

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

ANDREA DO AMARAL CARVALHO BEZERRA

**O ÁTOMO EM FOCO: ENTENDENDO SUA TEORIA A PARTIR DE
UMA SITUAÇÃO DE ENSINO**

São Carlos
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

**O ÁTOMO EM FOCO: ENTENDENDO SUA TEORIA A PARTIR DE
UMA SITUAÇÃO DE ENSINO**

Andrea do Amaral Carvalho Bezerra

Orientadora: Prof^a Dra. Dulcimeire Ap. Volante Zanon

SÃO CARLOS
2017

**O ÁTOMO EM FOCO: ENTENDENDO SUA TEORIA A PARTIR DE
UMA SITUAÇÃO DE ENSINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação, sob orientação da Professora Dr.^a Dulcimeire Ap. Volante Zanon.

SÃO CARLOS
2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Andrea do Amaral Carvalho Bezerra, realizada em 25/08/2017:

Profa. Dra. Dulcimer Aparecida Volante Zanon
UFSCar

Profa. Dra. Elzama Coelho Gouveia
UFSP - São João del-Rei

Prof. Dr. Marlon Caetano Ramos Pessanha
UFSCar

DEDICATÓRIA

À memória de Danilo Aparecido de Oliveira
que brindou o início dessa conquista,
mas hoje segue um caminho distante,
pelo menos fisicamente.

“Antecipaste a hora.

Teu ponteiro enlouqueceu,
enlouquecendo nossas horas.”

Carlos Drummond de Andrade

AGRADECIMENTOS

Iniciarei meus agradecimentos pelo meu marido Silvio, já que ainda como namorado me apoiou nessa continuidade dos meus estudos, sabendo como o meu tempo seria dividido com o programa. Espero poder contar com você em ainda mais conquistas como essa.

Uma princesinha virá como uma luz a me guiar e antes mesmo de chegar já trouxe aquele ânimo que faltava para que finalizasse com sucesso esse trabalho. Agatha, a tia madrinha te espera ansiosa e mostrará para você, assim que aprender a ler, que já me trazia felicidade antes mesmo de ser conhecida pelo mundo.

Meus pais, Antonio e Célia, que nunca mediram esforços quando a questão era a minha felicidade e o meu avanço acadêmico, agradeço por não me deixarem por nenhum momento sequer de minha vida.

Não seria justo me esquecer dos meus amigos, que naqueles dias em que já não podia mais ver letras em minha frente, cantaram e festejaram comigo, Eduardo, Nayara e Rodrigo, obrigada.

Considerando que a graduação foi um primeiro passo fundamental para chegar nesse momento, agradeço aquelas que estiverem comigo nesse primeiro degrau, Ana Laura e Mariana, que permanecem perto, mesmo estando longe.

Por fim agradeço aquela que soube me ouvir, soube me ajudar, soube me orientar e me mostrou o que é dedicação a pesquisa, Dra Dulcimeire, meu muito obrigada.

RESUMO

A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de elaborar uma situação de ensino que facilite o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo e, ainda, analisar as compreensões promovidas e as dificuldades identificadas. O lócus da pesquisa foi em uma escola estadual distrital do interior do Estado de São Paulo onde a professora pesquisadora leciona junto a alunos da 2ª série do Ensino Médio. Foram desenvolvidas e executadas sete atividades nas quais foram priorizadas a participação ativa e efetiva do aluno, explicitando os diferentes modelos atômicos, com os devidos cuidados, visando promover as rupturas necessárias para a aprendizagem e desconstruir a ideia de que o átomo foi descoberto e então estudado, mostrando que, sua teoria foi construída. As atividades foram realizadas individualmente e/ou em duplas, de acordo com seus objetivos. A cada etapa realizada identificamos que diferentes compreensões foram promovidas e dificuldades apresentadas. Os instrumentos utilizados para a análise dos dados foram: a unitarização onde todos os fragmentos das respostas encontradas nas atividades foram observados; a constituição das unidades de significado que posteriormente foram agrupadas segundo suas semelhanças. Para finalizar foi realizada a etapa de comunicação onde se elaboram os textos descritivos e interpretativos acerca das categorias temáticas. A todo o momento buscamos articular os resultados com a literatura que aponta a importância de fatores como a participação ativa e o desenvolvimento de atividades de cooperação para a aprendizagem. A professora pesquisadora desenvolveu diferentes funções em cada etapa, sendo em algumas vezes articuladora, explicitando as atividades que deveriam ser realizadas pelos alunos e, em outras, fazendo apontamentos conceituais e promovendo debates, sempre com o intuito de analisar os avanços durante o processo. Dentre as implicações ou contribuições desta pesquisa para a área podemos destacar a importância de o professor estar atento ao “desenho” de uma proposta didática que leve em consideração a participação ativa dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem de conteúdos, sejam eles conceituais, atitudinais ou procedimentais. A proposta sugerida e analisada neste trabalho evidenciou seu potencial para o estudo do conceito de átomo.

Palavras chaves: Ensino de Química; átomo; situação de ensino.

ABSTRACT

The presente research was developed with the purpose of elaborating a teaching situation that facilitates students' understanding of the construction of atom theory and also analyzes the understandings promoted and the identified difficulties. The locus of the research was in a state school district in the inland of the state of São Paulo where the research teacher teaches with students of the second grade of high school. Seven activities were developed and carried out in which the active and effective participation of the student was prioritized, explaining the different atomic models with due care, aiming to promote the ruptures necessary for learning and to deconstruct the idea that the atom was discovered and then studied, showing that its theory was constructed. The activities were neither carried out individually or in pairs, according to their goals. At Each stage we identified that different understandings were promoted and presented difficulties. The tools used to analyze the data were: the unitarization where all the units of meaning that were later grouped according to their similarities. Finally, the communication stage where the descriptive and interpretative texts about the thematic categories were elaborated. At all times we seek to articulate the results with the literature that points out the importance of factors such as active participation and the development of cooperation activities for learning. The researcher developed different functions at each stage, sometimes articulating, explaining the activities that should be carried out by the students, and in others, making conceptual notes and promoting debates, Always with the purpose of analyzing the advances during the process. Among the implications or contributions of the research for the area we can highlight the importance of the teacher being attentive to the "design" of a didactic proposal that takes into account the active participation of the students throughout the learning process of contents, be they conceptual, attitudinal or procedural. The proposal suggested and analyzed in this work evidenced its potential for the study of the atom concept.

Keywords: Teaching chemistry; atom; teaching situation

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 Trajetória da professora pesquisadora.....	17
1.2 Justificativas.....	18
1.3 Questão de pesquisa e objetivos.....	19
2. A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ESTRUTURA E DOS MODELOS ATÔMICOS.....	21
3. O ESTUDO DA ESTRUTURA ATÔMICA NO ENSINO MÉDIO: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO	28
4. BASES TEÓRICAS PARA A CONSTRUÇÃO DA SITUAÇÃO DE ENSINO.....	34
5. MÉTODO DA PESQUISA.....	39
5.1 O contexto da investigação.....	39
5.2 Desenvolvimento da situação de ensino.....	39
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
6.1 A 1ª atividade – Representação do átomo.....	44
6.2 A 2ª atividade – Socialização das representações.....	48
6.3 A 3ª atividade – O átomo e sua relevância em estudá-lo.....	52
6.4 A 4ª atividade – Objetivo de aprendizagem simulador.....	54
6.5 A 5ª atividade – Construção de um átomo.....	56
6.6 A 6ª atividade – Os elementos na Tabela Periódica.....	59
6.7 A 7ª atividade – A Conversa com os dados.....	61
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
APÊNDICES.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Dalton: Bola de Bilhar.	23
Figura 02. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Thomson: pudim de passas.	24
Figura 03. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Rutherford.	25
Figura 04. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Bohr.	26
Figura 05. Representação da estrutura atômica segundo Modelo da nuvem eletrônica.	27
Figura 06. Resposta de aluno que referencia o modelo atômico de Dalton.	47
Figura 07. Resposta de aluno que referencia o modelo de Thomson.	47
Figura 08. Resposta de aluno que referencia o modelo de Rutherford e Bohr.	47
Figura 09. Resposta de aluno, relacionando átomo com organismo vivo.	49
Figura 10. Desenhos dos modelos atômicos feitos pelo Grupo 1.	57
Figura 11. Desenhos dos modelos atômicos feitos pelo Grupo 2.	58
Figura 12. Imagem do trabalho exposto pelos alunos na escola com os elementos escolhidos tampados com um pedaço de EVA.	60

Quadro 1. Conteúdos abordados na 1ª série do Ensino Médio no Currículo do Estado de São Paulo (2010).	28
Quadro 2. Conteúdos abordados na 2ª série do Ensino Médio no Currículo do Estado de São Paulo (2010).	29
Quadro 3. Conteúdos abordados na 3ª série do Ensino Médio no Currículo do Estado de São Paulo (2010).	30
Quadro 4. Programa de Atividades realizadas com detalhamento da atuação dos participantes e dos objetivos educacionais.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Concepções dos alunos sobre o átomo obtidas na Atividade 1 – Sondagem. 45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Percentual das respostas sobre as concepções dos alunos referentes ao átomo. 45

IFSP – Instituto Federal de São Paulo

PPGPE – Programa de Pós Graduação Profissional em Educação

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentamos a trajetória acadêmica e profissional da professora e pesquisadora, as justificativas para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como as questões e os objetivos pretendidos.

1.1 Trajetória da professora pesquisadora

Ao iniciar minha graduação surgiu a imensa vontade de, primeiramente, compreender o conceito de átomo e, posteriormente, ensiná-lo. Este conceito não é apenas necessário na compreensão de conteúdos específicos de Química, mas também de Biologia, no estudo da célula e seu funcionamento ou no processo de respiração e ainda de Física, principalmente quando abordado o tema eletricidade e a Física Moderna e Contemporânea, que foi recentemente inserida na última reforma no Currículo Oficial do Estado de São Paulo, onde, como afirmam Loch e Garcia (2009)

esses conteúdos podem possibilitar aos estudantes uma leitura do mundo atual, o que torna esses conteúdos mais significativos aos olhos deles, permitindo ainda, mostrar aos estudantes a ciência como construção humana, que não está pronta e acabada, mas que é provisória e não neutra.

Esse desejo pelo conhecimento do tema já vem sendo enraizado desde o Ensino Médio no qual, pelo encanto que possuía pelas aulas, levou-me a escolher essa área. Durante o ensino básico, o fascínio se realçava a cada aula, porém, existia uma barreira que me incomodava, pois não conseguia relacionar as aulas práticas, a natureza e o átomo que segundo meu professor de Química “era a partícula formadora disso tudo”.

Por esses motivos, surgiu a escolha pelo curso de Licenciatura em Química, que não foi a primeira opção ao pensar no Ensino Superior e sim, a última. Quando fiz a inscrição para uma vaga no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Sertãozinho (IFSP – Campus Sertãozinho) no curso de graduação de Licenciatura em Química, a intenção era que, posteriormente, fizesse uma especialização ou ainda que pudesse cursar Engenharia Química e obter equivalência em disciplinas, tendo em vista que o trabalho em sala de aula, nunca, até então, havia sido meu objetivo. Mas, isso mudou quando tive a primeira experiência em sala de aula como professora.

Vivenciar a aprendizagem de um aluno a partir de uma ação enquanto professora foi maravilhoso e o fator que me levou a ter paixão pela profissão. Desde então, todo o

trabalho que venho realizando para aperfeiçoar minha atuação tem uma inspiração pela arte de ensinar. Como professora da rede de ensino do Estado de São Paulo, ministro aulas para alunos das três séries do ensino médio e assumo uma carga média de 28 horas/aula por semana.

Assim, buscando cada vez mais esse aperfeiçoamento, ingressei no Mestrado Profissional em Educação (PPGPE UFSCar), a fim de refletir sobre minhas inquietações e buscar suporte teórico e metodológico para o ensino e a aprendizagem do conceito de átomo.

1.2 Justificativas

Ao adentrar em uma sala de aula como professora, a ideia de mediar o conhecimento junto aos alunos sempre esteve presente em minhas intenções e ações. Quando essa mediação ocorre de forma efetiva tenho a sensação de contentamento. Porém, nem sempre isso ocorre, principalmente quando o conceito em discussão é o átomo.

O processo de ensino e aprendizagem do conceito de átomo torna-se complexo devido ao elevado grau de abstração para seu entendimento. Muitas vezes, o aluno entende que o átomo foi descoberto e então estudado, quando na verdade não foi descoberto, mas sua teoria construída. É preciso que o aluno faça uma construção imaginária do conceito. Além desse fato, outro elemento complicador na abordagem desse conceito é o uso de representação por meio de modelos, analogias e metáforas que podem gerar compreensões equivocadas do conceito pelo fato de envolver o estabelecimento de comparações ou relações entre o conhecido e o pouco conhecido ou desconhecido.

Ademais, o entendimento de muitas questões cotidianas e científicas depende da compreensão do conceito de átomo, pois quando átomos se combinam em ligações químicas de diversos tipos, constroem materiais que, em sua maioria, estão presentes no cotidiano das pessoas. De acordo com Enchler e Pino (2000, p. 835)

um dos conceitos centrais da Química é o do átomo. Como é sabido, a preocupação com a essência da matéria fez parte da filosofia da Grécia antiga e foi nessa época que se postulou a noção de átomo, entendido como a partícula indivisível que faria parte da estrutura de todos os materiais. De antanho até nossos dias, o conceito de átomo foi refinado por muitas teorias, que utilizaram diversos dados empíricos e modelos conceituais distintos. Apesar das teorias descreverem e explicarem a estrutura do átomo de maneiras variadas, o conceito de átomo permanece fundamental à ciência química.

É dessa forma então que entendo a importância de se tratar de forma cautelosa esse tema durante as aulas de Química e de Ciências, onde o conceito átomo é brevemente tratado.

Uma breve introdução do conceito é realizada na disciplina de Ciências durante o 9º ano do Ensino Fundamental II. De acordo com o Currículo Oficial do Estado de São Paulo (2008, p. 127)

o estudo dos conteúdos deve ser organizado a partir de fatos mensuráveis, perceptíveis, para que os alunos possam entender as informações e os problemas em pauta, além de estabelecer conexões com os saberes formais e informais já adquiridos. Somente então as explicações que exigem abstrações devem ser introduzidas, deixando-se claro que não são permanentes e absolutas, mas sim provisórias e historicamente construídas pelo ser humano. Este é um dos motivos de se evitar a sequência de estudo comumente utilizada no Ensino Médio, que dá ênfase, logo no início, a aspectos microscópicos, apresentando os modelos atômicos de Dalton, Rutherford, Bohr e o da teoria quântica, com a distribuição eletrônica em camadas ou níveis e subníveis energéticos, seguidos da tabela periódica e do estudo das ligações iônicas, covalentes e metálicas.

Considerando tais apontamentos, justificamos a realização desta pesquisa, uma vez que a exigência de um elevado grau de abstração para a compreensão do conceito de átomo merece ser estudada. Nesse sentido, um estudo na literatura sobre o tema merece aprofundamento para que possamos elaborar uma situação de ensino que vise facilitar o entendimento da teoria do átomo pelos alunos.

1.3 Questões de Pesquisa e objetivos

Conforme anteriormente argumentado, é de extrema importância a compreensão do conceito de átomo, principalmente para as disciplinas da área das ciências, tendo em vista a necessidade que os alunos apresentarão para o entendimento de outros conteúdos que serão estudados na disciplina de Química e ainda de outras correlacionadas como a

Biologia e a Física. Partindo desse princípio, pretendemos elaborar uma situação de ensino que permita facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria átomo.

Este conceito exige dos alunos um elevado grau de abstração e dessa forma, o mesmo merece ser estudado e analisado para que a aprendizagem de outros conteúdos não fique comprometida. Nesse sentido, elaboramos as seguintes questões de pesquisa:

Como planejar, executar e analisar uma situação de ensino que vise facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo? Quais compreensões foram promovidas e dificuldades identificadas?

Assim, o objetivo principal desta pesquisa consistiu em elaborar e analisar uma situação de ensino com a finalidade de facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo. Os objetivos específicos, então, foram assim estruturados:

- Analisar as compreensões bem como as dificuldades dos alunos ao longo das atividades com uso de diferentes estratégias de ensino;
- Identificar as potencialidades e limitações das estratégias de ensino utilizadas.

Para atingir tais objetivos, elaboramos três fundamentos que balizaram esta pesquisa, a saber:

- 1) desconstruir a ideia de que o átomo foi descoberto e então estudado, quando na verdade não foi descoberto, mas sua teoria construída.
- 2) construir uma situação de ensino que priorize o papel ativo do aluno.
- 3) discutir sobre os diferentes modelos de átomo é importante, mas é preciso ter muito cuidado para que ocorram as rupturas necessárias para a construção da aprendizagem.

A partir de tais direcionamentos, o texto está estruturado da seguinte forma: o próximo capítulo apresenta a evolução histórica da estrutura atômica, com apontamentos específicos em relação a sua importância e relevância para o ensino e a aprendizagem; o terceiro, tratar a abordagem do assunto no currículo oficial das escolas públicas do Estado de São Paulo; no quarto capítulo definimos as bases teóricas utilizadas para a construção da situação de ensino para então, no capítulo seguinte, apresentarmos a metodologia utilizada para o desenvolvimento e a análise dos resultados bem como contextualizar o local onde a pesquisa foi realizada. No sexto capítulo apresentamos a discussão dos resultados com detalhamento para cada atividade executada, sendo seguido pela conclusão no sétimo capítulo.

2. A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ESTRUTURA E DOS MODELOS ATÔMICOS

Ao ensinar conceitos que envolvem o estudo da História da Ciência, é necessário que o professor tome alguns cuidados, pois como afirmam Marquez e Caluzi (2005), tornar clara a visão científica em relação à ciência é extremamente importante durante o processo de aprendizagem.

Concordar com os aspectos positivos do trabalho com a História da Ciência no ensino é fácil, mas devemos nos atentar aos motivos pelos quais os professores podem ignorar o seu uso, como apontou em pesquisa, Scoaris, Pereira e Filho (2009, p. 907)

1. a dificuldade de acesso a materiais históricos apropriados;
2. a escassez de textos de História da Ciência que contemplem a necessidades específicas do Ensino de Ciências na escola fundamental e média;
3. a discordância acerca de quais seriam os relatos históricos mais rigorosos e apropriados;
4. a necessidade de uma revisão das prioridades do ensino de ciências – focalizar somente o produto final da atividade científica ou focalizar também o processo de produção de conhecimentos e a relações entre ciência e sociedade.

Porém, não se pode paralisar-se diante as dificuldades, pois os alunos precisam compreender que as abordagens históricas possibilitam o conhecimento dos meios pelos quais ela percorreu (SCOARIS, PEREIRA e FILHO, 2009, p.907).

A utilização do livro didático nos momentos em que são explicitadas as evoluções históricas de um conceito deve ser cautelosa, uma vez que trabalhar a História e Filosofia da Ciência (HFC) apenas de forma cronológica não apresenta claramente o conceito de evolução. De acordo com Marquez e Caluzi (2005, p.6)

não significa apenas uma inclusão passiva no Ensino, mas sim uma inclusão ativa que proporcione aos estudantes a chance de entender e interpretar o mundo tecnológico de hoje; que possa relacionar e perceber que os conceitos dominantes hoje na ciência é fruto de um processo dinâmico desenvolvidos no decorrer de anos, que teve influência direta de uma sociedade e conseqüentemente os setores político, social, econômico e cultural.

Nesse sentido, cabe ao professor analisar criticamente o material didático, pois em sua maioria, o utilizam como um “cânon, ou seja, considerando o seu conteúdo como algo acabado, verdadeiro, longe de qualquer tipo de crítica ou objeção” (MARQUEZ E CALUZI 2005, p.4).

Para que possamos discutir a respeito do conceito de átomo faz-se necessário ter conhecimento sobre a evolução histórica da estrutura e dos modelos atômicos conforme

descobertas científicas que ocorreram e foram fomentadas pela curiosidade científica. Os dados que serão apresentados a partir de então até o final deste capítulo são baseados na consulta da obra “Química Geral” (RUSSEL, 1994).

Iniciou-se com os filósofos da Grécia Antiga que persistiram em discutir sobre a matéria, buscando compreender do que ela era feita. Dentre algumas teorias, Demócrito e Leucipo acreditavam que a matéria seria composta pela menor parte de si mesma, ou seja, dividindo-a em partes menores, chegaria um momento em que não seria mais possível fazer a divisão. Este seria o átomo, termo de origem grego que deriva de "a + thomos", que significa "sem divisão". Esta teoria perpetuou durante mais de vinte séculos.

Atualmente, continuamos a chamar átomos, embora divisíveis, constituídos por um núcleo central (de carga positiva) rodeado por elétrons (carga negativa) podendo “ser vistos” usando microscópios de varredura por efeito túnel, criado em 1982, pelo físico suíço Heinrich Rohrer.

Ademais, a ideia da existência dos átomos foi largamente debatida durante séculos, mas não se chegou a nenhuma conclusão porque não se podia provar a sua existência. Assim, não foi possível resolver esta questão antes do desenvolvimento, pelos cientistas, de técnicas e tecnologias para realizar experiências que pudessem diferenciar a matéria “contínua” da “descontínua” (RANCHEIRO, 2014).

Nos séculos XIX e XX, houve uma enorme diversidade de experiências que sugeriam a existência de átomos, tornando a sua aceitação cada vez mais consensual.

Em 1803, John Dalton, nascido no dia 06 de setembro de 1766 em Eaglesfield, químico, meteorologista e físico, retomou as ideias de Demócrito e Leucipo. O modelo atômico que desenvolveu, representava o átomo como uma partícula maciça, com formato de pequenas esferas, indivisíveis, de reduzidas dimensões, sendo a sua massa uma característica de cada tipo de átomos. Ficou então conhecido como o modelo da "Bola de bilhar", também chamado de modelo de Dalton.



Figura 01. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Dalton: Bola de Bilhar. Disponível em: www.educar.sc.usp.br

Assim, Dalton retomou a ideia de que os átomos eram os constituintes básicos da matéria. Para este, cada elemento químico seria constituído por um tipo de átomos iguais entre si e quando combinados, os átomos dos vários elementos formariam compostos novos. Então, concluiu que:

- os átomos que pertencem a elementos químicos diferentes, apresentam massas diferentes, assim como propriedades químicas diferentes;
- os compostos são associações de átomos de elementos químicos diferentes.
- as reações químicas podem ser explicadas com base no rearranjo dos átomos, de acordo com a lei de Lavoisier (RANCHEIRO, 2014, p. 77).

Para que houvesse a evolução do conceito, se fez necessária a ocorrência de experimentos, esses possibilitando as devidas rupturas entre uma teoria e outra, entre um chamado modelo e outro, tornando-se a teoria átomo agora, experimental.

Em 1897, Joseph John Thomson por meio dos seus experimentos que visavam investigar os raios catódicos, pôde perceber a existência dos elétrons, sendo essas, partículas com massa extremamente pequenas, menores que o átomo de hidrogênio, o que possibilitou a ruptura entre o que se pensava, de que átomo seria indivisível, pois nesse momento se descobria a existência de algo extremamente menor dentro de sua própria estrutura.

A partir dessas observações realizadas experimentalmente é que ele propôs um novo modelo para o átomo, este então, seria uma esfera massiva de carga positiva, distribuída uniformemente, estando os elétrons dispersos no seu interior em número suficiente para que se tornasse uma partícula neutra. Desta maneira, a estrutura atômica

se demonstraria sem muitos espaços, com aparência mais compacta. Ficou então conhecido como “pudim de passas”, também chamado de modelo de Thomson, conforme figura 02.

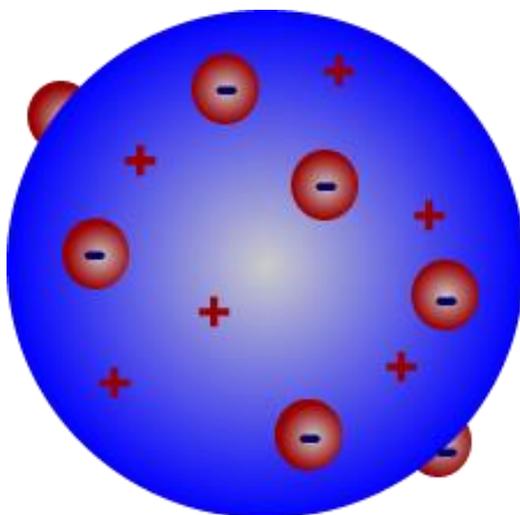


Figura 02. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Thomson: pudim de passas. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Modelo_at%C3%B3mico_de_Thomson.png?uselang=pt-br

Ernest Rutherford, nascido a 30 de agosto de 1871 em Cambridge, físico e químico neozelandês, orientando de Thomson, conhecido como o pai da física nuclear fez uma investigação sobre as propriedades de raio x e emissões radioativas. Partículas alfa foram emitidas sob uma partícula de ouro – material inerte (pouco reativo) escolhido para a experiência – e os resultados esperados considerando o modelo atômico de Thomson eram que algumas das partículas emitidas sofressem pequenos desvios em suas trajetórias ocasionados pelas variações de densidade de carga em diferentes regiões do átomo. Porém, o resultado observado foi diferente: ainda que muitas partículas realmente sofressem pequenos desvios, ou não sofressem desvios, algumas pouquíssimas sofreram grandes desvios. Dessa forma concluiu que os átomos não podiam ser compactos, como defendia Thomson e que a maior parte do espaço dos átomos é vazio, existindo no seu interior uma pequena região central positiva muito densa, em relação a densidade de uma carga elétrica, a que chamou de núcleo e à volta do qual giram os elétrons com órbitas bem definidas, conforme figura 03 a seguir.

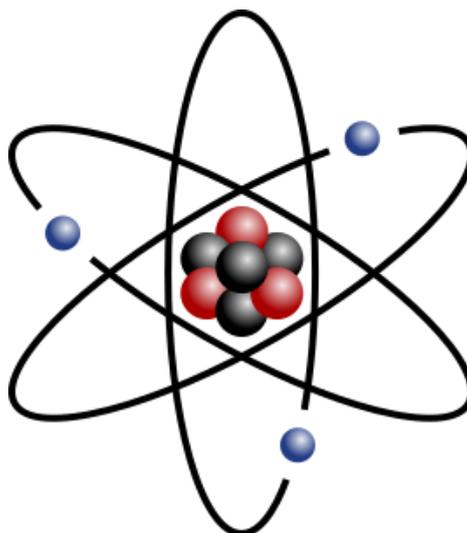


Figura 03. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Rutherford. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stylised_atom_with_three_Bohr_model_orbits_and_stylised_nucleus.svg

O nome núcleo, para a porção central e visivelmente menor da estrutura atômica, aparece a partir da teoria de Rutherford que descreveu esta, sendo composta de prótons e nêutrons, o qual Rutherford fez a sua previsão de existência, tendo em vista que na sua concepção deveria existir alguma forma de estabilização. O núcleo teria então em volta elétrons girando em órbitas bem definidas.

Contudo, o modelo atômico de Rutherford possuía alguns erros, pois o elétron possui carga negativa, portanto, se ele orbitasse ao redor do núcleo, que é positivo, ele iria perder energia na forma de radiação, com isso, as suas órbitas iriam diminuir significativamente e os elétrons iriam adquirir um movimento em espiral, acabando por chocar com o núcleo (RANCHEIRO, 2014, p. 80).

O que então ocorreria é que uma carga elétrica em movimento emite ondas eletromagnéticas e em detrimento dessa ocorrência é que o átomo então entraria em colapso.

Foi então que em 1913 Niels Bohr, físico dinamarquês, nascido a 7 de outubro de 1885, em Copenhaga, propôs um modelo que se baseou no modelo de Rutherford, apenas aprimorando-o: os elétrons só podem ocupar níveis de energia bem definidos e orbitam em torno do núcleo em órbitas circulares, com energias distintas, pois em sua teoria ele fez a inclusão da teoria de quantização de energia e ainda os postulados que diziam que os elétrons só ocupariam níveis de energias definidos, garantindo dessa forma que não houvesse o colapso do núcleo.

As órbitas interiores apresentam um nível de energia inferior; contudo à medida que se encontram mais afastadas do núcleo o valor da sua energia aumenta. Quando um elétron recebe energia suficiente, passa a ocupar uma órbita mais externa (com maior valor de energia) ficando o átomo num estado excitado. Contudo, se um elétron passar de uma órbita de nível superior para uma órbita de nível inferior, liberta energia, pois os elétrons tendem a ir para um estado de menor energia, designado por estado fundamental do átomo. Assim, passou a ser chamado de modelo atômico de Rutherford-Bohr, conforme figura 04 a seguir.

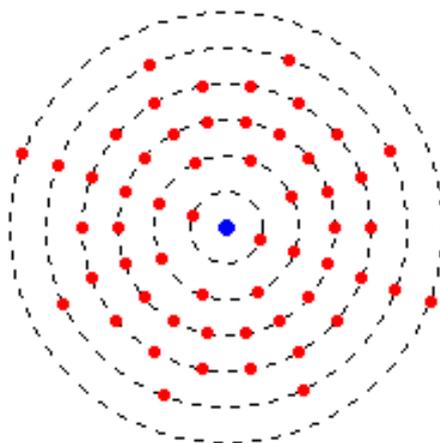


Figura 04. Representação da estrutura atômica segundo Modelo de Bohr. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barium_\(Elektronenbesetzung\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barium_(Elektronenbesetzung).png)

A partir do desenvolvimento da mecânica quântica sobre os níveis de energia quantizados, amplamente estudados por Bohr e Einstein, é que se torna possível alcançar o conhecimento da estrutura atômica do Modelo conhecido como Nuvens eletrônicas.

Louis de Broglie em meados da década de 1920 estudou sobre a dualidade “onda-partícula”, do elétron, para ele, o elétrons adquiria esses dois comportamentos conseguindo dessa forma fazer a ruptura do que se pensava no modelo atômico de Bohr, de que os elétrons descreviam órbitas circulares ao redor do núcleo.

Ao mesmo tempo e dando continuidade ainda depois, Schrodinger realiza cálculos matemáticos que estudavam a movimentação dessas ondas, buscando assim encontrar qual seriam as regiões do espaço que apresentariam maior probabilidade de apresentar elétrons. A figura 5 a seguir, representa esse modelo.

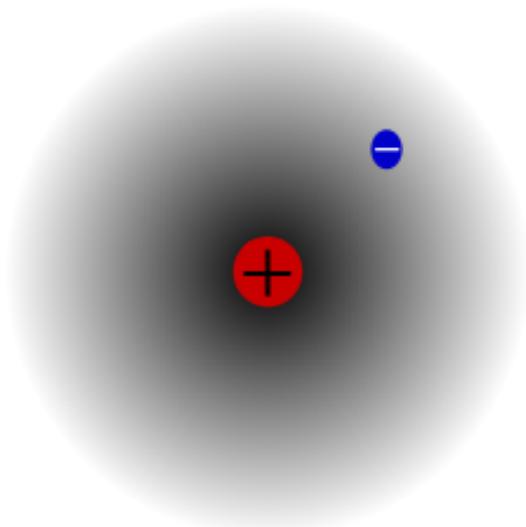


Figura 05. Representação da estrutura atômica segundo Modelo da nuvem eletrônica.
Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1318775>

Acreditamos, assim como (Rancheiro, 2014, p. 29), que o estudo sobre a evolução histórica da estrutura atômica deve ser conhecida, pois a “ciência não é um método estático, imutável ao longo do tempo, mas pelo contrário, é um processo dinâmico que se constrói sobre sucessos e fracassos”. Como exemplo, podemos mencionar a premiação do Nobel de Química em 2016 a três pesquisadores da área de nanoestruturas, abrindo perspectivas para a ciência e a tecnologia: Jean-Pierre Sauvage, da França, Sir James Fraser Stoddart, da Escócia, e Bernard Feringa, da Holanda, “Os cientistas desenvolveram estruturas com movimentos controláveis que podem realizar tarefas quando recebem energia” (Jornal O Estado de São Paulo, 06 de outubro de 2016).

3. O ESTUDO DA ESTRUTURA ATÔMICA NO ENSINO MÉDIO: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO

De acordo com a última reforma curricular realizada pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, ocorrida em 2008, foram necessárias algumas mudanças em relação a estrutura curricular e abordagem dos conteúdos a fim de melhorar a qualidade do ensino de todas as disciplinas.

A necessidade de mudança veio em decorrência de que nos currículos tradicionais os conceitos são confundidos com definições, cabendo ao aluno usá-los de maneira mecânica em problemas específicos. Ou seja, a forma dominante de os professores trabalharem o conhecimento químico está baseada numa visão objetiva da disciplina. Nessa perspectiva, valoriza-se o ensino por memorização e desvaloriza-se a aplicação das ideias científicas em situações reais.

Por isso, nos últimos anos, um dos objetivos associados ao ensino de química em nível de ensino médio, tem sido o de relacionar conteúdos com aspectos e temas da vida cotidiana a fim de que os alunos compreendam algumas importantes contribuições da ciência Química à sociedade e à vida das pessoas.

Nesse sentido, apresentamos a seguir três quadros referentes à abordagem dos conteúdos de acordo com a Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Cabe informar que destacamos em negrito os conteúdos que possuem relação com o conceito de átomo e conseqüentemente com esse projeto. Para a 1ª série do Ensino Médio possui a seguinte distribuição, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Conteúdos abordados na 1ª série do Ensino Médio no Currículo do Estado de São Paulo (2010)

1ª série do Ensino Médio – Conteúdos

1º Bimestre: - Transformações químicas do dia a dia; descrição de transformações em diferentes linguagens e representações; diferentes intervalos de tempo para ocorrência das transformações; reações endotérmicas e exotérmicas; transformações que ocorrem na natureza e em diferentes sistemas produtivos; transformações que podem ser revertidas; propriedades de algumas substâncias como temperatura de fusão e ebulição, densidade e solubilidade; métodos de separação de misturas

2º Bimestre: combustíveis, transformações químicas, massas envolvidas e produção de energia; reagentes e produtos, relações entre massa e energia; conservação de massa e proporções nas transformações químicas; formação de ácidos e outras implicações socioambientais da produção e do uso de diferentes combustíveis; **Modelo atômico de Dalton e constituição da matéria; modelos explicativos como construções humanas em diferentes contextos sociais.**

3º Bimestre: metais, processos de obtenção; representação de transformações químicas processos; **símbolos dos elementos químicos**; balanceamento das equações químicas; **organização dos elementos de acordo com suas massas atômicas na tabela periódica**; equações químicas; importância do ferro e do cobre na sociedade atual.

4º Bimestre: Massa molar e quantidade de matéria (mol); cálculo estequiométrico – massas, quantidades de matéria e energia nas transformações; impactos ambientais na extração mineral e na produção de ferro e cobre.

No próximo quadro estão apresentados os conteúdos abordados no Ensino Médio, sendo agora considerados aqueles abordados durante a 2ª série que corresponde a da turma estudada na pesquisa.

Quadro 2. Conteúdos abordados na 2ª série do Ensino Médio no Currículo do Estado de São Paulo (2010)

2ª série do Ensino Médio – Conteúdos

1º Bimestre: - Água e seu consumo pela sociedade; água pura e água potável, dissolução dos materiais em água e mudança de propriedades; concentração de soluções; alguns parâmetros de qualidade da água; demanda bioquímica de oxigênio (DBO); uso e prevenção da água no mundo; tratamento de água.

2º Bimestre: Condutibilidade elétrica e radioatividade natural dos elementos; **o modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais; o modelo de Bohr e a constituição da matéria; o uso do número atômico como critério para organizar a tabela periódica**; ligações químicas em termos de forças elétricas; previsão de tipos

de ligações a partir da posição na tabela periódica; cálculo de entalpia pelo balanço energético; diagramas de energia.

3º Bimestre: Polaridade de ligações covalentes e das moléculas; forças de interações entre as partículas; interações inter e intrapartículas para explicar as propriedades das substâncias.

4º Bimestre: Metais e sua utilização em pilhas e na galvanização; reatividade dos metais; transformações que envolvem energia elétrica; estrutura da matéria para explicar oxidação e redução; implicações socioambientais das transformações químicas que envolvem eletricidade.

Apresentamos também os conteúdos abordados na aulas de química da 3ª série do Ensino Médio, conforme quadro 3 a seguir, uma vez que podem auxiliar na aprendizagem de temas correlatos, apontando como a compreensão do conteúdo do átomo é importante para a aprendizagem de temas a serem tratados na 3ª série do Ensino Médio.

Quadro 3. Conteúdos abordados na 3ª série do Ensino Médio no Currículo do Estado de São Paulo (2010)

3ª série do Ensino Médio – Conteúdos

1º Bimestre: Liquefação e destilação fracionada do ar variáveis que podem interferir na rapidez das transformações; modelos explicativos da velocidade das transformações químicas; **estado de equilíbrio químico.**

2º Bimestre: Composição da água do mar; acidez e basicidade das águas; **conceito de dissociação e ionização; constante de equilíbrio;** influência da temperatura, da concentração e pressão em u sistema em equilíbrio químico; equilíbrios iônicos/ transformações ácido-base.

3º Bimestre: Os componentes principais dos alimentos/ biosfera como fonte de materiais para uso humano; biomassa como fonte de materiais e combustíveis; **arranjos atômicos e moléculas** para explicar formação de cadeias, **ligações, funções orgânicas e isomerias;** processo de transformação do petróleo.

4º Bimestre: Desequilíbrios ambientais pela introdução de gases na atmosfera como SO₂, CO₂, NO₂. Chuva ácida, aumento de efeito estufa e redução da camada de ozônio, ciclos da água; perturbação na biosfera; poluição das águas.

Segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 275) o conceito de átomo não deve ser entendido puramente como pré-requisito para a compreensão dos temas abordados num próximo momento, mas sim da aplicação do mesmo que poderá trazer ao aluno a possibilidade de realizar relações.

A abordagem de conceitos ligados aos contextos de aplicação não necessariamente precisa seguir uma cadeia linear de pré-requisitos, pois a realidade não se estrutura dessa maneira. Os conceitos podem ser abordados em diferentes momentos e níveis de profundidade. A exemplo dos golfinhos no oceano, os conceitos emergem, submergem e emergem novamente em diferentes momentos do curso. Esse movimento vai assegurar um aprofundamento progressivo, mais próximo à realidade dos fenômenos e das aplicações da Química (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000, p. 275)

De acordo com os três quadros podemos identificar que o conceito de átomo é abordado nas três séries do ensino médio, ou seja, segue as características do currículo em espiral no qual os conteúdos são retomados e aprofundados em cada série, conforme explicitado a seguir.

O ensino do conceito de átomo é introduzido na 1ª série do Ensino Médio, primeiramente no segundo bimestre, com o tema Modelo atômico de Dalton e constituição da matéria; modelos explicativos como construções humanas em diferentes contextos sociais. Neste caso, o professor tem a necessidade de retomar os conhecimentos sobre o conceito de átomo, tendo em vista que este tema é abordado inicialmente nos últimos anos do Ensino Fundamental, durante a disciplina de Ciências. “Na maioria das escolas de Ensino Fundamental II, o ensino de Química está associado ao de Física e Biologia, já que se busca integrá-las numa perspectiva interdisciplinar, embora isso nem sempre ocorra na experiência concreta” (MENDOÇA e ZANON, 2014, p. 20).

Nesse sentido, é necessário que o professor esteja atento e disposto a realizar uma sondagem a fim de identificar os conhecimentos que os alunos têm e possíveis problemas conceituais. Também porque

reconstruir o conhecimento é uma tarefa difícil e que exige muito tempo e devoção, no entanto esta reconstrução pode ser aliciadora para o professor e para os alunos. É pertinente desbravar as mentes dos alunos e aliciá-los para a ciência de uma forma correta, pois estes ao iniciarem a sua atividade estudantil têm conceitos errados que, posteriormente, prejudicam o seu percurso acadêmico de uma forma positiva, fazendo com que não consigam entender certos temas, como é o caso do átomo e da sua respetiva evolução (RANCHEIRO, 2014, p. 13)

Uma das possibilidades utilizadas em sala de aula pelos professores para a abordagem do conceito de átomo são as analogias e as metáforas, devido a necessidade de um elevado grau de abstração por parte dos alunos. Entretanto, o professor deve ser extremamente cuidadoso ao utilizá-las, pois devem ter o objetivo de ajudar os alunos a entenderem algum aspecto do que se deseja ensinar (SOUZA, JUSTI e FERREIRA, 2006).

Nesse sentido, faz-se necessário uma rigorosa análise da analogia que será proposta pelo professor para que as características em comum que se propõe exerçam realmente a finalidade pretendida.

A atuação do professor neste momento é fundamental, pois existem vários fatores e características citadas nos postulados de Dalton que podem auxiliar na aprendizagem de temas posteriores como balanceamento das equações químicas, equações químicas e estequiometria. Porém, quando os alunos precisarem compreender as ligações químicas, assunto mencionado na 2ª série do Ensino Médio, faz-se necessário que o aluno compreenda a natureza elétrica dos átomos.

Para que a evolução conceitual ocorra é necessário então que o modelo atômico de Thomson seja conhecido e estudado. É extremamente importante que neste momento os alunos sejam conduzidos a entender que conforme novos experimentos e novas descobertas ocorrem, os modelos devem ser reformulados de maneira a atender o que de novo é conhecido. Tabela periódica, símbolos químicos e organização dos elementos de acordo com suas massas atômicas na mesma, são conteúdos que também só podem ser realmente compreendidos com o conceito de átomo. Ademais,

modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Através de modelos, os cientistas formulam questões acerca do mundo; descrevem, interpretam e explicam fenômenos; elaboram e testam hipóteses; e fazem previsões. O desenvolvimento do conhecimento científico relativo a qualquer fenômeno relaciona-se normalmente com a produção de uma série de modelos com diferentes abrangências e poder de predição. Estas são razões suficientes para justificar a centralidade do papel de modelos no

ensino e na aprendizagem de ciências (MONTEIRO e JUSTI, 2000 p.1).

Nas aulas de Física da terceira série do ensino médio, por exemplo, o aluno precisa compreender radiação. Para isso, além da existência de elétrons na composição atômica, necessitará da compreensão do que se aborda na teoria de Rutherford.

Em outros Estados brasileiros, como Minas Gerais, a Proposta Curricular buscou torná-la mais flexível com o uso de módulos para que o professor pudesse adequar de acordo com a realidade da sua região e com as características de seus alunos. Este currículo assemelha-se ao do Estado de São Paulo se considerarmos que também está organizado de forma com que o discurso científico interaja com o discurso cotidiano. (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000).

Salientamos, por fim, a importância de o professor estar atento ao currículo, mas também ao método de ensino a fim de gerar aprendizagens mais efetivas junto aos alunos.

4. BASES TEÓRICAS PARA A CONSTRUÇÃO DA SITUAÇÃO DE ENSINO

O aprendizado na Ciência (Química, Física, Biologia) está fundamentado em diversas concepções que buscam elementos teóricos para orientar a ação docente.

Com relação ao como administrar o trabalho docente durante as aulas, entendemos, assim como Mortimer e Quadros (2009), que por causa de sua formação especializada,

os professores se apropriam do discurso da ciência, fazendo dele seu foco de trabalho, muitas vezes não levando em consideração os estudantes que ali se encontram. É por isso que acreditamos que a aulas que conhecidamente tenham algum caráter inovador devam ser investigadas com o intuito de identificar as estratégias usadas pelo professor para envolver os alunos e construir um processo de significação (MORTIMER e QUADROS, 2009, p. 3)

Dessa forma, é preciso que o professor atente-se para dar significado ao que ensina a fim de que o aluno possa, primeiramente, ter interesse em aprender e posteriormente evoluir em sua aprendizagem conceitual. Assim, favorecer a interação e a participação ativa do aluno são condições necessárias que poderão evitar a construção de concepções equivocadas por parte dele.

Diante desse contexto, a construção da situação de ensino foi balizada a partir de três princípios ou bases teóricas que serão discutidas a seguir.

Primeira base: **desconstruir a ideia de que o átomo foi descoberto e então estudado, quando na verdade não foi descoberto, mas sua teoria construída** (MELO e NETO, 2013, p. 113). De acordo com a pesquisa destes autores, os alunos demonstram não compreender o que é modelo atômico e uma das possíveis razões pode estar relacionada a como os livros didáticos abordam o conceito de modelo. Apresentam, geralmente, a mesma sequência: modelos atômicos, seguido de tabela periódica e, finalmente, ligações químicas. Afirmam ainda que, como consequência dessa fragmentação, o aluno apresenta dificuldade em estabelecer relações entre o modelo atômico, o molecular e o comportamento da matéria.

De acordo com Mortimer (1995, p.139) a associação e/ou ruptura de um modelo para outro nem sempre é efetiva, pois

o estudo de modelos atômicos no Ensino Fundamental e Médio começa em geral pela introdução do modelo de Dalton, que admite que a matéria é constituída por átomos indivisíveis e indestrutíveis. A partir

da introdução desse modelo, átomos podem ser representados por esferas, e as reações químicas passam a ser representadas por equações com o uso de símbolos e fórmulas. Não se discute, no entanto, o significado de a matéria ser constituída por partículas que se movimentam nos espaços vazios para a interpretação de diversos fenômenos cotidianos, como as mudanças de estado físico, a compressão e dilatação de gases e líquidos.

Para que seja possível essa desconstrução, faz-se necessário uma discussão sobre a abordagem histórica, trazendo apontamentos de como ocorreu a evolução da teoria atômica.

Os alunos apresentam, a partir das suas vivências cotidianas, concepções que tornam-se estereótipos quando passam a ser aceitos pela maioria deles. Essas concepções podem ter surgido a partir de compreensões falhas no processo de aprendizagem de séries anteriores ou ainda pelo meio social em que vivem. É necessário que rapidamente essas concepções sejam conhecidas e interpretadas para que posteriormente possam ser desconstruídas.

O ensino de Química, em uma abordagem histórica pode ajudar a lidar com estereótipos construídos no meio social.

Os estereótipos são o resultado da influência que o indivíduo sofre sobre o meio que está inserido, que por muitas vezes apresentam imagens distorcidas da realidade, sendo uma forma rápida de classificar o que é desconhecido ou interpretar conceitos, situações e informações. (ROCHA e LIMA, 2015, p.1)

A difusão da História da Ciência nas aulas de Ciência não podem ser confundidas com estudos sociais. Além disso, existe assimetria entre o discurso propositivo e a experiência concreta, ou seja, há apontamentos de sua importância, mas são poucos os trabalhos que explicitam ações efetivas de seu uso.

Nesse sentido, a inclusão de temas da História da Ciência no currículo acaba muitas vezes seguindo o modelo tradicional, as disciplinas específicas abordam os conteúdos e a articulação com a didática é extremamente frágil e não buscam fazer uma ampla articulação com conteúdos da Filosofia da Ciência.

Em contrapartida, a História da Ciência poderia ser utilizada como um dispositivo didático para tornar o ensino de Química mais interessante e facilitar a aprendizagem de conceitos. Como exemplos, o professor poderia mostrar por meio de episódios históricos:

- o processo gradativo e lento de construção do conhecimento;

- que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar às concepções aceitas atualmente.

- que a aceitação ou o ataque a alguma proposta não depende apenas de seu valor intrínseco, de sua fundamentação, mas que também nesse processo estão envolvidas outras forças tais como sociais, políticas ou filosóficas.

Assim, um dos pontos favoráveis para a inclusão da História e da Filosofia da Ciência em atividades de Química seria a de refletir sobre a importância essencial do entendimento de certos episódios-chaves da Ciência, como o estudo do átomo.

A segunda base conceitual que auxiliou a construção da situação de ensino foi **considerar o aluno ativo no processo de aprendizagem** “por ser condição indispensável ao pleno desenvolvimento da personalidade, do espírito crítico, do poder de reflexão e criação e da flexibilidade de raciocínio” (RANCHEIRO, 2014, p.19).

Para tanto, entendemos que a contextualização do ensino e a busca da interdisciplinaridade podem gerar interesse e motivação por parte dos alunos. Segundo Santos (2007, p.5) três são os objetivos para a contextualização no ensino:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia;
- 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência;
- 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

Dessa forma, o aluno poderá perceber relevância no que estuda e gerar motivação pelo aprendizado. De acordo com Warta, Silva e Berajano (2013), contextualizar os conteúdos pode ser entendido como trivial pelos professores, porém deve-se ter cuidado.

Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do dia a dia para ensinar conteúdos científicos pode caracterizar o cotidiano em um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos. (WARTA, SILVA e BERAJARANO, 2013, p.85)

Portanto, o professor precisa estar atento para que a contextualização não confundida com exemplificações ao conceito que se pretende trabalhar.

O protagonismo docente é destacado, na medida em que a interdisciplinaridade e a contextualização do conhecimento, assim como qualquer outra inovação curricular/pedagógica só se consolida na prática docente, por isso a afirmação de que “o conhecimento desses dois conceitos é necessário, mas não suficiente” para produzir as melhorias esperadas no ensino. (CARLOS, 2007, p. 63)

Outros pesquisadores como Silva, Oliveira e Fischborn (2011) afirmam que, quando o aluno é capaz de compreender como e onde a Química está inserida no seu cotidiano, ele consegue notar uma significação humana e social, o interesse poderá surgir e favorecer uma visão crítica do mundo em que vive tanto físico quanto social.

Outros pesquisadores como Quadros e Mortimer (2014) afirmam que a aprendizagem em sala de aula é extremamente favorecida quando se considera a interação social, na qual a construção de significados é rica. O aluno que não tem a função de reproduzir o que lhe é pedido, mas que ao contrário, pode participar inclusive na decisão do que será feito, constrói o conhecimento de uma maneira mais significativa.

E, como terceira base fundamental para a construção da situação de ensino foi considerar que **explicitar os diferentes modelos é importante, mas é preciso ter muito cuidado para que ocorram as rupturas necessárias para a aprendizagem** (GOMES e OLIVEIRA, 2007, p. 109). Tais autores afirmam em decorrência de sua pesquisa que a

compreensão de quaisquer interações moleculares é prejudicada em alunos que aceitem como correto o modelo de Dalton, que ainda não possuía divisão em partículas. Da mesma forma, no modelo de Thomson, que já propõe o conceito de elétron, mas não o de eletrosfera, assuntos como ligações químicas, magnetismo, e emissões de fótons também teriam a aprendizagem seriamente dificultada. Na realidade, defendemos a abstração do modelo, pois mesmo o modelo mais aceito, pode ocasionar entraves.

Dentre os resultados da pesquisa realizada por Rosa, Amaral e Mendes (2016, p. 56) foi constatado que há “possibilidades de rupturas contra conhecimentos tácitos e interfaces de construção do conhecimento científico por meio da História da Química”.

Para que se alcance o entendimento da estrutura atômica na sua atualidade é necessário que se conheça os modelos antecessores, mas para isso, é ainda mais fundamental que o ensino e a aprendizagem “saia do tradicionalismo e se transforme em aprendizado real” (DAMASCENO, 2015, p. 5).

Considerando os fatores aqui apresentados, podemos concluir que existe a necessidade de se planejar o procedimento didático detalhadamente para que se alcance os objetivos esperados em relação a aprendizagem, pois

um bom planejamento didático-pedagógico é a pedra fundamental no processo, no qual estão inseridos os objetivos a ser alcançado. Neste sentido a metodologia utilizada na aplicação do conteúdo fará a diferença, levando-se em consideração o ritmo de aprendizagem de

cada aluno e ainda o ambiente social em que está inserido. (DAMASCENO, 2015, p.2)

Finalizamos este capítulo destacando que a atuação do professor em sala de aula é fundamental para conduzir a aprendizagem dos alunos e que as estratégias de ensino por ele escolhidas precisam estar alinhadas a este fim. Ou seja, ao permitir a participação ativa dos alunos nas aulas, as atividades precisam ser planejadas a fim de conduzir os alunos a pensar, a analisar situações usando conhecimentos químicos, a propor explicações e a criticar decisões construtivamente.

Considera-se, portanto, a necessidade de um envolvimento ativo dos alunos nesse processo, o que requer que o professor dê voz e vez ao aluno, conhecendo o que ele pensa, como enfrenta as situações propostas e, em um processo dialógico, o auxilie na reelaboração de suas ideias (MENDONÇA e ZANON, 2014).

5. MÉTODO DA PESQUISA

Neste capítulo apresentamos o contexto da investigação da pesquisa, o desenvolvimento da situação de ensino juntamente com os instrumentos de análise dos dados obtidos.

5.1 O contexto da investigação

A pesquisa foi realizada em uma escola de um distrito da cidade de Sertãozinho no interior do Estado de São Paulo junto a alunos de 2ª série do Ensino Médio no 2º semestre de 2016. Por ser uma escola distrital, a dificuldade em conversar com professores de outras disciplinas é grande, já que em sua maioria não residem na cidade, sendo frequentemente remanejados para outras escolas para que possam trabalhar próximos às suas residências.

Nesse ano (2016), foram constituídas duas turmas de 2ª série do Ensino Médio regular no período diurno e apenas uma no noturno. A professora pesquisadora atuou como responsável pela disciplina de Química em ambas as turmas do diurno, realizou a mesma situação de ensino, mas elegeu analisar os dados de apenas uma delas, escolhida de forma aleatória, sem que houvesse algum pré-julgamento em relação às turmas.

A pesquisa contou com 28 alunos participantes. Embora trate parte dos dados de forma quantitativa (atividades de sondagem) pode ser considerada do tipo qualitativa, pois

busca a formulação de hipóteses, conceitos, abstrações, teorias e não sua testagem”. Além disso, ocorreu de maneira mais “aberta e flexível”, visando “a descoberta de novos conceitos, novas relações, novas formas de entendimento da realidade (ANDRÉ, 2005, p. 30).

Houve a preocupação de mantermos o anonimato dos alunos, a fim de preservar sua identidade. Por isso, os nomes dos alunos são fictícios. Cabe destacar que o número de ausências de alunos da turma é grande, sendo esse um fator complicador para que todos realizassem as etapas da situação de ensino.

5.2 Desenvolvimento da situação de ensino

A situação de ensino foi organizada em sete atividades com a finalidade de facilitar a compreensão pelo aluno de que o átomo teve sua teoria construída e desconstruir a ideia inicial e comum que possuem que é a de que o átomo teria sido algo primeiramente descoberto e então estudado. Durante a elaboração das atividades houve a preocupação em priorizar a participação ativa dos alunos, já que o papel condutor do professor e a atividade do aluno se efetivam em mão dupla, de tal forma que o processo interligue o

aluno ao objeto de estudo. O Quadro 04, a seguir, sintetiza as atividades programadas e executadas.

Quadro 4. Programa de Atividades realizadas com detalhamento da atuação dos participantes e dos objetivos educacionais.

PROGRAMA DAS ATIVIDADES		
ATIVIDADE	ATUAÇÃO DOS PARTICIPANTES	OBJETIVOS
1ª atividade: Representação do átomo	Alunos: registro escrito – gênero livre (desenho, texto, poesia). Pesquisadora: - oral: exposição de uma questão, explicação e resolução de dúvidas. Duração: 1 aula	Identificar as concepções iniciais dos alunos sobre o átomo.
2ª atividade: Socialização das representações	Alunos: - escrito: análise dos desenhos dos colegas - oral: discussão e apresentação Pesquisadora: - oral: explicação e resolução de dúvidas - uso do vídeo (imagem e som) - escrita na lousa da síntese das duplas Duração: 2 aulas	Apresentar e discutir em duplas e no coletivo as ideias iniciais sobre o átomo.

<p>3ª atividade:</p> <p>O átomo e sua relevância em estuda-lo</p> <p>Canção adaptada I'm Yours de Jason Mraz (I'm Yours – Scientific Cover of Jason Mraz's I'm Yours)</p>	<p>Alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oral: perguntas - Escrito: registro escrito individual (entendimentos) <p>Pesquisadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oral: leitura do caso, estimular o debate, o interesse e o registro cuidadoso das ideias iniciais dos alunos - uso do vídeo (imagem e som) <p>Duração: 1 aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entender que a música do cotidiano tem uma interpretação química. - Contextualizar o assunto; - Desenvolver a habilidade de argumentação.
<p>4ª atividade:</p> <p>Objeto de aprendizagem: simulador</p> <p>História da Ciência – importância dos cientistas e construção de modelos</p>	<p>Alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedimental: interação com o simulador - Escrito: síntese - Oral: relato e comunicação <p>Pesquisadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oral: fazer um recorte do que considera mais adequado para trabalhar com os alunos; enfatizar os princípios básicos de cada modelo e os aspectos da evolução histórica. - Favorecer as atividades de síntese (esquemas, memórias). <p>Duração: 3 aulas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perceber a importância dos cientistas do “passado” e as contribuições para os avanços científicos; - Entender a importância da primeira imagem dos átomos com a evolução dos modelos atômicos.
<p>5ª atividade:</p> <p>construção de um átomo</p>	<p>Alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Representação de modelos. <p>Pesquisadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oral: explicação e resolução de dúvidas - uso do vídeo (imagem e som) <p>Duração: 2 aulas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construir modelos que demonstrem átomos. - Saber identificar o número de prótons, nêutrons e elétrons.

6ª: Os elementos na Tabela Periódica	<p>- Alunos e profa.: confeccionar uma tabela periódica em cartolina e EVA, contendo todos os elementos químicos, exceto alguns presentes no cotidiano como Ferro, Alumínio, Cloro e Oxigênio. Desta forma, os elementos ausentes serão discutidos a partir de suas características para que os alunos possam identificar quais são eles e onde se localizam na tabela periódica.</p> <p>Duração: 2 aulas</p>	Identificar o elemento na tabela periódica e sua utilização em contextos sociais, econômicos, culturais.
7ª atividade: fechamento A Conversa com os Dados	<p>Alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - escrito: retomada do conceito - oral: apresentação de ideias <p>Pesquisadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oral: explicação e resolução de dúvidas <p>Duração: 1 aula</p>	<p>- Explicar os conceitos químicos e fazer a interligação com as temáticas dadas em sala de aula.</p> <p>- Os alunos jogam nas suas duplas, jogam os dados, onde um terá em suas faces palavras chaves sobre o que foi estudado, e no outro um nomes de duplas que deverão conversar sobre o conteúdo por trás da palavra chave.</p>
Total: 12 horas/aula		

Utilizamos os seguintes instrumentos para a obtenção dos dados ao longo da execução da situação de ensino: registro escrito e representação por desenhos dos alunos, fotografias e áudio com suas falas que permitiram a análise sobre as atividades desenvolvidas, suas potencialidades bem como limitações. Além disso, a professora e pesquisadora elaborou análises simultâneas ao desenvolvimento das atividades.

Entendemos que professor pesquisador é aquele que tem a capacidade crítica de avaliar e refletir constantemente sobre sua prática para então reformulá-la.

Optamos por utilizar a “Análise Textual Discursiva” (Moraes e Galiuzzi, 2007) que sugere as seguintes etapas para a análise e a apresentação dos dados:

- unitarização – retiram-se fragmentos de texto que representem unidades de significado;

- categorias temáticas – as unidades de significado são agrupadas segundo suas semelhanças semânticas;
- comunicação – elaboraram-se textos descritivos e interpretativos (metatextos) acerca das categorias temáticas.

Nesse sentido, a análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre a análise de conteúdo e a análise de discurso (MORAES e GALIAZZI, 2006, p. 118). Ainda segundo estes mesmos autores,

a análise textual discursiva constitui processo recursivo continuado para uma maior qualificação do que foi produzido. “O processo da análise textual discursiva é um constante ir e vir, agrupar e desagrupar, construir e desconstruir”. É um processo em que o pesquisador movimenta-se com as verdades que tenta expressar: [...]. Ainda que sentindo os avanços, o pesquisador nunca tem certeza da qualidade, originalidade e pertinência de sua produção. Isso também será construído ao longo da pesquisa em uma rede de argumentos e vozes tecidas na interlocução empírica e teórica (MORAES e GALIAZZI, 2006, p. 122-123).

Nesta pesquisa, sempre ao início da análise de cada etapa foi realizada a leitura das respostas e a interpretação de seus significados para que posteriormente pudesse ser feita a categorização. Como exemplo, na primeira atividade, é realizada a sondagem para identificar as concepções dos alunos em relação ao conceito de átomo. Neste caso, primeiramente as respostas foram analisadas cuidadosamente para que pudessem ser agrupadas em categorias que representam o significado das suas respostas. Por fim, segue a etapa da comunicação, onde são destacadas as interpretações dos resultados obtidos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos e discutimos os dados obtidos de acordo com as atividades realizadas na situação de ensino proposta.

6.1 A 1ª atividade: Representação do átomo

Sendo essa a primeira atividade da situação de ensino, foi solicitado aos alunos, individualmente, que fizessem o registro escrito de sua concepção sobre o átomo, deixando livre o gênero textual. O objetivo foi o de identificar as concepções iniciais dos alunos sobre átomo. A duração prevista e utilizada para a atividade foi de uma aula. Ao final do registro por cada aluno foi feita a exposição oral, com intervenções da professora, para explicação e discussão sobre as dúvidas.

Identificar os conceitos prévios dos alunos para iniciar qualquer processo de ensino é fundamental, tendo em vista que o conhecimento anteriormente construído muitas vezes não corresponde ao da ciência e, por isso, precisa ocorrer o processo de tomada de consciência para então, a reconstrução existir.

Assim, a seguinte questão foi feita aos alunos: *Quais são as suas concepções, ou seja, o que você sabe sobre átomo?* A partir desta, analisamos as respostas que foram categorizadas de acordo com as semelhanças entre os desenhos e escritas, conforme seguem:

- Não sabe ou não respondeu: onde estão incluídos aqueles deixaram em branco ou que escreveram não sei ou não lembro
- Célula/vivo: relação com todo organismo vivo ou células.
- Modelo de Dalton: representação por círculos.
- Modelo de Thomson: representação com sinais positivos e negativos dentro de um círculo.
- Modelo de Rutherford e Bohr: representação com orbitais que lembram o modelo planetário ou ainda os níveis energéticos. Os dois modelos foram agrupados devido as semelhanças conceituais entre os dois modelos.
- Molécula: representa erro conceitual, onde o aluno faz alguma referência em seu desenho que remete à molécula, como linhas conectadas.

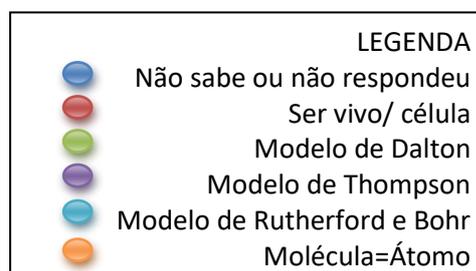
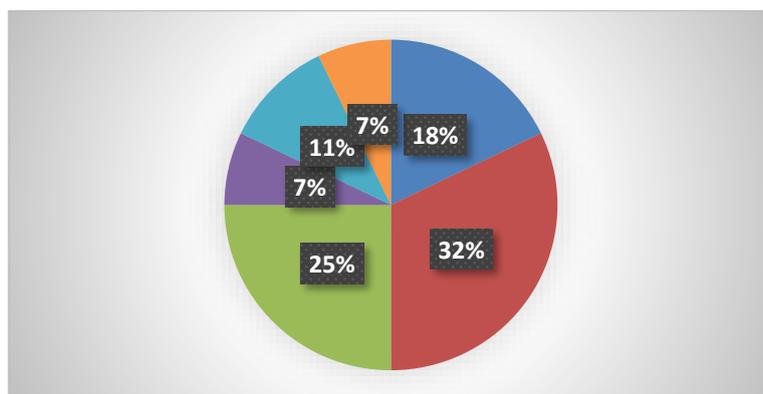
A tabela 1 representa essas categorias de acordo com o número de respostas e percentual obtido para cada concepção.

Tabela 1. Concepções dos alunos sobre o átomo obtidas na Atividade 1 – Sondagem.

CATEGORIA	Nº de alunos	Percentual
Ser vivo/ Célula	9	32%
Modelo de Dalton	7	25%
Não sabe ou não respondeu	5	18%
Modelo de Rutherford e Bohr	3	11%
Modelo de Thomson	2	7%
Molécula=Átomo	2	7%
TOTAL	28	100%

Para melhor visualização, seguem as respostas obtidas no formato de gráfico, conforme abaixo.

Gráfico 1. Percentual das respostas sobre as concepções dos alunos referentes ao átomo



De acordo com a Tabela 1 e gráfico 1 podemos afirmar que 32% dos alunos relacionou átomo com célula, listados na categoria Ser vivo/Célula, conforme excertos:

O que forma todo ser vivo. (Júlio)

Átomo é um organismo vivo. (Ana)

Átomo é um célula e um organismo vivo. (Lucia)

Entendemos que essa visão é distorcida sobre o conceito onde os alunos não possuem uma evolução conceitual. De acordo com Mortimer, Scoot e El-Hani (2012, p.113)

conceitos são tomados, assim, como entidades mentais relativamente estáveis que são possuídos por um indivíduo. Neste caso, a mudança ou evolução conceitual é entendida como um processo por meio do qual estes esquemas individuais sofrem algum tipo de transformação. Na educação científica, isso pode significar a aprendizagem pelo estudante de alguma forma do posto de vista da ciência escolar.

O animismo, que consiste em ver interpretar conceitos considerando eles como algo vivo, no Ensino de Química é discutido por vários autores e dentre eles podemos citar Leite, Silveira e Dias (2006). Para estes autores há necessidade de se rever as imagens apresentadas nos livros didáticos que muitas vezes representam os átomos como pessoas que conversam entre si, fortalecendo ao aluno a ideia animista para o conceito átomo.

O livro didático pode auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Ciências ou mesmo reforçar distorções conceituais. Silveira e Cicillini (2001, p. 136) relatam que lamentavelmente, nas últimas décadas, este recurso foi (e ainda tem sido) utilizado não como um apoio instrumental para os docentes nas aulas de Ciências, mas como um guia metodológico de suas ações e de elaboração das propostas curriculares. Isto provoca um condicionamento da autonomia dos professores em relação ao livro didático, que dita os passos das atividades escolares, pois é considerado como único recurso possível de ser utilizado na sala de aula (LEITE, SILVEIRA e DIAS, 2006, p. 23).

Dentre o total de alunos, 25% representou o átomo como “bolas” ou “círculos” como apresentado na figura 6 ou ainda em frases como “a menor parte da matéria” e “indivisível”. Neste caso relacionam ao modelo atômico de Dalton.

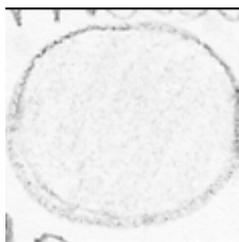


Figura 06. Resposta de aluno que referencia o modelo atômico de Dalton.

Essa concepção indica uma representação parcial sobre o conceito, pois possivelmente os alunos não conseguiram compreender a evolução dos modelos, o que de certa forma já era esperado se considerarmos que indicam concepções prévias que vem de forma espontânea. Também houve referência ao modelo de Thomson em menor proporção (7%), como exemplificado na figura 7

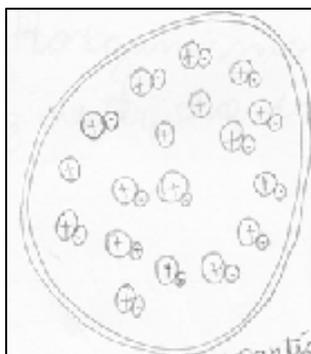


Figura 07. Resposta de aluno que referencia o modelo de Thomson

Assim como apresentamos na figura 8 ,aos modelos de Rutherford e Bohr (11%),

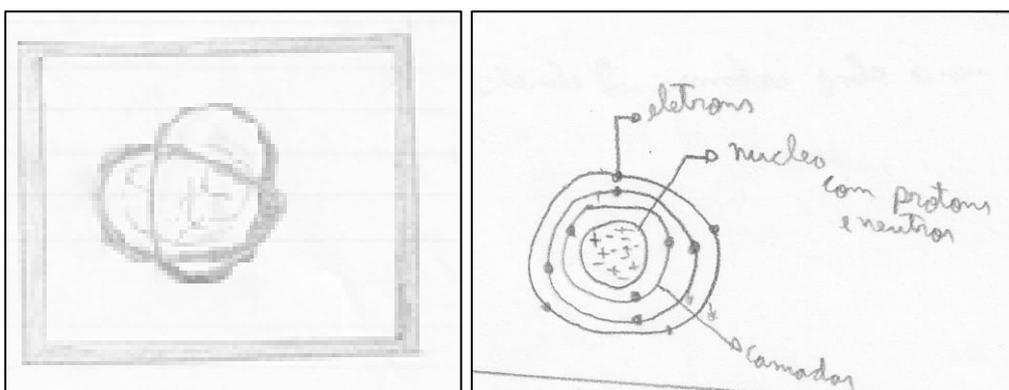


Figura 08. Respostas de alunos que referenciam os modelos de Rutherford e de Bohr

De acordo com os desenhos, os modelos de Rutherford e Bohr tiveram maior ocorrência entre as respostas quando comparados àqueles que referenciaram ao de Thomson. A este fato atribuímos a grande frequência com que mídias apresentam desenhos e/ou imagens do modelo planetário para representação do átomo. Um fator responsável também que leva alguns alunos a recordarem esta representação do modelo foi o deste ser o último modelo abordado durante o 9º ano do Ensino Fundamental.

Houve um número expressivo de quase um quinto da turma em análise que informou não saber ou que simplesmente preferiu não responder. No caso desses alunos em especial, ao entregarem a atividade alguns ficaram envergonhados e pediram algumas vezes para que a professora pesquisadora respondesse a ele ou pelo menos ofertasse dicas para que não entregassem a atividade “em branco”. Como o intuito era analisar as respostas dos alunos, a professora preferiu não intervir a fim de não perder a confiabilidade nas respostas obtidas.

Uma menor parte dos alunos apresentou um equívoco conceitual entre átomo e molécula, demonstrando conjunto de átomos nas representações ao invés de apenas um.

Com a análise de cada uma das respostas foi possível identificar as concepções dos alunos sobre o átomo para que fosse possível fazer o agrupamento entre eles (duplas) para o desenvolvimento da próxima atividade,

Assumimos que se aprende por permanente reconstrução de conhecimentos já anteriormente adquiridos, por adição de mais significados a partir do envolvimento em situações desafiadoras relacionadas aos temas trabalhados sobre os quais os alunos são solicitados a refletir.

Aceitar que toda a aprendizagem se dá por reconstrução implica superar o entendimento de que se aprende por mera assimilação e recepção da informação pronta; é assumir que se aprende por uma ativa participação de todos os envolvidos. Assim, na sala de aula não ocorrem reproduções de conhecimento, mesmo que o professor acredite que essa reprodução esteja acontecendo. Ocorrem elaborações pessoais de significados a partir de interações, por meio da fala individual e do diálogo com outros sujeitos.

6.2 A 2ª atividade: Socialização das representações

Na segunda atividade, já com os alunos organizados em duplas, estes analisaram as concepções e principalmente os desenhos que seus colegas fizeram para indicar o quê

e como é o átomo. Nesta análise, os dois deveriam encontrar em meio às duas diferentes concepções qual delas indicaria uma melhor resposta à pergunta: “O que é átomo?”

Os alunos, após discussão prévia, registraram na forma escrita e então apresentaram aos colegas a conclusão a que chegaram. A professora no momento da apresentação aos demais alunos da turma, procurou fazer a mediação, explicando e tirando dúvidas.

Dentre as dez duplas presentes no dia e que realizaram a atividade, inicialmente, quatro delas mencionou em suas respostas a frase “átomos são minúsculas partículas que compõe a matéria”. Entretanto, após a discussão e a socialização, apresentaram os seguintes registros:

....no decorrer dos anos sofreu muitas transformações. (Ana e Rodrigo)

...também é um organismo vivo. (Pedro e Miguel)

...encontrada dentro de uma célula ou objeto. (Julio e Lucas)

...possui também elétrons grudados. (Luana e Lívia)

Dois duplas mencionaram em sua concepção sobre átomo que o mesmo seria um organismo vivo, porém também desenharam um modelo que referenciava ao de Bohr, conforme figura 9 a seguir.

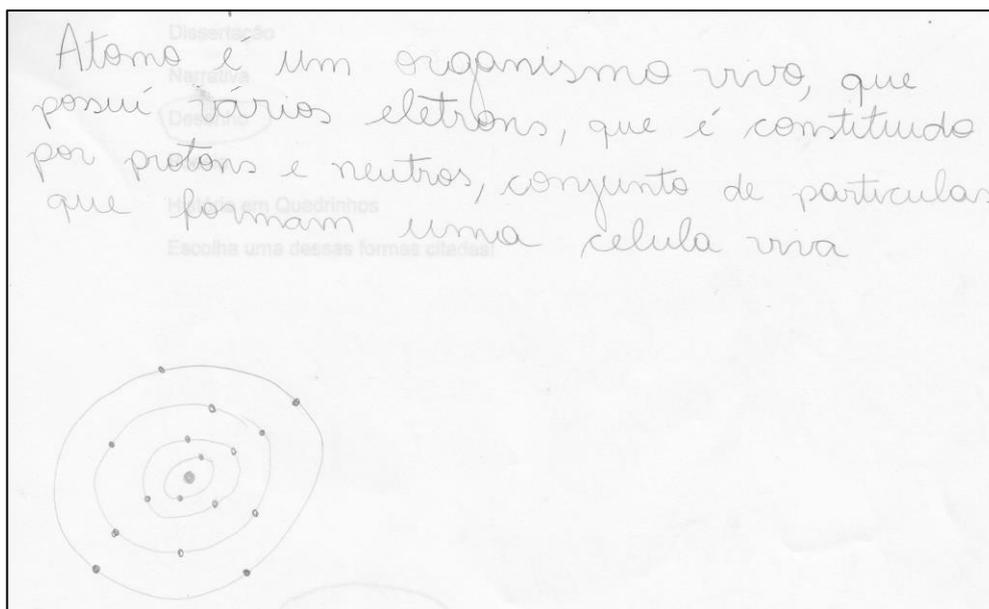


Figura 9. Resposta de aluno, relacionando átomo com organismo vivo.

A recorrência do animismo, agora já na segunda atividade, mais uma vez evidencia a necessidade de um maior cuidado com a abordagem desse tema, principalmente nos livros didáticos de Ciências destinados aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Em seu estudo referente aos obstáculos verbais e substanciais nos livros didáticos, obstáculos que assim como o animismo são considerados como obstáculos epistemológicos. Lopes (1993, p. 13) afirma que

na medida em que sempre conhecemos contra um conhecimento anterior, retificando erros da experiência comum e construindo a experiência científica em diálogo constante com a razão, precisamos constantemente suplantarmos os obstáculos epistemológicos.

Houve ainda três duplas de alunos que também apresentando concepções animistas, na sua conclusão afirmou que o átomo consiste em “partículas vivas”, conforme excerto:

Átomo é um organismo vivo, que possui vários elétrons, que é constituído por prótons e nêutrons, conjunto de partículas que formam uma célula viva.

Esse tipo de resposta demonstra que a concepção de um dos integrantes permaneceu, sendo esta plausível a ponto de convencer o colega, pois já havia mencionado na primeira atividade que o átomo seria uma “partícula viva”.

Destacamos também essa dificuldade, ou seja, trabalhar as ideias dos alunos no sentido de migrar das que possuem (de senso comum) para as científicas.

Acreditamos que, para que ocorra o processo de reconstrução conceitual, é fundamental que o professor identifique os conhecimentos prévios dos alunos. Mortimer (1995) aponta a importância de se conhecer o que ele chama de “modelo elementar” de cada aluno, anteriormente a fase de se construir com eles o conhecimento dos modelos mais avançados.

A construção desse modelo elementar em sala de aula tem a vantagem de chamar a atenção para a natureza dialética da relação entre modelo e realidade, teoria e fenômeno, característica importante da ciência Química. Mais importante que o atomismo elementar é a construção da própria noção de modelo, que será de muita utilidade no estudo de modelos atômicos mais avançados e de outros modelos, como o de ligações químicas. (MORTIMER, 1995, p.26)

No desenvolvimento dessa atividade, a professora atuou no sentido de socializar as respostas de cada uma das duplas e explicar cada resposta, a fim de favorecer a tomada de consciência de seus modelos. Por exemplo, outra dupla apresentou a seguinte concepção de átomo: “uma massa elétrica, se cortada ao meio produz uma explosão atômica”, podendo dessa forma estar associando com a ideia de fissão nuclear. O fim da atividade com a discussão coletiva das ideias iniciais foi de extremo proveito, levou a uma motivação entre eles em busca de encontrar a resposta correta do ponto de vista da ciência.

Nesse sentido, ao valorizarmos as falas dos alunos em sala de aula, pretendemos, além de expressar o conhecido, atingir modos mais elaborados de entendimento. Por isso, o professor desempenha um papel mediador importante ao apontar novas compreensões pelo questionamento de conhecimentos expressos e pela apresentação de novos pontos de vista que os alunos ainda não conseguiram expressar por conta própria.

Acreditamos que o movimento de reconstrução pode ocorrer de diversas formas como por exemplo a partir de falas exploratórias e modos de expressão dos conhecimentos iniciais dos alunos. Essas falas iniciais não visam apenas ao que é certo ou verdadeiro, mas abrem espaços para que os participantes possam ir qualificando suas falas na interação com os colegas e o professor. Nesse sentido, a fala dos alunos no início de uma atividade docente é necessária para que o professor possa conhecer como eles pensam e o que já conhecem sobre determinado tema. Se os diálogos iniciais forem organizados em torno de perguntas e questionamentos do tipo “por que” possibilitam também compreender os modos de raciocínio dos alunos (MORTIMER e QUADROS, 2009).

Dentre o total de alunos, oito faltaram nessa etapa, sendo necessário um reagrupamento, sobrando quatro duplas sem realizar a atividade. Essa foi uma das dificuldades ou limitação encontrada. De acordo com autores como Moraes e Varela (2007), as ausências dos alunos nas aulas ao longo do período letivo vêm como consequência da sua falta de motivação o que além das faltas gera distração, esquecimento de seu material escolar e muita conversa.

6.3 A 3ª atividade: O átomo e sua relevância em estudá-lo

Considerando as duas atividades anteriores e a dificuldade na continuidade da discussão do tema, decidimos abordá-lo no sentido de destacar sua relevância contextual. Por isso, apresentamos um vídeo da gravação da música *I'm Yours de Jason Mraz* com

letra adaptada para a ciência (*I'm Atoms – Scientific Cover*) conforme link: <https://www.youtube.com/watch?v=DBjZz0iQrZI> e letra com tradução nossa, conforme Apêndice A. Destacamos a seguir alguns trechos:

Os átomos do poço se unem para formar moléculas
A maioria do que está em torno de mim e você
Água, açúcar, coisas ainda não sonhadas

Olhe ao seu redor, veja as combinações em uma árvore de eucalipto
Periodicidade de Mendeleev
Dá-nos areia e água e o ar acima

É apenas química que você e eu somos feitos destes átomos:
Hidrogênio, oxigênio, carbono, nitrogênio, compõem formas de vida
do mundo

Átomos se unem para formar moléculas
A maioria do que está em torno de mim e você
Água, açúcar, areia e você vai encontrar coisas que nunca sonharam

Após ouvirmos 3 vezes, houve um momento de debate e os alunos realizaram perguntas. Posteriormente, fizeram o registro escrito individual dos seus entendimentos. Essa parte da situação de ensino mostrou-se fundamental para desenvolver a capacidade de argumentação. O estímulo ao debate ocorreu com questionamentos como:

O que percebem que a música tem como tema principal?

Conseguem perceber a importância de se aprender sobre o conceito átomo?

Onde então podemos dizer que temos átomo durante nosso dia?

O início do debate foi mais silencioso, porém a cada comentário que surgia algum outro aluno discordava ou complementava a fala. Por isso, esse momento se tornou muito produtivo.

Dentre as transcrições, podemos destacar a de dois alunos que discordaram quando um deles afirmou que só aprende o conceito de átomo porque é “obrigado”:

Pedro – *Eu não acredito em nada disso, de que o átomo existe ou que eles estejam em todos esses lugares, a gente só estuda isso por obrigação e porque um dia pode ser que a gente faça vestibular, que eu nem vou fazer.*

Lucas – *Não é bem assim também, pelo visto eles tem provas de que o átomo existe e de que está em tudo, porque iam fazer a gente estudar essas coisas se não fosse verdade.*

Pedro – *Pode até ser que exista, mas ainda assim não vou fazer vestibular, então pra que?*

Um terceiro aluno entrou na discussão e afirmou timidamente:

Murilo – *Não sei se eu tô certo sabe, mas eu também tem hora que acho meio chato aprender tanta coisa que parece que nunca vamos usar, mas no fundo quando a gente aprende e sabe algo novo a gente passa a ter mais assunto nas conversas, parece que queremos contar o que aprendemos e sabemos, a não sei explicar mas tem hora que é até gostoso fala pra alguém algo que a gente sabe e que o outro não sabe.*

Concluído o debate, os alunos fizeram o registro escrito dos aspectos apontados. Oito dos vinte e um presentes neste dia apontaram a relevância desse estudo por ser fundamental para aprender outros conteúdos: “é bom para o nosso conhecimento”. Ainda outros 5 alunos destacaram a presença e o entendimento do dia a dia como grande relevância de se estudar sobre o átomo.

Lucio - *sinto que é a primeira vez que podemos falar tanto sobre algo, que na verdade nem entendemos tanto.*

A aprendizagem contextualizada e interdisciplinar está associada à preocupação em retirar o aluno da condição de espectador passivo, em produzir uma aprendizagem significativa e em desenvolver o conhecimento espontâneo em direção ao conhecimento abstrato. No entanto, desenvolver a tendência pedagógica que prioriza vínculos entre conteúdos escolares e aspectos da realidade vivencial dos estudantes não pode ser visto como algo simples. Contextualizar conceitos científicos a serem significados pelos estudados é um desafio.

Segundo Lopes (2002, p. 5) a contextualização no ensino valoriza atividades capazes de produzir mudanças em contextos situados, capazes de promover uma aprendizagem contextualizada visando a que o estudante

aprenda a mobilizar competências para solucionar problemas em contextos apropriados, de maneira a ser capaz de transferir a capacidade de resolução de problemas para os contextos do mundo social.

Na fala do aluno, este identifica seu o papel ativo, sendo interrompido por outro colega:

Matheus - *Na verdade é que a gente as vezes tem vergonha de errar, mas a gente nem percebe que se a agente não falar também não aprende.*

Destacamos que o aspecto motivacional nessa atividade da situação de ensino foi favorecido, pois alguns alunos expressaram verbalmente sua satisfação. De acordo com Pozo e Crespo (2009, p. 40) “sem motivação não há aprendizagem escolar”.

Ouros pesquisadores como Warta, Silva e Bejarano (2013) afirmam que a contextualização do ensino de química se torna fundamental para favorecer a aprendizagem.

Contextuar, portanto, seria uma estratégia fundamental para a construção de significações na medida em que incorpora relações tacitamente percebidas. O enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida, em outras palavras, trata-se de uma contextualização. (WARTA, SILVA, BERJANO, 2013, p.86)

Uma das bases teóricas utilizadas para a construção da situação de ensino foi considerar o aluno ativo no processo de aprendizagem como anteriormente citado e, nesse caso, a atividade realizada proporcionou uma grande participação dos alunos que debateram sobre o tema.

6.4 A 4ª atividade: Objeto de aprendizagem simulador

Para a realização da quarta atividade os alunos se dirigiram até a sala de informática da escola e utilizaram, com orientação da professora, um simulador encontrado no PhET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/) chamado Modelos do átomo de hidrogênio (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/hydrogen-atom).

A professora nessa atividade teve o papel de selecionar e de fazer um recorte sobre os princípios básicos de cada modelo e os aspectos de sua evolução histórica. A observação do simulador se fez para que o aluno pudesse perceber a importância dos cientistas do “passado” e as contribuições para os avanços científicos e entender a importância da primeira imagem dos átomos com a evolução dos modelos atômicos.

Esta atividade foi filmada para que a professora pesquisadora pudesse fazer a análise das falas e das perguntas feitas pelos alunos uma vez que possibilita retornar várias vezes.

A duração foi de três aulas, sendo toda a dinâmica do simulador feita no mesmo dia. No simulador, os modelos atômicos são mostrados separadamente, juntamente com as demonstrações das fragilidades presentes que levaram a elaboração de novo modelo. A professora pesquisadora fez os recortes do que considerou mais adequado para trabalhar com os alunos, sempre enfatizando os princípios básicos de cada um dos modelos e os aspectos da evolução histórica. Os alunos observaram o simulador, interagiram com o mesmo e ainda ouviram os apontamentos. Destaca-se a imensa participação dos alunos nesta atividade, fazendo perguntas e em alguns momentos, ocorrendo debates entre eles.

Entre um modelo e outro, um dos alunos fez a seguinte indagação, demonstrando timidez: *Professora você não vai ficar brava se eu perguntar? Me diz, o que é átomo?* Essa indagação demonstrou certa ansiedade em busca de uma resposta correta, definida cientificamente. A professora fez considerações necessárias, como por exemplo, “Não existe motivo para ficar brava, nesse momento é normal que a curiosidade apareça, juntamente com a necessidade de compreender com rapidez o tema que estamos trabalhando”. Foram retomados os assuntos já trabalhados nas outras atividades e os demais alunos também colaboraram fazendo comentários do que recordavam como Ana disse: *Não é verdade que é tudo, é o que forma tudo que existe não é mesmo?*

Ao final da atividade, os alunos realizaram sínteses de suas compreensões. Abaixo estão descritos alguns trechos das sínteses realizadas e entregues pelos alunos.

Luana - *É importante conhecer todos os modelos para sabermos como a representação do átomo se transformou no que é hoje.*

Pedro - *É importante saber porque os outros modelos não deram certo.*

Rodrigo - *É importante saber que antes de conseguir chegar no correto teve mudanças para chegar na representação certa do átomo.*

Matheus - *Temos que entender que o primeiro modelo possibilitou que outras pessoas pudessem acertar o modelo.*

Respostas como aquela apresentada pelo aluno Luana demonstram o entendimento de que a teoria foi construída e que os modelos são representações. Para este aluno, a evolução científica possibilita as alterações nas representações e no que se conclui sobre assuntos referentes a ciência como o conceito de átomo. Já a resposta do

aluno Pedro, evidencia a necessidade de se conhecer um modelo e tentar entender os motivos pelos quais sua modificação foi necessária.

As respostas de Rodrigo e Matheus nos permitem inferir que conhecer a evolução conceitual bem como os processos é fundamental na compreensão da ciência, porém devemos destacar a ideia da ciência como um conhecimento “acabado” e que chega a um conceito “correto”.

Observamos um avanço em relação a apropriação do conceito científico pelos alunos durante a atividade do simulador. Isso pode ter ocorrido, pois

a conjugação teórica e empírica do fenômeno simulado pelo computador, diferentemente da animação ou da reprodução audiovisual, torna-se uma referência ímpar nas situações em que o aluno trabalha na resolução de problemas diante do computador. Nossa hipótese prevê que na medida em que o aluno se apropria desses dispositivos sociotécnicos, a estrutura de seus dispositivos de pensamento é influenciada pela conjugação teoria-empíria, repercutindo tanto nos seus discursos, como nas formas de agir. Esta seria a principal contribuição dos estudos sobre os fenômenos simulados para a Educação em Ciências, do ponto de vista da teoria do conhecimento (GIORDAN, 2005, p. 289).

Destacamos então que o computador, utilizado como ferramenta cognitiva, tornou-se mais um elemento para expandir o conhecimento humano, tendo como ponto positivo, sua flexibilidade de adaptação ao ritmo da aprendizagem individual de cada aluno, exigindo um novo paradigma: pensar, analisar, concluir, inferir, interpretar. Este paradigma traz a perspectiva de valorização das habilidades do pensamento (SERRA e ARROIO, 2007).

6.5 A 5ª atividade: construção de um átomo

A fim de representar todos os modelos estudados anteriormente foi realizada a quinta atividade. Todas as duplas deviam representar átomos segundo cada um dos modelos e identificar os prótons, os neutros e os elétrons dos elementos.

Os alunos poderiam realizar a construção de cada um dos modelos atômicos por desenho ou ainda em três dimensões com utilização de bolinhas de papéis ou ainda outros materiais escolares que os alunos tivessem. A maioria preferiu realizar com uso de desenhos e neste momento foi perceptível a forma como compreendiam a real diferença da estrutura atômica de um modelo para o outro em cada uma das atividades entregues.

A escolha dos desenhos pode ter sido conduzida pelo grau de facilidade e/ou dificuldade de realizar essa tarefa.

Enfatizamos novamente o papel ativo dos alunos no processo de aprendizagem juntamente com a demonstração da importância da interação entre grupos para desenvolver a atividade. A análise dos desenhos foi feita individualmente.

Neste momento da situação de ensino, a professora mostrou a diferenças dos átomos em relação ao número de massa, prótons, nêutrons e elétrons e introduziu uma breve explicação sobre a construção da tabela periódica. As figuras 11 e 12 representam alguns dos trabalhos entregues pelos alunos.



Figura 10. Desenhos dos modelos atômicos feitos pelo Grupo 1.

A figura acima elaborada pelos alunos Ana, Pedro, Miguel e Luana representa átomos segundo cada um dos modelos e não remete a erros conceituais. Vale ressaltar que no ato da entrega da atividade indagaram a professora, pois não sabiam se os átomos possuíam cores, já que haviam pintado os modelos. A professora perguntou se eles lembram onde estão os átomos e com rapidez disseram: “em tudo”. Em seguida, a professora indagou: “existem coisas coloridas nesse tudo?” Os alunos sorriram e sentaram. Esta pergunta visa buscar explicações do mundo microscópico a partir dos aspectos macroscópicos e visíveis, o que na verdade não representa o conceito científico, mas que demonstra a tentativa da construção do conhecimento científico pelos alunos a partir do que para eles é conhecido, o que por muitas vezes é feito como método de ensino pelos professores, as chamadas metáforas e dessa forma, reforça a necessidade do seu uso com o devido cuidado.

Podemos concluir que a opção por utilizar metáforas, sem que em seguida seja apresentada uma explicação que busque explicitar os elementos comparados, ou seja, sem que haja a desconstrução da metáfora, pode atuar como um obstáculo à aprendizagem dos alunos. Em outras palavras, reconhecemos que a metáfora pode ocupar um papel positivo na construção do conhecimento científico em sala de aula, mas que, para que isso ocorra, o professor deve buscar explicitar os elementos da metáfora que são, de fato, úteis na explicação científica (PESSANHA & PIETROCOLA, p.381-382, 2016)

O destaque do trabalho apresentado a seguir é a utilização de algodão no modelo que remete às nuvens eletrônicas. Curiosa, a professora perguntou porque de seu uso e eles disseram: “lembra uma nuvem”.



Figura 11. Desenhos dos modelos atômicos feitos pelo Grupo 2.

A realização dessa atividade foi feita em sala de aula e a interação entre os alunos de um mesmo grupo foi intensa, porém poucas vezes houve pedido de auxílio à professora que esteve disponível para explicação e resolução de dúvidas. A ausência de

questionamentos pode ser entendido como um indicativo da compreensão dos modelos e que a interação entre os colegas do grupo já seria suficiente para essa atividade.

Assim, puderam desenvolver a autonomia que, de acordo com pesquisadores como Freire (2009) e Fernandes (2014) é necessária para que os alunos possam fazer escolhas críticas e preparar-se para agir com autonomia e gerir as informações que recebe. Conseqüentemente, podem tomar decisões em relação a cada modelo que seria representado.

Após análise detalhada dos trabalhos entregues foi possível identificar que neste momento da situação de ensino as compreensões da evolução dos modelos e da necessidade de representação dos mesmo já havia sido promovida do ponto de vista da ciência.

Parece não haver dúvida, atualmente, quanto a importância da interação desejável em sala de aula, envolvendo não somente professor e alunos mas também os próprios alunos. Tem como base as teorias sócio culturais e sócio interacionistas das quais Vygotski (1989) é um precursor quando entende a aprendizagem como construção dos significados a partir de um compartilhar socialmente.

Acreditamos que a interação que se estabelece numa sala de aula pode trazer resultados positivos para a aprendizagem e na formação de professores.

6.6 A 6ª atividade: Os elementos na Tabela Periódica

A sexta atividade referente a construção da tabela periódica vem com o intuito de dar continuidade à discussão sobre o conceito átomo e mais uma vez trabalhar com a perspectiva contextual de ensino.

Durante a confecção da tabela periódica, os alunos fizeram sugestões a todo momento. Antes mesmo que a atividade se concretizasse, já demonstraram motivação e interesse em participar.

Assim, elaboraram uma tabela periódica em cartolina e EVA contendo todos os elementos químicos, exceto alguns presentes no cotidiano como Ferro, Alumínio, Cloro e Oxigênio. Estes foram analisados a partir de uma perspectiva contextual e tiveram suas características discutidas de acordo com suas posições na tabela periódica. Segue uma das figuras do trabalho realizado pelos alunos.

TABELA PERIÓDICA

1																	18								
H											B	C	N	F	Ne										
Li	Be	ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO											Si	P	S	Ar									
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr							
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe								
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn								
Fr	Ra	La-Lu	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Série dos Lantanídeos														
											La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
											Série dos Actinídeos														
											Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Figura 12 - Imagem do trabalho exposto pelos alunos na escola com os elementos escolhidos tampados com um pedaço de EVA.

A atividade levou os alunos a reconhecerem alguns elementos químicos da tabela periódica como grandes contribuintes da sua vida cotidiana, tendo em vista que os elementos destacados foram escolhidos por eles. Segundo Freire (2009), os alunos “podem ser chamados de auto-regulados quando são metacognitivamente, motivacionalmente e comportamentalmente mais ativos nos seus processos de aprendizagem” (FREIRE, 2009, p.280). Ao reconhecerem alguns elementos presentes em seu dia a dia puderam explicar oralmente onde se encontram.

Mediante a contextualização e o incentivo da capacidade de aprender os conhecimentos não devem ser vistos como “simples unidades isoladas de saberes, mas sim que estes se inter-relacionam, contrastam, complementam, ampliam e influem uns nos outros” (Brasil, 2002, p. 30).

Por outro lado, cabe-nos destacar também que houve uma dificuldade: desmistificar a ideia que ferro e metal são sinônimos. Esta situação nos remeteu a alguns questionamentos: Como orientar os diálogos entre todos, de tal modo que as conversas sejam espontâneas e que cada um se sinta confiante para manifestar suas ideias, mesmo que desviando a conversa para direções não inicialmente previstas? Como valorizar a fala

nesse contexto de reconstrução, de inclusão de novos conhecimentos naquilo que já é conhecido?

6.7 A 7ª atividade: fechamento - A Conversa com os Dados

Para encerrar a situação de ensino foi feita uma conversa com os dados, ou seja, um momento para relembrar cada uma das atividades e os avanços observados. Destacamos algumas falas dos alunos que demonstraram uma mudança de postura durante o processo. Abaixo, observe as transcrições de algumas falas dos alunos.

Pedro - Na verdade mesmo parecia que ia ser muito chato e eu nem queria participar porque já começou me perguntando de algo que eu nem sabia direito o que era, mas foi passando e eu fui ficando até curiosa pra saber qual seria a próxima parte.

Miguel - Eu gostei mais da parte do computador porque quando a gente vai na sala de informática é só para fazer pesquisa, dessa vez parece que o tempo passou tão rápido, eu nem sabia que na internet também encontrava esse tipo de atividade.

Rodrigo - Será que tem como fazer assim com outras matérias, porque as vezes eu sinto que podemos até começar a gostar do que não gostamos.

Ana - Professora o mais legal para mim foi poder fazer e até dar opinião na maioria das atividades.

Luana - Fazer a tabela foi o mais legal, pois a gente pediu e até mudar a tabela a gente mudou.

Estas falas indicam a importância da motivação, pois

configura-se como uma tendência natural para buscar novidades e desafios. O indivíduo realiza determinada atividade pela própria causa, por considerá-la interessante, atraente ou geradora de satisfação. É uma orientação motivacional que tem por característica a autonomia do aluno e a auto-regulação de sua aprendizagem. Já a motivação extrínseca tem sido definida como a motivação para trabalhar em resposta a algo externo à tarefa, como a obtenção de recompensas externas, materiais ou sociais, em geral, com a finalidade de atender solicitações ou pressões de outras pessoas, ou de demonstrar competências e habilidades (NEVES e BORUCHOVITCH, 2004, p. 79)

E, no que se refere aos conceitos apreendidos, os avanços maiores foram na compreensão da necessidade de conhecer os modelos e em compreender como eles

evoluíram a partir de novas descobertas científicas, levando dessa forma a construção da teoria do átomo. As atividades nas quais os alunos participaram de debates, geraram uma atuação mais efetiva e, em geral, proporcionaram maiores avanços.

Por outro lado, houve limitações na distinção entre átomos, moléculas e células, mesmo após a realização das atividades para alguns alunos.

Conforme mencionado anteriormente, os indícios de aprendizagem foram identificados com a 4ª atividade, mas o desenvolvimento de todas elas (7 atividades) foram essenciais para que houvesse a desconstrução de algumas ideias errôneas do ponto de vista da ciência. Ao final, alguns alunos com atitudes mais tímidas e introspectivas durante a realização da atividade, apresentaram dificuldade na diferenciação entre átomo e molécula nos momentos em que eram indagados e ainda faziam referência ao átomo como um conjunto de “coisas”.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento da situação de ensino ficou evidente que as bases teóricas escolhidas proporcionaram avanços na aprendizagem do conceito de átomo pelos alunos assim como seu papel ativo. Porém, antes da realização de qualquer intervenção em sala de aula por parte do professor, cabe destacar a extrema relevância de considerar as respostas dos alunos nas primeiras atividades para fins de sondagem.

Ao identificarmos as concepções iniciais dos alunos pudemos avançar no encaminhamento das atividades a fim de promover indícios de aprendizagem referente ao conceito. Entre as respostas obtidas durante a sondagem, destacamos problemas conceituais, como por exemplo, átomo entendido por célula. Isto indica a importância de o professor buscar propostas metodológicas diferentes daquelas tradicionais como as contextuais e interdisciplinares, principalmente quando o conceito é abstrato. Porém,

um obstáculo sério para entender o sentido da atividade interdisciplinar reside no fato de que os pesquisadores e docentes estão envolvidos em idiosincrasias das quais eles não são totalmente conscientes, entrando em debates intermináveis sobre um tema que é profunda e extensamente polissêmico, que circula por todos os lugares geográficos e institucionais, mas com significados diversos (LEIS, p.3, 2005)

Superada a fase de sondagem vimos a necessidade de discutir com os alunos onde estão os átomos, do que se tratam e porque estudá-los. Para que essas respostas pudessem ser expostas, decidimos apresentar uma música sobre a estrutura atômica e as suas propriedades no cotidiano. Realizar um debate com os alunos após leitura da letra e oitiva da música proporcionou com que os mesmos sentissem motivação e percebessem o seu papel ativo durante o processo.

Não podemos deixar de mencionar que o fator interacional, promovido num dos momentos, como com o uso de mídia – já que o mundo no qual estamos inseridos é tecnológico e globalizado – foi importante para favorecer o interesse e a motivação. Acreditamos, então, que a atividade realizada na sala de informática extrapolou os limites da sala de aula em termos de recursos disponíveis, ou até, em termos de recursos utilizados com maior frequência, muitas vezes focalizados apenas no quadro e nos materiais didáticos. Além disso, nesse momento – 4ª atividade – pudemos identificar indícios de aprendizagem pelos alunos em relação à compreensão conceitual e desconstrução da ideia de que o átomo foi descoberto. Ainda nessa atividade foi possível identificar, pelas respostas obtidas, uma melhor compreensão pelos alunos sobre como a ciência está em constante evolução.

Do ponto de vista do professor, uma das dificuldades reside em ensinar conceitos que são representados por modelos, dada a necessidade de abstração para seu entendimento. Por isso, concordamos com Souza, Justi e Ferreira (2006), quando afirmam que os modelos são representações no formato de analogias que, por sua vez, podem gerar erros conceituais.

Ainda sob a ótica do papel do professor em sala de aula entendemos, assim como Almeida (2008), que o processo de formação requer a mobilização de saberes teóricos e práticos capazes de propiciar o desenvolvimento das bases para que o professor investigue sua própria atividade e, a partir dela, possa se colocar como sujeito de suas práticas, analista do contexto em que atua, articulador dos conhecimentos teóricos com as dinâmicas sociais e as necessidades de aprendizagem de seus alunos.

Nesse sentido, a situação de ensino proposta foi desafiadora tanto na fase de planejamento como na de execução. Por exemplo, identificar as concepções dos alunos, perceber lacunas conceituais para então reconstruir ou desconstruir, por meio de estratégias diversificadas, para então promover indícios de aprendizagem, não foi tarefa fácil.

Alguns questionamentos nos surgem: se a situação de ensino tivesse seguido outros caminhos metodológicos seria possível identificar outros indícios de aprendizagem?

A reflexão sobre as práticas tem se mostrado fundamental para o desenvolvimento profissional docente, pois permite a conscientização contínua e progressiva sobre as complexidades inerentes ao trabalho docente. Ao professor assumir-se como um protagonista, caracterizando como um agente da mudança, poderá refletir sobre aspectos relativos à sua prática docente, bem como sobre os diversos problemas da escola (HERDEIRO e SILVA, 2008). Portanto, ao atribuir significados sistematizados e disciplinados a fim de compreender e analisar sua prática, poderá buscar modificações e melhorias contínuas.

Por fim, dentre as contribuições desta pesquisa para a área de Educação em Química e/ou Ciências podemos destacar a importância de o professor estar atento ao “desenho” de uma proposta didática que leve em consideração a participação ativa dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem de conteúdos, sejam eles conceituais, atitudinais ou procedimentais. A proposta sugerida e analisada neste trabalho evidenciou seu potencial para o estudo do conceito de átomo, pois a participação ativa do aluno ao longo de todo processo gerou proximidade com o professor na medida que ambos estavam

envolvidos e dispostos à mudança: os alunos em reconstruir suas ideias e o professor em repensar sua prática. E, nesse sentido, a ciência assim como a prática docente estão em constante mudança num processo de retomada de concepções e ações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. I. Ensino com pesquisa na licenciatura como base da formação docente. TRAVERSINI, Clarice et al. **Trajetórias e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas**. Porto Alegre: ENDIPE, 2008.

ANDRÉ, M. E. D. A.; **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP. Papirus. 14ª edição, 2005.

BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação profissional de nível tecnológico**. Brasília: MEC, 2002.

CARLOS, G. J. Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades. Dissertação do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências. **Universidade de Brasília**. Brasília – DF. Janeiro 2007.

COUTINHO, F. A.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil para o conceito biológico de vida; **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12(1), p.115-137, 2007.

DAMASCENO, I.; DAMASCENO, M. J. P.; DAMASCENO, I. A. P. Aprendizagem significativa: reflexão para os atores educacionais com ênfase na disciplina de química. **Encontro internacional de formação de professores e Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, 2015.

ENCHLER, M.; PINO, J. C. D. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química nova**, Porto Alegre, v.23, n.6, p. 835 – 840, 29 fev. 2000.

FERNANDES, J.S. Autonomia de Aprendizado: Vantagens e Aplicações em sala de aula. **Linguagens – Estudos e Pesquisas**, v. 18, n. 01, p. 227-248, jan/jun.2014.

FREIRE, L. G. L. Auto-regulação da aprendizagem. **Ciência & Cognição**, v. 14, p.276-286, jul.2009.

GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influencias nas concepções de átomo. **Ciência e cognição**, v.12, Rio de Janeiro, 2007.

HERDEIRO, R.; SILVA, A. M. Práticas reflexivas: uma estratégia de desenvolvimento profissional dos docentes. In: ANAIS (Actas) do **IV Colóquio Luso-Brasileiro, VIII Colóquio sobre Questões Curriculares: Currículo, Teorias, Métodos**, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9819/1/Pr%25C3%25A1ticas%2520reflexivas.pdf>. Acesso em: 6 de jul. de 2017.

LEIS, H. R. Sobre o Conceito de Interdisciplinaridade. **Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**, n. 73, ago. 2005.

LEITE, V. M.; SILVEIRA, H. E.; DIAS, S. S. Obstáculos epistemológicos em livros didáticos: Um estudo das imagens de átomos. **Candombá – Revista Virtual**, v. 2, n.2, p.72-79, jul-dez 2006.

LOCH, J.; GARCIA, N. M. D. Física moderna e contemporânea na sala de aula do ensino médio. **VII Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação E Ciências**, 2009.

- LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 80, p. 386-400, 2002.
- LOPES, A. R. C. Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substanciais ao Aprendizado da Ciência Química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v.74, n.117, p.309-334, Brasília, maio/ago, 1993.
- MARQUES, D. M.; CALUZI, J. J. A história da Ciência no Ensino de Química: Algumas Considerações. V **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. N.5. 2005.
- MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldade de Ensino e Aprendizagem de Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**. v.35, n.2, p.112-122, mai.2013.
- MENDONÇA, J.R.; ZANON, D. Ap. V. Estudo de Caso no ensino de Química: o segredo do refrigerante. IN: **11º Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sudeste. Culturas, Políticas e Práticas Educacionais e suas relações com a pesquisa**, São João del-Rei, out., 2014.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, 2006.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual: discursiva**. Editora Unijuí, 2007.
- MORAES, C. R.; VARELA, S. Motivação do aluno durante o processo de Ensino-Aprendizagem. **Revista eletrônica de Educação**, ano.1, n.1, ago/dez 2007.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, n.2, 2000.
- MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n. 1, maio, 1995.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n.2, 2000.
- MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L. **Estratégias usadas por um professor de Ensino Superior para engajar os estudantes nas aulas**. 2009.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C.N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Tecné, Episteme y Didaxis**. n.30, p 111-125. 2012.
- NEVES, R. C.; BORUCHOVITCH, E. A motivação de alunos no contexto da progressão continuada. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 77-85, 2004.
- PESSANHA, M.; PIETROCOLA, M. O ensino de estrutura da matéria e aceleradores de partículas: uma pesquisa baseada em *design*. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 16, n. 2, p. 361-388, ago 2016.
- POZO, J. I; CRESPO, M. A. G. Mudando as atitudes dos alunos perante a Ciência: o problema da (falta de) motivação. In: _____. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do**

conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Tradução de Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2009, p 29-45.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. Fatores que tornam o professor de Ensino Superior bem-sucedido: analisando um caso. **Ciência & Educação**, v.20, n.1. Bauru. jan/mar. 2014.

RANCHEIRO, C. I. F. **Compreender o átomo estratégias de ensino para alunos do 3º ciclo do Ensino Básico.** Dissertação do Curso de Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa. Maio de 2014.

ROCHA, J. A.; LIMA, J. P. M. Estereótipos sobre a Química de alunos do ensino médio de uma escola publica do Estado de Sergipe. **Scientia Plena**, vol.11, n. 06, 2015.

ROSA, D. L.; AMARAL, A.M.; MENDES, A. N. F. História da Química na Educação Básica: Uma investigação nos livros didáticos. **Revista Conhecimento Online**. Novo Hamburgo, a. 8, v.1, 2016.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**, 2-ed, 2 vols. Traduzido por: Márcia Guekezian; Maria Cristina Ricci; Maria Elizabeth Brotto; Maria Olívia A. Mengod; Paulo César Pinheiro; Sonia Braunstein Faldini; Wagner José Saldanha. São Paulo: Makron, 1994. 1268p.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, nov.2007.

SCOARIS, R. C. O.; PEREIRA, A. M. T.; FILHO, O. S. Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v.8, n.3, 2009.

SEE/SP. Secretaria de Estado da Educação de São Paulo. Proposta Curricular. **Caderno do Professor**. São Paulo: IMESP. 2008.

SEE/SP. Secretaria de Estado da Educação de São Paulo. **Currículo Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo: IMESP. 2008.

SERRA, G. M. D; ARROIO, A. Análise dos trabalhos apresentados nos ENPECs– Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–no período de 1997 a 2005, onde são abordados na temática desenvolvida o uso do microcomputador como recurso para aprendizagem. **ATAS do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.**, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2007.

SILVA, G. F.; OLIVEIRA, C. M. F. F.; FISCHIBOM, A. C. Estudo da influência das aulas experimentais no processo de ensino-aprendizagem em Química. **Revista Científica da Fаметro**, v.1-2, n.1-2, jan./dez/2011.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S.; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v11, p. 7-28, 2006.

VYGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores, 1989.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química **Química Nova na Escola**, v. 35, n.2, p.84-91, maio 2013.

ANEXO A

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O átomo em foco: entendendo sua teoria a partir de uma situação de

Pesquisador: Andrea do Amaral

Carvalho Bezerra **Área Temática:**

Versão: 2

CAAE: 53381416.0.0000.5504

Instituição Proponente: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer:

1.540.410

Apresentação do Projeto:

Projeto de mestrado. Não conta com financiamento externo. A área de pesquisa encontra-se no âmbito do ensino de química. Envolverá 40 participantes que são alunos da professora / pesquisadora, matriculados em uma 2ª série do Ensino Médio. A pesquisa se propõe a elaborar uma situação de ensino para facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo. O estudo ocorrerá em uma escola pública do interior paulista. A análise dos dados será feita por meio da metodologia das redes sistêmicas.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA **CEP:** 13.565-905

UF: SP **Município:** SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Objetivo da Pesquisa:

Objetivos claros: A pesquisadora pretende elaborar uma situação de ensino para facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo e, secundariamente,

identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de átomo e analisar as compreensões dos alunos ao longo da situação didática vivenciada na sala de aula.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: ok.

Benefícios: ok

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não há

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1) Carta de autorização: assinada

2) TCLE: ok3) Cronograma: ok

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Parecer final: Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_631796.pdf	08/04/2016 15:16:47		Aceito

Cronograma	Cronograma_atualizado.pdf	08/04/2016 15:06:58	Andrea do Amaral Carvalho Bezerra	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_autorizacao.pdf	08/04/2016 15:06:20	Andrea do Amaral Carvalho Bezerra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_detalhado.pdf	08/04/2016 15:01:55	Andrea do Amaral Carvalho Bezerra	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Andrea_Bezerra.pdf	21/01/2016 10:06:34	Andrea do Amaral Carvalho Bezerra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento_aos_alunos_Andrea.pdf	14/12/2015 21:16:01	Andrea do Amaral Carvalho Bezerra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Plataforma_Brasil_Andrea.pdf	14/12/2015 21:12:39	Andrea do Amaral Carvalho Bezerra	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

APÊNDICE A

I'm Yours

Eu sou átomos

Well an atom's made of protons, neutrons, and electrons the first two in the nucleus, the third around it it's mostly empty space, but it feels solid in any case The elements are all the different types of atoms they differ by the number of protons in the middle. Hydrogen has only one, but Uranium has a ton It's just chemistry that you and me are made of these atoms Well, atoms bond together to form molecules	Bem, um átomo é feito de prótons, nêutrons e elétrons Os dois primeiros no núcleo, o terceiro em torno dele É principalmente espaço vazio, mas se sente sólido em qualquer caso Os elementos são todos os diferentes tipos de átomos Eles diferem pelo número de prótons no meio. O hidrogênio tem apenas um, mas o urânio tem uma tonelada É apenas química que você e eu somos feitos desses átomos Os átomos do poço se unem para formar moléculas A maioria do que está em torno de mim e você Água, açúcar, coisas ainda não sonhadas
Most of what's surrounding me and you Water, sugar, things yet undreamed	
Look around you, see the combinations in a eucalypt tree Mendeleev's periodicity Gives us sand and water and the air above	Olhe ao seu redor, veja as combinações em uma árvore de eucalipto Periodicidade de Mendeleev Dá-nos areia e água e o ar acima
It's just chemistry that you and me are made of these atoms: Hydrogen, Oxygen, Carbon, Nitrogen, make up the world's life forms	É apenas química que você e eu somos feitos destes átomos: Hidrogênio, oxigênio, carbono, nitrogênio, compõem formas de vida do mundo
Do do do you, do do do do but do you wonder how matter forms something strange when there's a chemical change?	Você faz, faz, faz, faz Mas você quer saber como A matéria forma algo estranho Quando há uma mudança química?
Where did these atoms come from? They were fused in stars Light elements combine releasing light from afar Fusion in the sun, creates Helium	De onde vêm esses átomos? Eles foram fundidos em estrelas Luz elementos combinam soltando luz de longe Fusão ao sol, cria Hélio
I guess what I'm saying is that you gotta use your reason To open up your mind and see the cause of the seasons	Eu acho que o que eu estou dizendo é que você tem que usar a sua razão Abrir sua mente e ver a causa das estações

- How do we know what's true? The scientific method shows you	- Como sabemos o que é verdade? O método científico mostra
It's just chemistry that you and me are made of these atoms	É apenas química que você e eu somos feitos desses átomos
Atoms bond together to form molecules Most of what's surrounding me and you Water, sugar, sand and you'll find things undreamed of	Átomos se unem para formar moléculas A maioria do que está em torno de mim e você Água, açúcar, areia e você vai encontrar coisas que nunca sonharam
So Argon, Neon, Xenon There's no need to overstate 'Cause we are of course This, of this, of this, we're made: atoms	Assim, Argônio, Neon, Xenon Não há necessidade de exagerar Porque é claro que estamos Isto, disto, disto, somos feitos: átomos

APENDICE B

CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),

Prezado Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar, na função de representante legal da Escola Estadual Dr. Isaías José Ferreira, informo que o projeto de pesquisa intitulado O átomo em foco: entendendo sua teoria a partir de uma situação de ensino apresentado pelo(a) pesquisador(a), Andrea do Amaram Carvalho Bezerra e que tem como objetivo principal elaborar uma situação de ensino para facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo, foi analisado e considerando que o mesmo siga os preceitos éticos descritos pela resolução 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde, fica autorizada a realização do referido projeto apenas após a apresentação do parecer favorável emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar.

"Declaro ler e concordar com o parecer ético emitido pelo CEP da instituição proponente, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

Assinatura:

Prof Cícera Maria da Silva Margato
Diretora da Escola Estadual Dr. Isaías José Ferreira
(representante legal)

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar I Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos,
Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP -
Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

APENDICE C

Termo de Assentimento aos alunos

Você está sendo convidado para participar da pesquisa: “O átomo em foco: entendendo sua teoria a partir de uma situação de ensino” por ser aluno da Escola Estadual Dr. Isaías José Ferreira. Sua participação não é obrigatória.

Caso aceite o convite, sua participação consistirá em realizar atividades, no próprio horário de sala de aula, de acordo com o programa curricular da escola.

As atividades serão registradas no formato escrito, sendo algumas delas filmadas (vídeo) e gravadas (áudio), mas manteremos em sigilo as imagens e gravações bem como o anonimato dos alunos. Caso sinta-se constrangido pelo uso desses equipamentos ou ainda, durante os momentos em que apresentar as atividades realizadas, iremos avaliar nossa conduta e reconduzir os procedimentos de pesquisa de modo a minimizar quaisquer desconfortos.

A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento sem que haja prejuízo em sua média bimestral ou qualquer tipo de distinção em detrimento dos outros alunos participantes da pesquisa. Além disso, sua participação não acarretará nenhuma despesa.

Eu, _____, portador do RG _____, após leitura minuciosa das informações acima, concordo em participar da referida pesquisa.

_____, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do Participante

APENDICE D

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução 466/2012 do CNS)

O ÁTOMO EM FOCO: ENTENDENDO SUA TEORIA A PARTIR DE UMA SITUAÇÃO DE ENSINO

Eu, ANDREA DO AMARAM CARVALHO BEZERRA, estudante do Programa de Pós Graduação Profissional em Educação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o(a) convido a participar da pesquisa “O átomo em foco: entendendo sua teoria a partir de uma situação de ensino” orientada pela Prof^a Dr^a DULCIMEIRE AP. VOLANTE ZANON.

A proposta desse estudo consiste em elaborar uma situação de ensino para facilitar o entendimento pelos alunos sobre a construção da teoria do átomo.

Você foi selecionado(a) por ser aluno de 2^a série do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. Isaías José Ferreira localizada na cidade de Sertãozinho/SP, cidade onde o estudo será realizado.

Primeiramente você será convidado a participar de um debate a respeito do conceito de átomo e posteriormente, a participar de atividades planejadas, juntamente com os outros alunos da turma.

A primeira parte será realizada em grupos, pelos alunos, no próprio ambiente de sala de aula, sendo dada importância para a identificação de suas concepções prévias sobre o conceito estudado. As perguntas não serão invasivas à intimidade dos participantes; entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas e também constrangimento e intimidação, pelo fato de a pesquisadora atuar como professora em sala de aula. Diante dessas situações, os participantes terão a liberdade de não responder as perguntas quando a considerarem constrangedoras. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa possa trazer.

Solicito, assim, sua autorização para gravação em áudio das discussões e atividades realizadas em sala de aula bem como da análise dos registros escritos sobre o conceito de átomo. Acreditamos que poderá haver algum tipo de constrangimento por

parte dos alunos pelo uso desse equipamento. Avaliaremos e revisaremos de modo permanente os procedimentos de pesquisa de modo à minimizar os efeitos adversos.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que serão utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação, e para a construção de novos conhecimentos. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo em sua relação com o professor, à escola ou à Universidade Federal de São Carlos.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a sua participação na pesquisa poderá comunicar-se com a pesquisadora principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Local e data: Sertãozinho, 08 de abril de 2016.

Nome da Pesquisadora

Assinatura da Pesquisadora

Nome do Participante

Assinatura do Participante