Margaret Fernandes de Melo  
Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Nome: Mario Vitorio Cavalcanti Bezerra de Lima Idade: 12  
Nome: Anna Carla da S. Vasas Idade: 11  
Nível de Formação: 1º e 6º ano

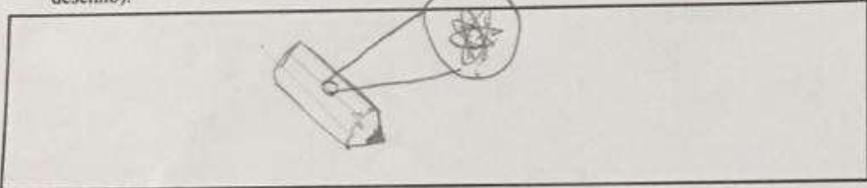
### Questionário Investigativo

1- O que é átomo?  
É que forma a matéria

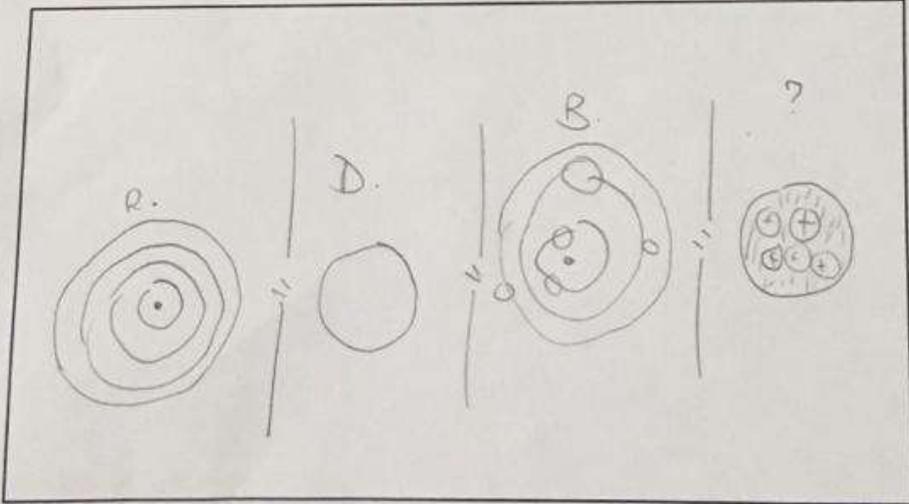
2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).



4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.



Esta sondagem faz parte de uma pesquisa relacionada ao Ensino de Modelos Atômicos na educação básica e superior. Os dados apresentados serão utilizados apenas com fins de pesquisa. A identificação dos participantes não serão explicitados na mesma. Obrigado pela sua participação.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE - CAA  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

2<sup>o</sup> DIA  
Campus  
AGRESTE

Licencianda: Anny Margaret Fernandes de Melo

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Nome: Maria Vitória Carvalho Bezerra de Lima

Idade: 12

Nome: Ana Carolina de S. Venas

Idade: 11

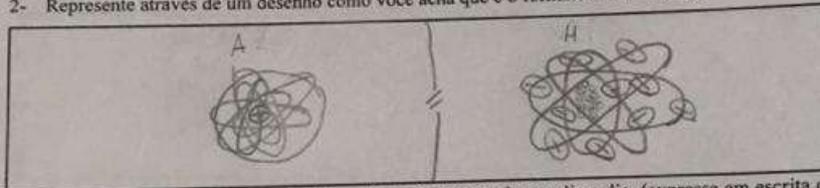
Nível de Formação: 7<sup>o</sup> / 6<sup>o</sup>

#### Questionário Investigativo

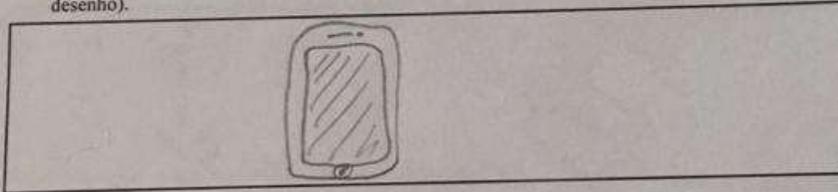
1- O que é átomo?

É o que constitui a matéria e ocupa um lugar.

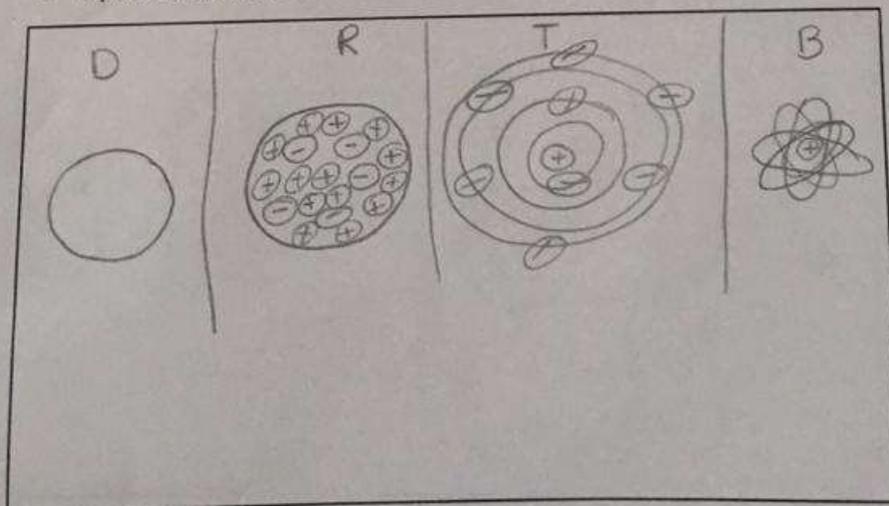
2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).



4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.



Esta sondagem faz parte de uma pesquisa relacionada ao Ensino de Modelos Atômicos na educação básica e superior. Os dados apresentados serão utilizados apenas com fins de pesquisa. A identificação dos participantes não serão explicitados na mesma. Obrigado pela sua participação.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE - CAA  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

2 dia

Campus  
AGRESTE

Licencianda: Anny Margaret Fernandes de Melo

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Nome: Ana Paula da S. Vascon Idade: 11

Nome: Maria Vitoria Cavalcanti Rezende de Lima Idade: 12

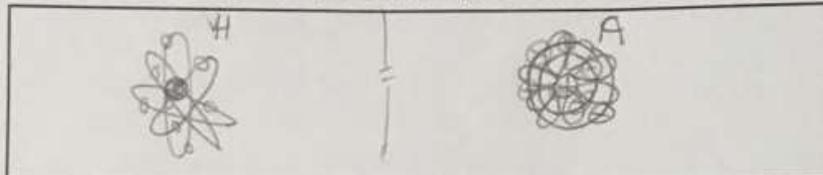
Nível de Formação 6:170

#### Questionário Investigativo

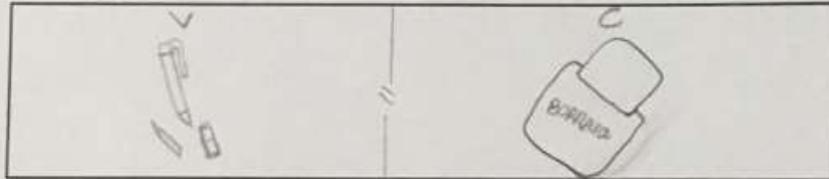
1- O que é átomo?

É que compõe a matéria.

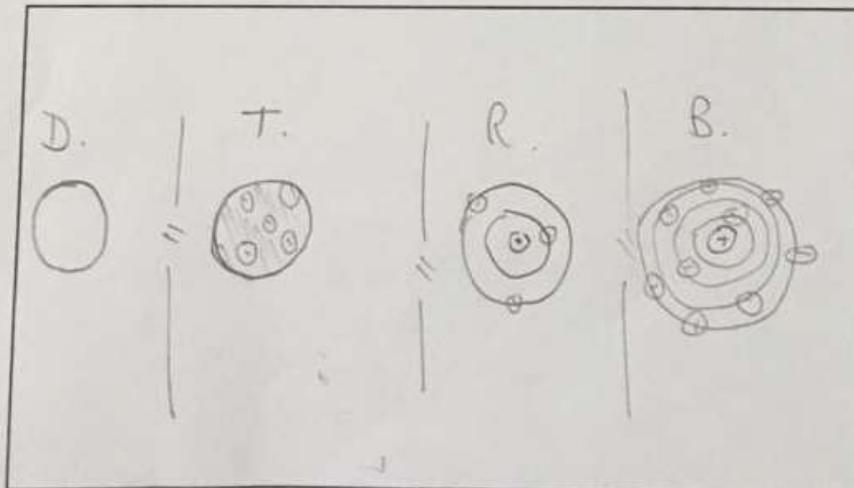
2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).



4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.



Esta sondagem faz parte de uma pesquisa relacionada ao Ensino de Modelos Atômicos na educação básica e superior. Os dados apresentados serão utilizados apenas com fins de pesquisa. A identificação dos participantes não serão explicitados na mesma. Obrigado pela sua participação.



1º DIA



Licencianda: Anny Margaret Fernandes de Melo

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Nome: Anny Margarete Fernandes de Melo

Idade: 19

Nome: Gabrielly Almeida

Idade: 13

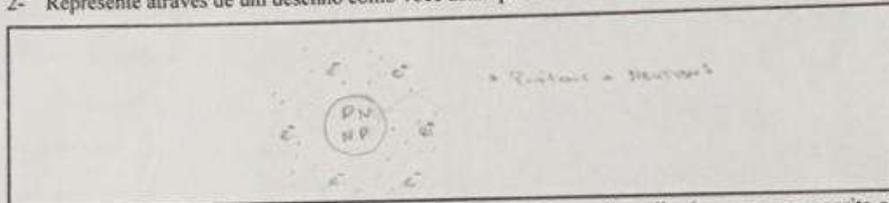
Nível de Formação: \_\_\_\_\_

Questionário Investigativo

1- O que é átomo?

Partícula que constitui a menor parte da matéria e é  
diversa

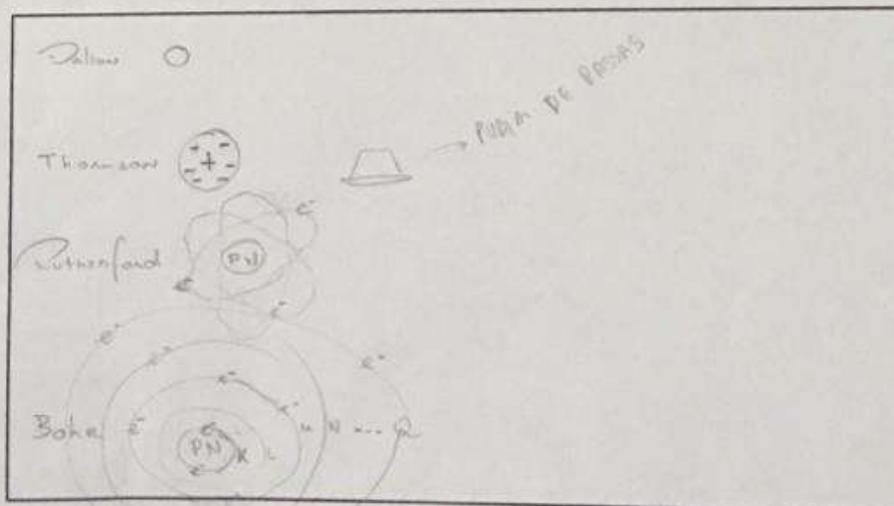
2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).

matéria →  A matéria apresenta o funcionamento dessa matéria, se assemelha ao modelo de Rutherford, um modelo cujo átomo era assim.

4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.





UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE - CAA  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

2º DIA

Campus  
AGRESTE

Licencianda: Anny Margaret Fernandes de Melo

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Nome: João Matheus Queiroz de A. Vitor

Idade: 19

Nome: João Gabriel Almeida de Lima

Idade: 19

Nível de Formação \_\_\_\_\_

### Questionário Investigativo

1- O que é átomo?

São partículas subatômicas e de matéria

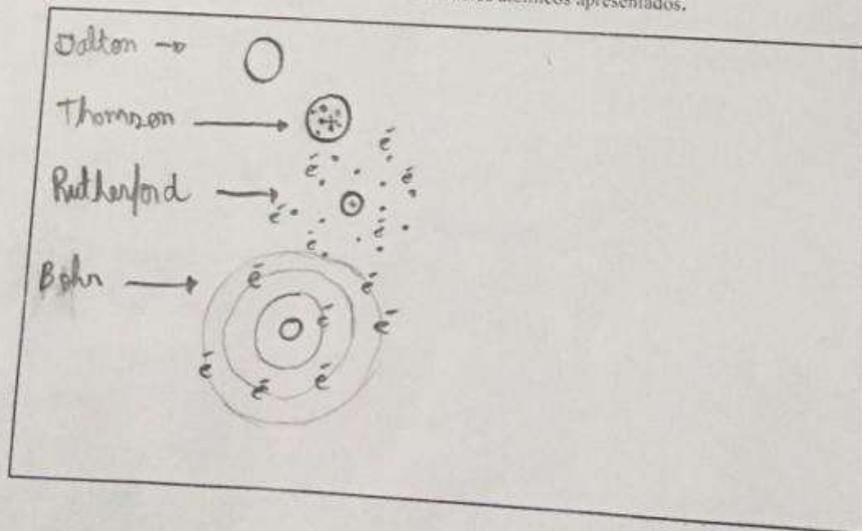
2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).



4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.



Esta sondagem faz parte de uma pesquisa relacionada ao Ensino de Modelos Atômicos na educação básica e superior. Os dados apresentados serão utilizados apenas com fins de pesquisa. A identificação dos participantes não serão explicitados na mesma. Obrigado pela sua participação.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE - CAA  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

DIA 3

Campus  
AGRESTE

Licencianda: Anny Margaret Fernandes de Melo

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Nome: João Roberto Ratis Tenório da Silva

Idade: 19

Nome: João Roberto Ratis Tenório da Silva

Idade: 19

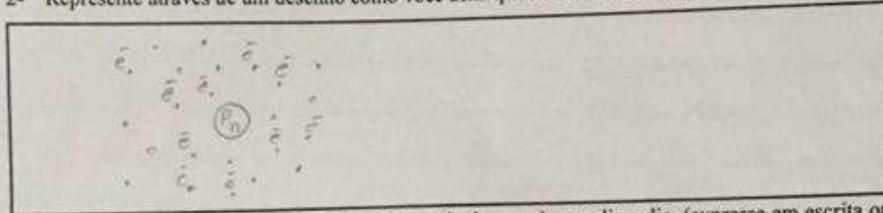
Nível de Formação \_\_\_\_\_

### Questionário Investigativo

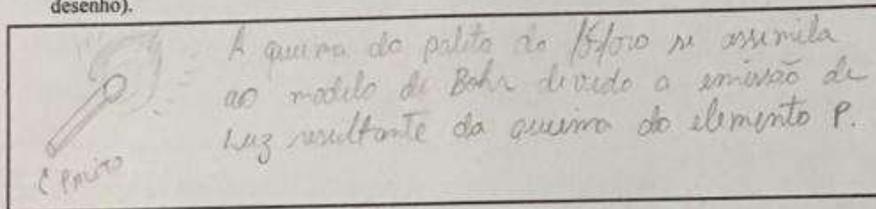
1- O que é átomo?

São partículas pequenas e indivisíveis.

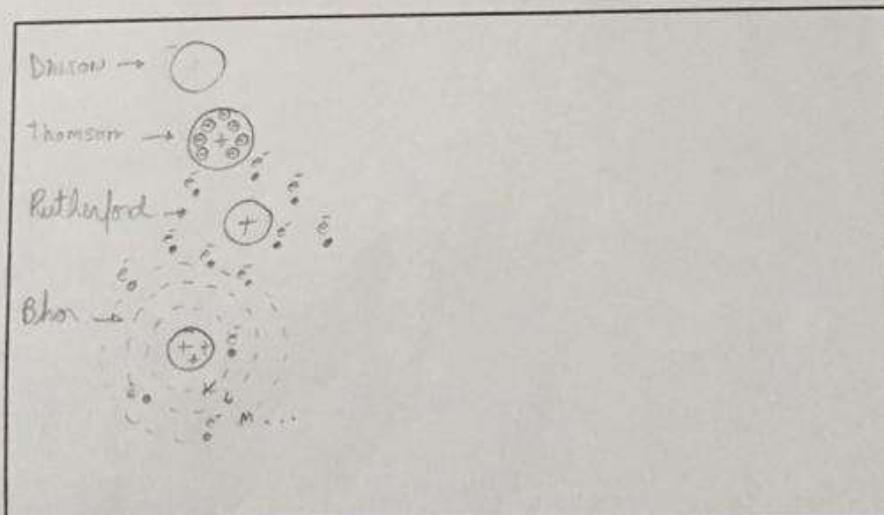
2- Represente através de um desenho como você acha que é o formato de um átomo?



3- Use um modelo atômico para explicar algum fenômeno do seu dia a dia. (expresse em escrita ou desenho).



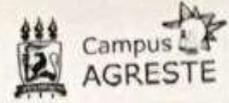
4- Reproduza da forma que você lembra os modelos atômicos apresentados.



## APÊNDICES D – TERMO DE CONCENTIMENTO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**Centro Acadêmico do Agreste**  
**Núcleo de Formação Docente**  
**Curso de Química - Licenciatura**



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) Luna Larla da S. Veiros para participar, como voluntário (a), da pesquisa **IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL**. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) **Anny Margaret Fernandes de Melo**, reside na Rua Rocha Pombo nº 103-APTO 101- Salgado, CEP:55.016-150, Telefone:81-99247-0509, e-mail:annymargarett@gmail.com, para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: e está sob a orientação de: **Prof., Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva**, Telefone: 81-99660-4544, e-mail joaoratistenorio@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

**Descrição da pesquisa:** OBJETIVO GERAL: Descrever o papel da imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo em participantes com diferentes faixas etárias. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Identificar momentos de generalização/abstração e implausibilidade na imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo; Observar a relação entre imaginação e a construção de significados a partir do processo de modelagem; Verificar como cada perfil de estudante compreende e possui o maior grau de abstração na compreensão do conceito de átomo.

**Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa:** Serão realizadas três intervenções, acontecerão com duração de no máximo 3hrs (cada), será realizada uma aula de explicação, em seguida um intervalo e por fim uma atividade escrita para registro de coleta de dados da mesma, com intervalo de uma semana em para cada intervenção, início por volta das 14:00hrs e término às 17:00hrs, os encontros acontecerão na "Banca de Estudos Construir", com autorização da responsável.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa gravações, fotos, filmagens, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e orientador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária.

Anny Margaret Fernandes de Melo  
Assinatura do pesquisador (a)

#### CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, Ana Beatriz X. da Silva, CPF \_\_\_\_\_, responsável por Luna Larla da S. Veiros, autorizo a sua participação no estudo **IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL**, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a interrupção de seu acompanhamento para mim ou para o (a) menor em questão.

Caruaru, 12/19/18

Assinatura do (da) responsável: Ana Beatriz X. da Silva  
Tel/Whatsapp: \_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
 Centro Acadêmico do Agreste  
 Núcleo de Formação Docente  
 Curso de Química - Licenciatura



Campus  
 AGRESTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
 (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) Maria Vitória Cavalcanti B. de Lima para participar, como voluntário (a), da pesquisa IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Anny Margaret Fernandes de Melo, reside na Rua Rocha Pombo nº 103-APTO 101- Salgado, CEP:55.016-150, Telefone:81-99247-0509, e-mail:anny margarett@gmail.com, para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: e está sob a orientação de: Prof., Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva, Telefone: 81-99660-4544, e-mail joaoratistenorio@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubricue as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

**Descrição da pesquisa:** OBJETIVO GERAL: Descrever o papel da imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo em participantes com diferentes faixas etárias. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Identificar momentos de generalização/abstração e implausibilidade na imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo; Observar a relação entre imaginação e a construção de significados a partir do processo de modelagem; Verificar como cada perfil de estudante compreende e possui o maior grau de abstração na compreensão do conceito de átomo.

**Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa:** Serão realizadas três intervenções, acontecerão com duração de no máximo 3hrs (cada), será realizada uma aula de explicação, em seguida um intervalo e por fim uma atividade escrita para registro de coleta de dados da mesma, com intervalo de uma semana em para cada intervenção, início por volta das 14:00hrs e término às 17:00hrs, os encontros acontecerão na "Banca de Estudos Construir", com autorização da responsável.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa gravações, fotos, filmagens, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e orientador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária.

Anny Margaret Fernandes de Melo  
 Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, Ardaya Maria Cavalcanti Bezerra, CPF 042.764.154-38 abaixo assinado, responsável por Maria Vitória Cavalcanti de Lima, autorizo a sua participação no estudo IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a interrupção de seu acompanhamento para mim ou para o (a) menor em questão.

Caruaru, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura do (da) responsável: Ardaya Maria Cavalcanti Bezerra  
 Tel/Whatsapp: 81 9 9610-7416



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
Centro Acadêmico do Agreste  
Núcleo de Formação Docente  
Curso de Química - Licenciatura



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) Cyara Gabrielly Almeida de Lima para participar, como voluntário (a), da pesquisa IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Anny Margaret Fernandes de Melo, reside na Rua Rocha Pombo nº 103-APTO 101- Salgado, CEP:55.016-150, Telefone:81-99247-0509, e-mail:annymargarett@gmail.com, para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: e está sob a orientação de: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva, Telefone: 81-99660-4544, e-mail joaratisstenorio@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA**

**Descrição da pesquisa:** OBJETIVO GERAL: Descrever o papel da imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo em participantes com diferentes faixas etárias. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Identificar momentos de generalização/abstração e implausibilidade na imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo; Observar a relação entre imaginação e a construção de significados a partir do processo de modelagem; Verificar como cada perfil de estudante compreende e possui o maior grau de abstração na compreensão do conceito de átomo.

**Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa:** Serão realizadas três intervenções, acontecerão com duração de no máximo 3hrs (cada), será realizada uma aula de explicação, em seguida um intervalo e por fim uma atividade escrita para registro de coleta de dados da mesma, com intervalo de uma semana em para cada intervenção, início por volta das 14:00hrs e término às 17:00hrs, os encontros acontecerão na "Banca de Estudos Construir", com autorização da responsável.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa gravações, fotos, filmagens, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e orientador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária.

Anny Margaret Fernandes de Melo  
Assinatura do pesquisador (a)

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO**

Eu, Cyara Gabrielly Almeida de Lima, CPF 10.391.574.10, abaixo assinado, responsável por Cyara Gabrielly Almeida de Lima, autorizo a sua participação no estudo IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a interrupção de seu acompanhamento para mim ou para o (a) menor em questão.

Caruaru, 27/09/18

Assinatura do (da) responsável: Cyara Gabrielly Almeida de Lima  
Tel/Whatsapp: \_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
 Centro Acadêmico do Agreste  
 Núcleo de Formação Docente  
 Curso de Química - Licenciatura



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
 (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) José Mateus Queiroz de Almeida Vasconcelos para participar, como voluntário (a), da pesquisa IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) **Anny Margaret Fernandes de Melo**, reside na Rua Rocha Pombo nº 103-APTO 101- Salgado, CEP:55.016-150, Telefone:81-99247-0509, e-mail:annymargarett@gmail.com, para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: e está sob a orientação de: **Prof., Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva**, Telefone: 81-99660-4544, e-mail jooratisstenorio@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA**

**Descrição da pesquisa:** OBJETIVO GERAL: Descrever o papel da imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo em participantes com diferentes faixas etárias. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Identificar momentos de generalização/abstração e implausibilidade na imaginação no processo de modelagem para o conceito de átomo; Observar a relação entre imaginação e a construção de significados a partir do processo de modelagem; Verificar como cada perfil de estudante compreende e possui o maior grau de abstração na compreensão do conceito de átomo.

**Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa:** Serão realizadas três intervenções, acontecerão com duração de no máximo 3hrs (cada), será realizada uma aula de explicação, em seguida um intervalo e por fim uma atividade escrita para registro de coleta de dados da mesma, com intervalo de uma semana em para cada intervenção, início por volta das 14:00hrs e término às 17:00hrs, os encontros acontecerão na "Banca de Estudos Construir", com autorização da responsável.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa gravações, fotos, filmagens, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e orientador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária.

Anny Margaret Fernandes de Melo  
 Assinatura do pesquisador (a)

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO**

Eu, José Mateus Queiroz de Almeida Vasconcelos, CPF 409.800.034.58, abaixo assinado, responsável por José Mateus Queiroz de Almeida Vasconcelos, autorizo a sua participação no estudo IMAGINAÇÃO NO PROCESSO DE MODELAGEM PARA O CONCEITO DE ÁTOMO EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UM ESTUDO EXPERIMENTAL, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a interrupção de seu acompanhamento para mim ou para o (a) menor em questão.

Caruaru, 27/09/18

Assinatura do (da) responsável: José Mateus Queiroz de Almeida Vasconcelos  
 Tel/Whatsapp: (51) 988974267

## APÊNDICES E – PLANO DE AULA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERAMBUCO**  
**Núcleo de Formação Docente**  
**Centro Acadêmico do Agreste**



<b>Tema: Modelos atômicos</b> <b>Datas: Entre 02/09/2018 e 15/10/2018</b> <b>Planejamento da intervenção</b>	
<b>Conteúdos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• História da teoria atômica;</li> <li>• Significado de átomo dos gregos aos dias atuais;</li> <li>• Modelo atômico de Dalton;</li> <li>• Modelo atômico de Thompson;</li> <li>• Modelo atômico de Rutherford;</li> <li>• Modelo atômico de Bohr.</li> </ul>	
<b>Objetivos específicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer o início da história da teoria atômica;</li> <li>• Diferenciar cada modelo, com introdução ao ato de modelo e modelagem;</li> <li>• Aplicações de cada modelo no dia a dia;</li> </ul>	
Atividade das intervenções (Até 3hrs para cada intervenção).	
Quais recursos utilizados?	Notebook, quadro branco.
Que espaço físico utilizar?	Sala de aula.
Qual a organização dos alunos?	A intervenção será realizada, com perfil de cada aluno, sendo dois do fundamental I e dois da graduação.