



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ – REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DARCILIO DUTRA DE MELO

**FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM DO MODELO ATÔMICO
INTEGRANDO-SE O USO PEDAGÓGICO DE TECNOLOGIA DIGITAL**

FORTALEZA-CE

2012

DARCILIO DUTRA DE MELO

**FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM DO MODELO ATÔMICO
INTEGRANDO-SE O USO PEDAGÓGICO DE TECNOLOGIA DIGITAL**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

FORTALEZA-CE

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Matemática

-
- M485f Melo Darcilio Dutra de
Facilitação da aprendizagem do modelo atômico no ensino médio, incorporando-se o uso pedagógico de software educativo / Darcilio Dutra de Melo. - 2012.
100 f. : il. color. enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2012.
Área de Concentração: Química
Orientação: Prof^a. Dr^a. Maria das Graças Gomes
1. Química – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem. I. Título.

DARCÍLIO DUTRA DE MELO

FACILITAÇÃO DA APRENSIZAGEM DO MODELO ATÔMICO NO ENSINO
MÉDIO, INCORPORANDO-SE O USO PEDAGÓGICO DE *SOFTWARE*
EDUCATIVO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Maria das Graças Gomes

Aprovada em: 30/04/2012

BANCA EXAMINADORA

Maria das Graças Gomes

Profa. Dra. Maria das Graças Gomes (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

M^{te} Mozarina B. Almeida

Profa. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida
Universidade Federal do Ceará - UFC

Airton Marques da Silva

Prof. Dr. Airton Marques da Silva
Universidade Estadual do Ceará - UECE

À minha mulher, Esmeraldina Bezerra, sou grato pela paciência, compreensão, ajuda e dedicação.

À minha filha Anna Beatriz, que dividiu minha atenção com a elaboração deste trabalho e por haver se tornado a principal torcedora para o seu êxito.

Aos meus irmãos Titinha, Raimundo, João, Socorro, Vânia, Fiquico, Tente, Ana Lúcia, Léa e Lécia, que me incentivaram e apostaram sempre na minha educação.

À minha enteada Neyva Marianna, exemplo de estudo e dedicação.

AGRADECIMENTOS

- ✓ A Deus, pelo dom da vida e por estar presente em todos os momentos da minha existência.

- ✓ À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Maria das Graças Gomes, que funcionou como verdadeira luz a iluminar os caminhos percorridos durante a elaboração deste ensaio.

- ✓ Ao meu coorientador, Prof. Dr. Júlio Wilson Ribeiro, exemplo de conhecimento e dedicação à pesquisa..

- ✓ Agradeço aos meus alunos que, apesar de a pesquisa ter se desenvolvido no contra turno, dela participaram ativamente. Em especial, agradecimentos a Sandra Helena, Ingrid, Raniella, Luana, Madrieli, Ana Zaiane, Amanda, Danúzia, Paulina e Rafaela, que ficaram até o final.

RESUMO

A pesquisa desenvolvida teve como objetivo contribuir com o ensino-aprendizagem da Química, oferecendo elementos ao professor que possam facilitar e auxiliar na elaboração do conhecimento sobre a evolução dos modelos atômicos. Desenvolveu-se o estudo com alunos do 2º ano médio do Colégio Estadual Celso Alves de Araújo, da cidade de Cedro, Estado do Ceará, com os quais foram discutidas as propostas apresentadas, após uma reflexão, mediada pelo professor, tendo sido evidenciada a maneira como os alunos concebem os conceitos submicroscópicos. Desde então, a estratégia sugerida foi a fundamentada no uso de imagens para facilitar e estimular a retenção do que foi aprendido. Procurou-se detectar e discutir as concepções mais relevantes acerca dos conceitos envolvendo o tema Evolução dos Modelos Atômicos, buscando analisar as maiores dificuldades sentidas com origem nas concepções detectadas e desenvolver uma proposta de estratégias de ensino-aprendizagem dos referidos conceitos, com uso de novas mídias. Desenvolveu-se, colaborativamente, uma aula sobre a Evolução dos Modelos Atômicos, usando o software Visual Class. A realização deste trabalho aumentou a motivação dos alunos, pois demandou da parte deles estudos e pesquisa mais aprofundados acerca do assunto. Ficou constatado, pelo uso de mapas conceituais, que as informações recebidas por eles se transformaram em aprendizado, mais eficientemente do que quando essas mesmas informações foram repassadas de maneira tradicional.

Palavras-chave: Modelos atômicos. Informática educativa. Visual Class.

ABSTRACT

We have searched to detect and discuss the most relevant conceptions, that the students from high school second grade about the conceptions involving the theme Evolution of the Atomic Models, searching to analyze the greater difficulties felt from the detected conceptions and develop a proposal of teaching-learning strategies of the referred concepts, with the use of new media. We have developed the study of this research-action with students from the high school second grade of Celso Alves de Araújo State School, from Cedro City, CE, with which the presented proposals were discussed, after a process of reflection, mediated by the teacher, it was evidenced the manner in which students conceive the submicroscopic concepts. From then, the suggested strategy was the one based on the use of images in order to facilitate and stimulate the retention of what was learned, since the image activates several brain abilities which stimulate and promote the creative thinking, helping thus on the memorization, since It has been proved that images are more memorable than words. We have developed collaboratively a class about the Evolution of Atomic Models using the software Visual Class, since it counts on the easiness of being able to be used without programming previous knowledge. The accomplishment of this task increased a lot the students' motivation, because they could express the studied concepts, in such a manner closer to their sensitiveness, since it demanded from them a deeper study and research on the subject. It was verified, through the use of conceptual maps, that the information received by them turned into more effective learning than when this same information are passed traditionally.

Keywords: Atomic models. Computers in education. Visual Class.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: exemplo de material usado no quarto encontro	43
Figura 02: mapa conceitual construído por um dos alunos no 3º encontro	48
Figura 03: mapa conceitual construído por um aluno no 3º encontro	49
Figura 04: mapa conceitual construído por um aluno no 4º encontro	52
Figura 05: mapa conceitual construído no 5º encontro	55
Figura 06: mapa conceitual construído no 3º encontro	57
Figura 07: mapa conceitual construído pela mesma aluna que construiu o mapa da figura 06	58
Figura 08: mapa conceitual construído pela mesma aluna que construiu os mapas das figuras 06 e 07, após elaboração em dvd de uma aula usando o Visual Class.....	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
Motivação e justificativa	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO 14	
3.1 A compreensão dos conhecimentos de Química.....	14
3.2 Reflexões	17
3.3 O uso de modelos no ensino de Ciências	24
3.4 O computador e a aprendizagem significativa.....	27
3.5 A escolha do <i>software educativo</i>	29
4 METODOLOGIA.....	32
4.1 Caracterização da escola e público-alvo.....	32
4.2 Coleta de dados.....	35
4.3 Desenvolvimentos da pesquisa.....	38
4.3.1 Descrição das atividades na elaboração da proposta	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1 Análise dos resultados	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICES	73

1. INTRODUÇÃO

Motivação e justificativa

O profissional da educação deve estar preparado para utilizar seus conhecimentos nas mais variadas formas. Para isto, é necessário que obtenha uma adequada formação no ensino superior, voltada para torná-lo uma pessoa reflexiva e apta para se inserir em diferentes setores profissionais e para contribuir no desenvolvimento da sociedade brasileira (BRASIL, 1996). Nesta perspectiva, no caso da presente proposta de pesquisa, procurou-se agregar a prática docente aos recursos de multimídia, a fim de facilitar a aprendizagem do modelo atômico, aliado ao uso pedagógico da tecnologia digital. A escolha do tema justifica-se, em primeiro lugar, pela experiência como professor regente de Química, especificamente, no ensino médio no Colégio Estadual Celso Araújo e no Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia, ambos na cidade de Cedro, Estado do Ceará, e ainda, devido as discussões no curso de mestrado em ensino de ciências e matemática da Universidade Federal do Ceará.

As indagações foram suscitadas desde quando foi cursado o ensino médio e foram acentuadas nessa trajetória profissional e acadêmica, nas escolas em que se atuou e se atua, as quais envolvem a questão da dificuldade, por parte dos alunos, em compreenderem e se apropriarem dos conceitos sobre estrutura atômica. Aos nossos olhos, a abordagem sobre o tema no ensino médio pode estar inadequada, com isto necessitando de novas maneiras de se mediar e facilitar a aprendizagem dos mesmos. Por compreender a situação, pesquisamos na literatura material que pudesse esclarecer nossas indagações e buscamos ainda estudos sobre estes conceitos, que nos mostrassem análises eficientes para sua aplicabilidade. Segundo Ferreira (2006), na realidade educacional brasileira, observa-se claramente a preocupação de pesquisadores da educação científica em incluir estratégias no ensino-aprendizagem que facilitem o entendimento de como se elabora e desenvolve o conhecimento científico. Olhando sob este ângulo, o ensino privilegiado, com o uso de modelos e a participação colaborativa dos

alunos na sua criação, auferir destaque, pois oferece uma abordagem muito mais dialógica, abrangente e analítica para o ensino.

Como os conceitos de átomos se apresentam, para determinados alunos do ensino médio, muito complexos (MORTMER 1995) e que muitas vezes não lhes fazem muito sentido, não parece difícil entender por que seu estudo se mostra, em determinadas situações tortuoso para alunos e professores de Química. Dessa forma, essa proposta procura investigar situações de dificuldade de aprendizagem desse tópico e como uma abordagem por meio de modelos e processo de suas montagens, incentivando a participação direta dos alunos na formulação do conhecimento científico, pode ajudar e facilitar a resolução de suas dificuldades e permitir que, após este processo, os estudantes possam desenvolver determinada autonomia na busca de respostas aos problemas apresentados.

Procura-se, ainda, fazer observações, reflexões e indagações no tocante aos alunos do primeiro ano do ensino médio, com relação aos principais obstáculos e dificuldades sobre esse tema e, juntos, buscou-se estratégias com vista a facilitar o aprendizado dos conceitos de atomística, e assim, ao se ingressar no curso de Licenciatura em Química, as indagações foram mais acentuadas quando cursarmos disciplinas em que discutíamos várias abordagens de ensino e novos modelos de ensino. Durante vários anos, atuamos como professor de Química em escolas públicas e particulares e a vontade de aprofundar nossos conhecimentos sobre o ensino de Química foi aumentando no decorrer dos anos.

Houve a oportunidade de cursar o mestrado profissional em ensino de ciências e matemática, da Universidade Federal do Ceará, em 2009, e vimos, com isto, a oportunidade e a possibilidade de investigar os principais problemas, junto com o nosso interesse de encontrar maneiras de solucionar e, assim, contribuir com a melhoria do ensino desta ciência.

Em busca de esclarecimento para as inquietações, procurou-se, agora sob orientação do Mestrado, documentos legais, artigos, livros e dissertações de pesquisadores brasileiros e estrangeiros, para embasar teórica e

metodologicamente este trabalho, no intuito de contribuir na formação dos estudantes do ensino médio, buscando facilitar sua aprendizagem de uma maneira mais facilitadora e abrangente, sempre valorizando seus conhecimentos prévios, discutindo, possíveis falhas conceituais, buscando promover maneiras de, segundo Paulo Freire (1996), “pensar certo”.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar a ocorrência de facilitação da aprendizagem do modelo atômico, através da realização de sessões didáticas junto a alunos de ensino médio, incorporando-se o uso pedagógico de software educativo.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Elaborar e realizar sessões didáticas colaborativas junto aos alunos, utilizando o *software* educativo VISUAL CLASS, como ferramenta pedagógica que auxilie a aprendizagem de modelos atômicos.
- ✓ Construir mapas conceituais, reportando-se à evolução dos modelos atômicos, para mediar e facilitar o desenvolvimento da aprendizagem significativa.
- ✓ Elaborar, colaborativamente com os alunos, uma aula em CD ou DVD, para posterior utilização pedagógica nas escolas.
- ✓ Investigar, a partir da análise dos dados coletados na pesquisa, suas eventuais contribuições para a educação no campo da Química.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A compreensão dos conhecimentos de Química

Para se compreender os conhecimentos de Química, são necessários três níveis de representação: o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico (JOHNSTONE, 2000). O macroscópico abrange os fenômenos que podem ser vistos. No plano submicroscópico, o fenômeno químico é representado por arranjo espacial e pelo movimento/interação de moléculas, átomos, elétrons, íons e outras espécies químicas. Ele explica em termos macroscópicos as representações de átomos/moléculas. O nível simbólico está relacionado ao uso da linguagem empregada pelos químicos, estudiosos de áreas correlatas e interessados, como a representação dos átomos, moléculas, equações, estruturas e fórmulas. Sendo assim, é importante conhecê-lo para uma melhor compreensão, ressignificação e utilização dos conceitos químicos. Também é importante o livre trânsito entre os três níveis de representação, para que se possa elaborar modelos mentais sobre os fenômenos e conceitos químicos.

Em experiência no ensino da Química, foi percebido que os alunos sentem dificuldades de compreender os níveis de representações em Química, principalmente as representações submicroscópicas e simbólicas, provavelmente por serem abstratas, e os estudantes fazem os seus por meio das informações sensoriais (ROMANELLI, 1996). Possivelmente existem barreiras no estabelecimento de relações entre os níveis macroscópico e submicroscópico.

Por tal razão, foi indagado como se poderia contribuir com alunos e professores de Química, para que eles, usando as Tecnologias das Informações e Comunicações - TICs, de modo que estas possam auxiliá-los na superação de determinadas barreiras e lacunas detectadas na aprendizagem de conceitos sobre modelos atômicos. Este trabalho traz as principais concepções encontradas e reflexões pertinentes aos conceitos de modelos atômicos, feitas por um grupo de alunos do 2º ano do ensino médio, buscando melhorias na formação de seus conhecimentos, usando novas mídias; ainda

nos preocupamos com suas participações diretas nesse processo no desenvolvimento da autonomia, para criticar, questionar e interpretar os fenômenos da Ciência Química.

As TICs, ao serem usadas como ferramentas pedagógicas, poderão proporcionar um avanço no melhoramento de várias habilidades dos alunos de Química, por poderem ser pedagogicamente utilizadas de forma a auxiliarem a facilitação e a compreensão das representações submicroscópica e simbólica. Proporcionam, assim, maior motivação e um aumento significativo do aprendizado. É proposto por Oblinger (1993, p.247): “a interação entre estudantes e professor e as aplicações multimídia fazem com que os estudantes tornem-se participantes ativos no processo de aprendizagem”. E ainda: “As instituições consideram a instrução multimídia mais eficiente por causa dos sentidos que são envolvidos durante o processo de aprendizagem”. Ainda segundo Oblinger (1993), se o professor fica na frente da sala e apenas fala com os alunos, eles pouco irão reter dessas informações que são ouvidas. Os alunos que veem e ouvem informações são capazes de reter uma quantidade muito maior das informações transmitidas dos que somente ouvem. Estudantes que veem, no entanto, ouvem e estão ativamente envolvidos no processo de aprendizagem, reterendo quase todas as informações apresentadas desta forma.

É perfeitamente possível conseguir avanços na aprendizagem dos conceitos de Química por via da exploração dos sentidos da visão pelo uso de imagens e outras animações. Os instrumentos de multimídia como ferramentas didáticas podem trazer mais eficiência e interesse por parte dos alunos na aprendizagem. O aluno estabelece relações e comparações, ao organizar, na atividade didática, o sensorial, que o auxilia na sistematização de suas ideias, e integrá-la numa visão completa. Assim, ele parte da imagem sensorial para, gradativamente, evoluir para uma imagem mental, que é mais elaborada e complexa (MORAN, 1993).

Especificamente no ensino de conceitos relacionados aos modelos atômicos, pesquisas mostram que podem emergir determinadas dificuldades

de aprendizagem, por parte dos alunos, pois se trata de abordagem de conteúdos microscópicos envolvendo conceitos abstratos relacionados ao átomo, núcleo, eletrosfera, elétrons, prótons, nêutrons, o que pode caracterizar, em determinados alunos certos graus de dificuldades para defini-los de forma mais precisa. Tais dificuldades se evidenciam quando os alunos são estimulados a explicar a relação entre modelos atômicos e o comportamento da matéria e suas transformações (MORTIMER, 1995). Como um dos conceitos fundamentais da Química é o do átomo, faremos um estudo do papel mediador do professor na aprendizagem da ideia de átomo, desenvolvendo colaborativamente aulas sobre Atomística.

Nessa tarefa, usaremos o software Visual Class. Segundo seu desenvolvedor, Tatizana (2009), é empregado para criação de projetos multimídia, como aulas, apresentações, catálogos eletrônicos, CDs institucionais, quiosques de consulta, TBC (Treinamento Baseado em Computador). Com este software educativo, temos a facilidade de usá-lo, mesmo possuindo limitado conhecimento prévio sobre programação. É aberta uma tela em branco na qual podemos adicionar objetos, imagens, textos, filmes e até objetos de avaliação, todos com a possibilidade de serem redimensionados e movimentados livremente com o uso do mouse. Sua cor, fonte, tamanho e efeitos visuais, podem ser facilmente modificados. “Os objetos podem ser “linkados” a arquivos de som, programas executáveis (DOS ou Windows) e mesmo a outras telas num processo semelhante aos hiperlinks da internet”. (TATIZANA, 2009). O próprio software possibilita a apresentação, de tal forma que poderá criar arquivos para web (HTML), ou a geração de arquivos executáveis (.exe) que carregam em máquinas que não possuem o software. Ele ainda exige requisitos mínimos para instalação; pode rodar em qualquer Windows com 32 bits: 95, 98, NT e XP. O Pentium 450 MHz com 64 MB de RAM como hardware mínimo, normalmente deixado de lado por estar obsoleto, poderá ser reutilizado com ele. O programa não requer grandes espaços no HD do computador e pode rodar no Windows e em outras redes como: Novel e Linux.

3.2 Reflexões

O mundo passa por profundas e rápidas mudanças, tanto nos meios de produção como nos serviços. Os paradigmas são quebrados, pois não respondem a novas exigências e, conseqüentemente, outros surgem para atender a novas maneiras de produzir e a novas formas de realizar serviços (DRUCKER, 1993). Isto traz também mudanças significativas em todos os segmentos da sociedade, modificando nossa atuação e pensamentos ante a nova realidade, já que foram alicerçados em meios de serviços e produção tradicionais e que não atendem mais às exigências atuais. Na perspectiva de Valente (1997), o conhecimento e, portanto, os seus processos de aquisição assumirão papel de destaque, de primeiro plano. Como a educação é voltada para a formação cidadã, para a qualificação de trabalhadores para os processos de produção, é mais do que natural o fato de que todas essas mudanças tragam um repensamento das práticas educacionais voltadas para a aprendizagem e a formação profissional.

No mercado, em razão das próprias exigências, essas mudanças chegam rapidamente, o mesmo não se podendo dizer na educação, a qual vem muito lentamente. Isto se nota em todos os países, inclusive nos chamados desenvolvidos, quando avanços tecnológicos acontecem velozmente, enquanto os avanços na educação não se apresentam com a mesma rapidez. No Brasil, as práticas pedagógicas de grande parte dos professores se baseiam na abordagem tradicional, com transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade no decorrer do tempo. Isto acontece quase que exclusivamente na sala de aula e independentemente do interesse dos alunos nos conteúdos da disciplina (MIZUKAMI, 1986). Acredita-se que a escola varie entre uma educação voltada para a transmissão de conhecimentos, independentemente das necessidades e interesses dos alunos, para outra em que haja um cenário para se desenvolver a aprendizagem no qual os alunos possam elaborar seus conhecimentos num ambiente de construção coletiva, já que eles é que necessitam e irão usá-los (HIRSCH, 1996). Isto implica uma mudança em todo o sistema educacional: escola, sala de aula, direção, papel do professor, do aluno, tempo e estilo de aula, ferramentas utilizadas etc.

Muitos educadores podem reclamar e desaprovar, mas, apesar de tudo, serão obrigados a se adaptar ao novo modelo, já que a sociedade não para de evoluir; notadamente, o ritmo aumentou muito nos últimos 30 anos, e, logicamente, essa evolução clama por mudanças na sala de aula. Há vários anos o quadro negro se tornou obsoleto e muitos dos atuais educadores também resistem em migrar para novas mídias. Por isso, a sala de aula está ficando na contramão desse mundo cheio de tecnologias, que deixam de ser utilizadas como instrumentos facilitadores e estimuladores de um ensino-aprendizagem mais eficiente. O professor precisa refletir e se conscientizar de que nenhum ofício é imutável. Nenhum referencial pode garantir uma representação aceita e estável de um trabalho ou das competências de que ele necessita (PERRENOUD, 2000).

Para Fróes (1998, p.56.), a tecnologia é determinante nos padrões sociais, culturais e econômicos, logo, a escola não pode ignorar essas mudanças. Segundo ele,

A tecnologia sempre afetou o homem: das primeiras ferramentas, por vezes consideradas como extensões do corpo, à máquina a vapor, que mudou hábitos e instituições, ao computador que trouxe novas e profundas mudanças sociais e culturais, a tecnologia nos ajuda, nos completa, nos amplia... Facilitando nossas ações, nos transportando, ou mesmo nos substituindo em determinadas tarefas, os recursos tecnológicos ora nos fascinam, ora nos assustam [...]

Assim como a escrita foi um marco para o desenvolvimento humano, também a Era digital marca uma nova fase evolucionária, tendo como características a atratividade, a rapidez e a facilidade. Levando-se em consideração as muitas dificuldades que a escola brasileira enfrenta quanto à aprendizagem e à indisciplina, necessita-se refletir quanto à atual ineficiência de um modelo educacional milenar, a fim de se compreender a necessidade de adicionar novos elementos didáticos na prática docente. O Governo brasileiro já atentou para o fato de que a educação nos dias atuais está passando por um processo de renovação de espaços, de novos significados para os conteúdos e valores, tendo como ponto de partida todas as mudanças ocorridas na sociedade. Como a escola é parte integrante da sociedade, ela está sujeita às

suas modificações naturais e tendo que incorporar seu dinamismo. Vivemos no mundo dos ícones, do hipertexto e da cibercultura. Na perspectiva de Penteadó e Borba (2001, p 46),

[...] os seres humanos são constituídos por técnicas que estendem e modificam o seu raciocínio e, ao mesmo tempo, esses mesmos seres humanos estão constantemente transformando essas técnicas.

Conviver com essa realidade nos leva a questões imediatas: um computador pode realmente ajudar no processo cognitivo? Não seria um instrumento de alienação? Em um país com tantos problemas econômicos e diferenças sociais, qual a viabilidade para a introdução dessa tecnologia? Quanto à capacitação: existem profissionais preparados para um projeto dessa amplitude? O que já se tem de resultados comprovados sobre o assunto?

A inserção de mecanismos computacionais visa, de modo determinante, a preencher uma lacuna de deflagrações ilimitadas de conteúdos químicos complexos, que poderiam ser subsidiados por interações computacionais como assíncronas e síncronas no comportamento das percepções criacionistas do conhecimento humano. Introduzir o computador na sala de aula, mais com prioridade para mudanças nas atividades curriculares como meio subsunçor¹ de uma práxis relevante, onde o educando realmente se aproprie do conhecimento.

¹ Segundo Moreira (1999) Subsunçor é um conceito já existente na estrutura cognitiva capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação de modo a que esta adquira significado para o sujeito. Esse conceito será explicado no decorrer deste.

O uso das tecnologias da informática e das comunicações, a partir do seu crescimento vertiginoso em todos os setores das atividades humanas, se faz necessário com novos entendimentos e aplicações dessas novas tecnologias. São instrumentos, muito mais do que produtos de consumos, de inclusão social e de uma cultura com significados totalmente diferentes do usual. Devido a proporcionar acesso rápido e facilitado, essas tecnologias aproximam culturas, proporcionam o surgimento de novos campos de conhecimentos e obviamente com isso, derruba barreiras entre campos separados atualmente. A escola como instituição social, não pode ficar de fora da apropriação desses novos instrumentos de produção e circulação de conhecimento humano. (GIORDAN, 2008).

Pode-se dizer que a informática é apenas uma tecnologia, como outrora fora o lápis. Seu aproveitamento poderá ser tanto para o bem como para o mal; tudo que é aprimorado é uma tecnologia e poderá ser usada de forma adequada ou inadequada. Tudo depende da escolha que fazemos.

Desde o momento em que a informatização chegou às escolas, segundo Gadotti e Romão (1997), procurou-se utilizar a ferramenta computacional no ambiente educativo. Sabemos que os recursos tecnológicos facilitam a iniciação científica por via da integração de programas educativos a experimentos concretos. Para que essas atividades sejam transformadas em aprendizagem, entretanto, é necessário desenvolver uma metodologia e aplicá-la segundo o contexto escolar.

A simples transmissão de informação, pode ser certamente, uma tarefa muito fácil, mas onde as tecnologias podem ajudar o professor e facilitar o seu trabalho? Um CD-ROM pode conter toda a Enciclopédia Britânica, e ainda poderá ser acessada com um simples toque pela internet. Desse ponto de vista, o aluno nem sempre precisa ir à escola para adquirir as informações, mas, para sistematizá-las, interpretá-las, hierarquizá-las, contextualizá-las, somente as tecnologias não serão suficientes. O educador o ajudará a questionar, a ver outros pontos de vista, a comparar, a tirar conclusões, até que as informações se transformem em conhecimentos. O professor possui um

importante papel mediador para auxiliar o estudante para adequar suas habilidades a um determinado momento histórico e às situações de aprendizagem.

A escola precisa exercitar as novas linguagens que sensibilizam e motivam os alunos e, também, combinar pesquisas escritas com trabalhos de dramatização, de entrevista gravada, propondo formatos atuais, como um programa de rádio, uma reportagem no jornal, um vídeo, onde for possível. Como diz Moran (1993),

A motivação dos alunos aumenta significativamente quando realizam pesquisas, onde se possam expressar em formato e códigos mais próximos da sua sensibilidade. Mesmo uma pesquisa escrita, se o aluno puder utilizar o computador, adquire uma nova dimensão e, fundamentalmente, não muda a proposta inicial.

As relações familiares passaram por grandes transformações: com a mulher entrando no mercado de trabalho, a vida em casa passou a ser preenchida pela TV e pelo computador (já que os pais estão exercendo atividade remunerada fora). Existem várias pesquisas indicando a quantidade de horas durante as quais crianças e adolescentes passam diante das mídias. Muitas delas mostram que o tempo é sem dúvida superior ao período em que crianças e adolescentes passam na escola. Morán (1993, p.61) nos diz que:

A criança chega à adolescência depois de ter assistido a quinze mil horas de televisão e mais de trezentos e cinquenta mil comerciais, contra menos de onze mil horas de escola. A televisão é agradável, não requer esforço e seu ritmo é alucinante. É sua primeira escola. Quando chega aos bancos escolares, já está acostumada a esta linguagem ágil e sedutora. E a escola não consegue chegar perto dessa forma de contar. A criança julga-a a partir do aprendizado na televisão.

Cada indivíduo define como perceberá o que está acontecendo à sua volta, como se sentirá com isso, como pensa, como agirá. Estes são seus modelos mentais, formados por ilustrações, imagens ou histórias. É importante entender como os estudantes internalizam os conceitos químicos. Talvez a Teoria dos Modelos Mentais possa dar uma contribuição efetiva ao ensino-aprendizagem de Química, já que esses modelos desempenham papel central em qualquer teoria e os cientistas os utilizam para produzir conhecimentos, e

ainda como um dos principais produtos da ciência. Kuhn (2007) ensina que os modelos auxiliam na determinação do que é aceito como explicação para um fenômeno ou a solução de um quebra-cabeça. Assim, os modelos ajudam a determinar qual é a lista de quebra-cabeças não solucionados por uma teoria e a avaliar a importância deles.

Uma definição de modelos mentais é dada por Johnson Laird (1983), para quem são formas de representação interna de informações, conceitos ou fenômenos que correspondem a determinados eventos. Os modelos mentais são usados para caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem os sistemas físicos com os quais interagem. Representam, também, estruturas cognitivas internas dos indivíduos, ou seja, a maneira como as pessoas percebem seus atos e consequências.

O uso da imagem para transmitir um modelo mental consiste na visualização desse modelo, elaborada pelo observador. Expressa a imagem, as nuances de um modelo espacial tridimensional ou, ainda, de um modelo cinemático/dinâmico. Na perspectiva de Ontoria, Luque e Gomez (2008, p. 52-53):

Havendo um predomínio visual no conhecimento, em termos gerais, a utilização de imagens visuais facilita e estimula a retenção e a lembrança do que foi aprendido. A imagem, portanto, ativa uma ampla variedade de habilidades no cérebro, como formas, cores, linhas, dimensões, etc., ou seja, habilidades que estimulam a imaginação, promovem o pensamento criativo e ajudam a memória, pois as imagens visuais são mais lembradas que as palavras.

Sabe-se que a tecnologia faz parte de nossa evolução. Desde a descoberta do fogo, passando pela do papel, do lápis, até a criação do computador, temos a constituição de técnicas aperfeiçoadas no montante de conhecimentos adquiridos pela humanidade. Lévy (1993, p. 7) argumenta:

Não existe uma “técnica” por trás da técnica, nem um “sistema técnico” sob o movimento da indústria, mas apenas indivíduos concretos situáveis e datáveis. Também não existe um “cálculo”, uma “metafísica”, uma “racionalidade ocidental”, nem mesmo um “método” que possam explicar a crescente importância das ciências das técnicas na vida coletiva. Estas vagas entidades trans-históricas, estes pseudo-atores na realidade são desprovidos de qualquer eficácia e não

apresentam ação real frente a estas abstrações, evidentemente ninguém pode negociar nem lutar. Mesmo com as melhores intenções do mundo, toda teoria, explicação ou projeto que faça apelo a estes macronceitos espetaculares e ociosos não pode fazer outra coisa senão despistar, engrossar a cortina de fumaça que abriga os princípios modernos de olhares e desencorajar os cidadãos a se formarem e agirem.

A multimídia interativa permite ao usuário uma forma de consulta não linear e prazerosa, principalmente com o surgimento da internet, cujo crescimento rápido nos envolve e surpreende em um mundo virtual, onde as conversas podem ser realizadas distância, mas até mesmo em tempo real, na troca de informações, na discussão compartilhada, na difusão de experiências científicas e na elaboração de um saber coletivo. Lévy (1993, p.7) expressa a ideia de que

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. A escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Não se pode mais conceber a pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa que redistribui as antigas divisões entre experiência e teoria. Emerge, neste final do século XX, um conhecimento por simulação que os epistemologistas ainda não inventaram. Na época atual, a técnica é uma das dimensões fundamentais onde está em jogo a transformação do mundo humano por ele mesmo.

Sobre a temática da conquista das identidades e diferenças socioculturais, pode-se levantar questões práticas que são ponto de partida para uma pedagogia dos meios na escola desde um enfoque político e crítico. Na compreensão de Orofino (2005, p. 133),

Os processos de ensino-aprendizagem, todos nós sabemos, se tornam muito mais ricos quando estão ancorados na experiência, no contexto do mundo vivido, possibilitando que ação e reflexão, juntas, em uma permanente relação da teoria com a prática, construam o conhecimento. Portanto, mais do que esperar fórmulas prontas, uma pedagogia dos meios na escola requer que os educadores arrisquem, sugiram e criem as possibilidades de ação a partir de suas experiências. No terreno do novo, do ainda inexplorado, é experimentando que

se pode aprender, em processo, construindo os caminhos sempre em parceria com os estudantes e a comunidade escolar mais ampla.

Quando relacionados educação e comunicação, depara-se com uma complexa comparação. Vive-se numa era de informação generalizada em que os meios educativos se multiplicam impregnando toda a cultura. Vejamos o que explicam Gadotti e Romão (1997. p. 23):

“O que importa, portanto, na educação, não é tanto melhorar um único meio de educar, aperfeiçoando-o ao máximo. O que importa é colocar à disposição dos educadores e dos educandos uma multiplicidade de meios. São tão necessárias as bibliotecas, quanto as videotecas, os laboratórios, os panfletos, a televisão, o rádio, o vídeo, a internet, o CD e o DVD. Quando se fala em inclusão digital, precisa-se discutir de que inclusão estamos falando. Não significa simplesmente ter acesso, democratizar o acesso. É fundamental discutir para quê, a favor de quem, o quê”.

Na educação voltada para o trabalho, a escola precisa de uma pedagogia que responda aos imperativos e requisitos do tempo histórico em que se insere. Como destaca Penteadó (2009, p.88),

Para se integrar no contexto da época atual e exercer eficazmente um papel na atividade econômica, o indivíduo tem, no mínimo, que saber ler, interpretar a realidade, expressar-se adequadamente, lidar com conceitos científicos e matemáticos abstratos, trabalhar em grupos na resolução de problemas relativamente complexos, entender e usufruir das potencialidades tecnológicas do mundo que nos cerca. E, principalmente, precisa aprender a aprender, condição indispensável para poder acompanhar as mudanças e avanços cada vez mais rápidos que caracterizam o ritmo da sociedade moderna.

3.3 O uso de modelos no ensino de Ciências

Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1998) enfatizam a aquisição de novos conhecimentos –

alfabetização científica e tecnológica - a utilização de habilidades e o desenvolvimento de valores no aluno, que irão influenciar significativamente em sua decisão nas questões da Ciência e da Tecnologia na sociedade. E, ainda, esse cidadão pode e deve atuar na proposição de soluções para tais questões, ou seja, objetiva-se formar cidadãos críticos e conscientes, que saibam se posicionar diante das questões sociais, políticas, ambientais, entre outras.

Mortimer *et al* (1999) enfatizam que o papel do professor de Ciências é, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos produzem significados sobre o universo natural, o de atuar efetivamente, possibilitando o acesso do conhecimento científico aos seus aprendizes.

Na busca de novos saberes pedagógicos, Pietrocola (1999) nos mostra um complemento epistemológico² ao construtivismo atual, baseado no uso de modelos e na sua vinculação com o mundo real. Ele argumenta que a realidade se apresenta sempre de modo muito complexo, fazendo-se necessárias aproximações mais simples (idealizações), que possam ser trabalhadas, adaptadas, buscando representar, de forma cada vez mais semelhante, o mundo real.

Para Driver *et al* (1999) “o conhecimento científico é socialmente negociado [...] e os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas as construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza”. Pensando dessa forma, os modelos surgem como ferramentas de interpretação da natureza.

² Segundo Benjamin (1990) A epistemologia é o ramo da filosofia que estuda a origem que estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento (daí também se designar por filosofia do conhecimento). Ela relaciona-se ainda com a metafísica, a lógica e a psicologia. Ela é ainda um dos principais ramos da filosofia, talvez mesmo aquele que mais se destaca, e os seus problemas compreendem a possibilidade do conhecimento, que nos coloca a dúvida se o ser humano conseguirá algum dia atingir realmente o conhecimento total e genuíno, fazendo-nos oscilar entre uma resposta dogmática ou empírica.

Ante tal posição, vem-nos a pergunta: O que é um modelo? Ele pode ser definido como uma cópia de alguma coisa, um exemplo a ser seguido; uma definição mais abstrata e abrangente. Numa definição geral sobre modelos poderia ser: “uma representação de alguma coisa” – um objeto, um processo, um fenômeno, um sistema ou uma ideia - que se origina a partir de uma atividade mental (GILBERT, BOULTER, ELMER, 2000). Dessa forma, um modelo pode ser definido, primeiramente, como uma atividade mental (GILBERT, 1991). O modelo pode assumir uma importante função como auxiliar no estudo dos fenômenos em Ciências, posto que pode funcionar como facilitador do processo ensino-aprendizagem, procurando trazer para a percepção e representação mental do aluno o que às vezes se mostra totalmente abstrato.

Nos dias de hoje, os modelos, processos de criação e testes de modelos são bastante significativos, pois constituem elementos facilitadores para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem de Ciências, por traçar uma ponte de ligação entre o mundo da Ciência e o mundo real. Por exemplo, para facilitar a visualização, na fundamentação e testes de novas ideias, dá a possibilidade de explicar e prever comportamentos e propriedades do sistema modelado (GILBERT; BOULTER; RUTHERFORD, 1998; JUSTI; GILBERT, 2002).

A teoria construtivista se refere a uma série de correntes diferentes sobre diversas áreas do conhecimento, ao se considerar, entretanto, o construtivismo na educação tem duas concepções mais comuns entre os seus estudiosos Justi e Gilbert (2002) que são: I) a aprendizagem decorre por meio do papel ativo (participativo, observador, crítico) do aprendiz na formulação do conhecimento e que: (II) a aprendizagem ocorre por meio do papel das ideias prévias apresentadas pelo aprendiz, visto que a aprendizagem ocorre com base no que o aluno julga ser significativo e se ancora no que ele sabe. Com isto, pode-se dizer que práticas educativas envolvendo a formulação e aplicação de modelos como facilitadores dos processos de aprendizagem transformam-se em práticas da Teoria Construtivista, pois permitem ao aprendiz mostrar seus conhecimentos prévios, elaborar conceitos, realinhar

informações e, se preciso, criar esquemas de interpretação (JUSTI; SOUZA; FERREIRA, 2006).

3.4 O computador e a aprendizagem significativa

Destaca-se que o envolvimento dos alunos nos processos de criação de modelos pode se transformar em momentos ímpares na observação por parte dos professores, visto que, além de ensinar o acompanhamento de suas expressões e modificações de suas ideias, pode ser um momento fundamental para se conseguir uma aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimentos do indivíduo (MOREIRA, 2001).

Para isto, é necessário não somente colocar à disposição dos alunos o computador, mas também estabelecer estratégias pedagógicas para que, no decurso da aprendizagem, as deficiências no aprendizado de modelos, dos alunos sejam minimizadas. A aprendizagem significativa envolve, principalmente, a aquisição de significados baseados em material de aprendizagem. Para que isto aconteça, é preciso que os professores sejam cômicos da atração e fascinação que o computador eventualmente pode exercer sobre todos os que o empregam, especialmente sobre os jovens, e, com suporte nessa consciência, obtenham habilidades e conhecimentos sobre *software* educativos, para saber escolher os mais adequados a cada público, e ainda adaptá-los a cada situação, utilizando, assim, essa ferramenta como apoio pedagógico eficiente, associando a motivação dos alunos ao processo de aprendizagem. Isto exige tanto um mecanismo de aprendizagem significativa quanto uma apresentação de material potencialmente significativo para o estudante. Como argumenta Moreira (1999, p.11):

Por sua vez, a última condição pressupõe que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma

não arbitrária (plausível, sensível e não aleatório) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido a estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos.

A Teoria de Aprendizagem Significativa, de Ausubel, pode ser definida como aquela na qual certo conteúdo é inserido na estrutura cognitiva (o conjunto global de ideias sobre determinado assunto) de forma organizada, criando um complexo organizado de informações. Com base em conteúdos que indivíduos já possuem na estrutura cognitiva, é que a aprendizagem pode acontecer. Estes conteúdos prévios deverão receber novos conteúdos que, por sua vez, poderão modificar e dar outras significações àquelas preexistentes. O fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados (AUSUBEL *et all*, 1983).

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação é agregada a uma estrutura cognitiva particular e específica, prévia, conhecida como subsunçor. A estrutura cognitiva do aprendiz possui conceitos pessoalmente relevantes, e é a eles que novas informações devem ser relacionadas para que o estudante possa organizar outros conhecimentos. Dessa forma, para que uma aprendizagem seja significativa, o novo conteúdo deve estar relacionado a conteúdos prévios importantes do aprendiz, ou seja, a conceitos subsunçores relevantes, que possuam formas de relação com os conceitos a serem aprendidos. Nesse sentido, um material que possa ser relacionado à estrutura cognitiva do aluno é um material potencialmente significativo, e pode ser uma figura, imagem, conceito, princípio etc.

Nessa perspectiva, foram trabalhados conceitos novos com os alunos participantes da presente pesquisa, tomando-se como estratégia, mediar sessões pedagógicas de maneira a facilitar aos discentes estabelecerem eventuais inter-relações junto aos seus conhecimentos prévios mais

relacionáveis aos primeiros, para assim, viabilizar a construção de novos conhecimentos. Nesta forma de colaboração, professor e aluno, modificam os seus subsunçores, adquirindo novos conhecimentos, numa aprendizagem dinâmica. Para Ausubel (1999), ainda há a preocupação que os estudantes estejam dispostos e motivados a relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva. Caso contrário, a aprendizagem tenderá a ser meramente mecânica, mesmo que o material seja potencialmente significativo.

3.5 A escolha do *software* educativo

A escolha do software deve ser criteriosa para que se produza uma aprendizagem eficiente, nesta perspectiva, segundo alguns trabalhos (BEHAR, 1993; GUILHERME, 1991) a produção de software deve:

- satisfazer as intenções do professor e as características dos estudantes;
- possibilitar vários estilos e tipos de aprendizagem;
- aproveitar as qualidades educativas que oferece o computador - em particular, a interatividade e o controle do usuário sobre o que se aprende e como se aprende

Os *softwares* são programas de computador que, por sua vez, designam um conjunto de instruções ordenadas, entendidas e executadas pelo computador. Existem dois tipos principais de *softwares*: os sistemas operacionais (*softwares* básicos, que controlam o funcionamento físico e lógico do computador) e os *softwares* aplicativos (executam os comandos solicitados pelo usuário, como os processadores de texto e planilhas eletrônicas). Dois outros tipos de *softwares* que contêm elementos dos *softwares* básicos e dos aplicativos, mas que são tipos distintos, são: os *softwares* de rede, que permitem a comunicação dos computadores entre si, e as linguagens de programação, que fornecem aos desenvolvedores de *softwares* as ferramentas necessárias para escrever programas (FREITAS, BANGUT E ROCHA, 1985).

Dentre as diversas ferramentas que auxiliam os educadores na intermediação da aprendizagem junto aos alunos, tem-se o computador como grande aliado. O computador, representando as diversas ferramentas da informática, e os *softwares* educativos, tornam-se cada vez mais amplificadores de potencialidades na capacitação e aperfeiçoamento de alunos, dos professores e das próprias instituições de ensino.

Os *softwares* podem ser considerados programas educacionais desde o momento em que sejam disponibilizados pelos professores por meio da concepção de uma metodologia que, pedagógica e operacionalmente, os contextualize no ensino-aprendizagem. Desse modo, mesmo um *software* detalhadamente pensado para mediar a aprendizagem pode deixar a desejar se a metodologia do professor não for adequada ou adaptada a situações específicas de aprendizagem.

Quando se desenvolve um *software* educacional para apoio à aprendizagem de uma determinada área de conhecimento e de um certo conteúdo, uma das etapas primordiais de sua produção é prover e ou definir a concepção pedagógica daqueles que estão envolvidos no seu desenvolvimento e implementação. Para isso, ter um ou vários pedagogos na equipe de projeto é indispensável. Ocorre, porém, que grande parte das equipes de desenvolvimento de *software* educativo não possui pedagogos ou então os pedagogos têm um papel meramente teórico (FREITAS, BANGUT E ROCHA, 1985).

Foi visto que a avaliação de um *software* com finalidades educacionais não pode ser feita sem considerar o seu contexto pedagógico de uso. Um *software* só pode ser tido como bom ou ruim na dependência do contexto e do modo como ele será utilizado. Portanto, para ser capaz de qualificar um *software* é necessário ter muito clara a abordagem educacional com respaldo na da qual ele será utilizado e qual o papel do computador nesse contexto. E isso implica ser capaz de refletir sobre as aprendizagens com origem em dois

polos: a promoção do processo de ensino-aprendizagem ou a formação do conhecimento pelo aluno (VALENTE, MAZZONE e BARANAUSKAS, 2007).

As mudanças ocorrentes nos meios de produção e de serviço indicam que os processos de apreciação do conhecimento assumirão papel de destaque, de primeiro plano (DRUKER, 1993). Essa mudança implica alteração de atitude dos profissionais em geral e, portanto, requer o repensamento dos processos educacionais. Nesse caso, deve-se utilizar todos os recursos disponíveis para isso, inclusive o computador, mesmo sabendo que não se usa os mais sofisticados sistemas computacionais. Deve-se ter muito claro o que é importante do ponto de vista pedagógico e como tirar proveito da tecnologia para se atingir tal objetivo.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da escola e do público-alvo

O estabelecimento onde ocorreu a pesquisa chama-se Colégio Estadual Celso Alves de Araújo, conhecida na comunidade cedrense como CECA. É integrante da rede de ensino público do Estado do Ceará, situada à Rua Zé Pajé nº 241, Centro, na cidade de Cedro, Estado do Ceará, sob a jurisdição da 17ª CREDE – Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação, localizada no Município de Icó, Estado do Ceará.

A cidade de Cedro, situada na região centro-sul, tem população de 25 mil habitantes e tem como base econômica a agricultura e uma pecuária de pequeno porte. Em relação à dinâmica da escola onde o trabalho se desenvolveu, comporta a oferta de matrícula (ano-base 2010) para 898 alunos, nos três turnos, atendendo a uma clientela mista, cuja maioria, cerca de 80%, é oriunda da zona rural, seguida por um pequeno contingente advindo da Sede. O atendimento se dá pelas modalidades EJA – Escola de Jovens e Adultos, fundamental e Médio, bem como pelo ensino médio regular, composto por três séries. Escolheu-se esta escola para desenvolver a pesquisa por conta do trabalho de ensino que lá se desenvolve e por se conhecer seus diretores, professores, funcionários, pais e, principalmente, os alunos e algumas das suas principais dificuldades no aprendizado da Química.

Em relação ao quadro de professores, a escola dispõe de um quantitativo de 36, cuja equipe detém o diploma em nível de Licenciatura e de Especialização. Neste aspecto, fica evidente que a escola atende aos pressupostos legais do MEC, uma vez que os docentes com vínculo efetivo ou contratados temporariamente em regência de sala possuem a formação mínima exigida: são licenciados na sua área de atuação. Desta forma, certamente, a equipe está preparada para consolidar a formação cidadã preceituada nas propostas do Plano de Desenvolvimento da Educação da Secretaria da Educação do Ceará.

Outro quesito que merece destaque diz respeito aos ambientes educativos: o colégio possui onze salas de aulas, dois laboratórios de informática dotados de máquinas atualizadas e conectadas à internet. Além disso, dispõe de um professor lotado em cada um desses laboratórios que, juntamente com os alunos monitores, atendem a comunidade mediante a execução de projetos educacionais e demandas de pesquisas e aulas direcionadas pelos professores regentes de classe.

Os livros didáticos de Química adotados em todas as séries do Colégio Estadual Celso Araújo são os do Ricardo Feltre: *Química Geral* Volume 1; *Físico-Química* Volume 2 e *Química Orgânica* Volume 3. O conceito sobre os modelos atômicos é encontrado no *Química Geral*, Volume 01, especificamente no capítulo 4, cujo tema é A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS e os tópicos abordados são os seguintes:

1. O modelo atômico de Thomson
2. A descoberta da radioatividade
3. O modelo atômico de Rutherford
4. A identificação dos átomos
5. O modelo atômico de Rutherford-Bohr
6. O modelo dos orbitais atômicos
7. Os estados energéticos dos elétrons
8. A distribuição eletrônica.

Observando-se a situação educacional e discutindo-se o assunto com outros colegas professores de Química, foi decidido trabalhar nesta pesquisa o conteúdo modelos atômicos, por compreender ser um dos conceitos fundamentais da Química. O conceito do Átomo, desde os antigos filósofos gregos, é como sendo uma partícula indivisível da matéria. Nos dias atuais, muitas teorias utilizam vários dados empíricos e modelos diferentes. Todos explicam a estrutura do átomo de muitas maneiras, mas seus conceitos permanecem fundamentais ao estudo da Química. Com relação à aprendizagem desse conceito, segundo trabalhos dedicados à sua análise da

abordagem, realizados por Mortimer (1995), seu ensino nas séries básicas se mostra inadequado e necessita de novas abordagens em sala de aula.

Escolheu-se trabalhar com alunos do 2º ano do ensino médio turno da tarde, que já tiveram contato com o tema modelo atômico, por achar-se que seja a melhor maneira de identificar e analisar lacunas que ficaram sobre o assunto em questão até a presente pesquisa. Essas lacunas podem refletir o modo como professores das séries anteriores o abordaram.

Ainda sobre a escolha dos alunos supracitados, participantes da pesquisa, esta foi feita de forma que a participação fosse voluntária e no contra-turno, ou seja, no turno da manhã, às sextas-feiras, e às vezes às segundas-feiras. Iniciou-se a pesquisa com 15 alunos, os quais participaram ativamente.

O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro a abril do ano de 2011. No total, foram ministradas cinco aulas de 120 minutos cada, nas quais foram feitas avaliações do processo investigativo, na busca de analisar a evolução conceitual apresentada pelos alunos acerca do conteúdo pesquisado, do uso de modelos para a resolução de problemas e do grau de satisfação dos estudantes em participarem da investigação.

Procurou-se desenvolver uma investigação-ação conforme as bases teóricas de Grabauska e Bastos (2001), com os trabalhos em grupo, iniciando empiricamente e permitindo a pesquisa na própria sala de aula, numa reflexão permanente sobre a melhoria da minha prática, aprendendo mais no desenrolar da pesquisa, avaliando mudanças sempre no intuito de facilitar a aprendizagem quanto a própria investigação (TRIPP, 2005).

Segundo ainda Grabauska e Bastos (2001), quando a investigação promove reflexões e propõe mudanças, se transforma num instrumento eficiente no ensino-aprendizagem. Evidentemente, para isto, são necessários o trabalho e a ação ativa e colaborativa entre professor e alunos (da equipe) no sentido de promoção das transformações almejadas.

4.2 Coleta de dados

Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente, foi apresentada a proposta à Coordenação da escola, onde foi explicada detalhadamente, as motivações da pesquisa bem como seus objetivos e metodologias. Os membros da coordenação da escola foram muito receptivos, pois procurava reconhecer lacunas conceituais no livro didático adotado pelo colégio e ao mesmo tempo se buscava uma evolução na formação dos alunos e, ao mesmo tempo, do ensino da Química. A coordenadora geral e a coordenadora pedagógica sugeriram e foi acatado, que a pesquisa se realizasse no contraturno e assim não haveria prejuízos para as atividades curriculares.

Como segundo passo, a proposta foi apresentada aos alunos da turma selecionada (2º ano E tarde), os quais ficaram bastante entusiasmados. Vale salientar que o pesquisador foi professor de Química desses alunos no primeiro ano (2010) e, conseqüentemente, já se tinha ministrado para eles, de maneira convencional, o conteúdo modelos atômicos. Logo após as explicações da proposta, os alunos, voluntariamente se propuseram a participar do trabalho e, em conjunto, combinou-se que os encontros seriam a cada 15 dias, no período da manhã, nas sextas-feiras.

Nessa oportunidade, discutiu-se, de uma maneira geral, que os objetivos do ensino formal devem transcender os aspectos apenas informativos, que priorizam a mera transmissão do conhecimento relevante acumulado pela humanidade (BRASIL, 1998). Especificamente, no caso do ensino das Ciências, deve-se valorizar o desenvolvimento do processo da aprendizagem colaborativa e de competências e habilidades que permitam aos estudantes compreender e utilizar o conhecimento científico como elemento de interpretação de fenômenos cotidianos e de intervenção na realidade (BRASIL, 2000).

A receptividade e adesão foram promissoras e isto deixou um clima muito feliz, já que a maioria do grupo mora na zona rural e, certamente, haveria dificuldades de transporte, alimentação e estada desses alunos. Ficou acertado

que cada um seria responsável para resolver essas dificuldades, mostrando assim o interesse de todos.

Na ocasião, foi deixado claro que o trabalho seria detectar lacunas na maneira tradicional de ensino da Química, especificamente, nos conceitos de modelos atômicos e que, num processo de aquisição de conhecimento pelo ser humano, existem três tipos principais de elaboração e explicação para os fenômenos: representações proposicionais, imagem e modelos mentais. É proposto por Johnson Laird (1983) que representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural; modelos mentais são análogos estruturais do mundo; e imagens são visualizações de modelos sob determinado ponto de vista. Em termos gerais, existe um predomínio visual no conhecimento, portanto, a utilização de imagens visuais estimula muito mais e melhora a aquisição, retenção e lembranças do que foi aprendido (ONTORIA, LUQUE E GOMES, 2008). Após esta explicação de forma sintética, informou-se aos alunos que iriam ser avaliados seus conhecimentos, após aula no estilo convencional ou tradicional, e avaliar também, após aula usando imagens, ilustrações, cores, fotos e simulações.

Acredita-se que os dados obtidos na pesquisa teriam que passar por uma avaliação a partir de uma confrontação/integração entre o que os dados permitem inferir e as observações e impressões notadas na sua análise.

Escolheu-se o uso de mapas conceituais, já que eles são largamente utilizados para auxiliar a ordenação e a sequência hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno, para favorecer a construção de novos conhecimentos.

Como os alunos não conheciam os mapas conceituais, usou-se o primeiro encontro para repassar as linhas gerais da pesquisa, tirar as dúvidas, acertar detalhes, mas, principalmente, para fazer uma introdução ao uso de mapas conceituais. Foram passados para eles os conceitos de Faria (1995), para quem mapas conceituais podem ser utilizados como: estratégia de estudo, estratégia de apresentação de itens curriculares, instrumento para a avaliação de aprendizagem escolar e pesquisas educacionais. Como uma ferramenta de

aprendizagem, o mapa conceitual é útil para o estudante, a fim de fazer anotações, resolver problemas, planejar o estudo e/ou a redação de grandes relatórios, preparar-se para avaliações e identificar a integração dos tópicos. Por meio de *slides*, mostramos exemplos de vários tipos de mapas conceituais e como cada um é usado, vantagens e desvantagens etc. Exemplificando, citamos mapa teia de aranha, mapa do tipo fluxograma, mapa de entrada e saída e mapa hierárquico.

Após as explicações sobre a pesquisa e mapas conceituais, ocorreu um momento de socialização das ideias e cada um teve a oportunidade de expor suas impressões e pensamentos. Foram traçadas estratégias, reservando a segunda-feira como dia alternativo, caso não fosse possível o encontro na sexta-feira. O tipo de mapa que decidimos empregar nas avaliações foi o fluxograma.

O mapa conceitual em fluxograma organiza de uma maneira linear, e é utilizado para mostrar passo a passo determinado procedimento e, normalmente, inclui um ponto inicial e outro final. Um fluxograma é normalmente utilizado para melhorar o desempenho de um procedimento, sendo de leitura simples e as informações têm uma linha de sequência lógica.

Elaborou-se um material direcionado ao ensino-aprendizagem da Química, na intenção de auxiliar na superação das deficiências encontradas pelos alunos. Utilizou-se um programa computacional (*Visual Class*) para preparar, colaborativamente uma aula em dvd sobre o tema escolhido, usando recursos dentro de uma nova estratégia de ensino, e avaliarmos se poderia haver uma aquisição maior dos conhecimentos sobre o assunto. Acreditamos que a utilização das tecnologias vai além dos limites impostos pelo espaço-tempo e, em combinação com a pesquisa em sala de aula, implica uma reflexão sobre o ofício de educar. A ciência, a tecnologia e a informação constituem a base de utilização e funcionamento do espaço(SANTOS, 1996). É necessário investigar a própria prática pedagógica, refletir sobre ela e melhorá-la, concretizando e produzindo a pesquisa na sala de aula de Química. É

evidente que a participação ativa e prazerosa nas atividades propostas possibilita o desenvolvimento da autonomia e da criatividade.

4.3 Desenvolvimento da pesquisa

A dificuldade dos alunos no entendimento dos conceitos sobre modelos atômicos, segundo Mortimer e Machado (2005), tem implicações diretas na abordagem feita em sala de aula, haja vista que não se discute no ensino a interpretação dos fenômenos no cotidiano e as explicações atomísticas. Dessa forma, até os melhores alunos não seriam capazes de diferenciar propriedades ou estabelecer relações entre os materiais sólidos, líquidos e gasosos. A dificuldade do ensino e aprendizagem do conceito de átomos passa, principalmente, por noções abstratas e no entendimento de algumas palavras e símbolos. É necessário refletir se na atualidade é realmente importante o ensino sobre estrutura atômica e/ou a aplicabilidade desses conceitos no cotidiano.

Como ferramenta explicativa, a visão clássica do átomo pode ser muito apropriada, pois pode mostrar como os diferentes modelos são constituídos, porque às vezes alguns são abandonados e outros são modificados; embora a visão quântica seja mais abrangente, ela não é, didaticamente falando, melhor do que a visão clássica.

De acordo com Bernadelli (2004), muitas pessoas resistem ao estudo da Química pela falta de um método que contextualize seus conteúdos. Muitos estudantes do ensino médio têm dificuldades em relacioná-los a situações do cotidiano, pelo fato de se esperar deles a memorização de símbolos, nomes e tabelas. O autor diz ainda que é necessário criar condições adequadas e prazerosas para o ensino e aprendizagem da Química. Para isto, aproveita-se da sua tradição cultural, fatos do dia a dia e da mídia, procurando com isto a reconstrução do conhecimento da Química para que o aluno possa refazer a leitura do seu mundo.

Para Rocha Filho e Tunes (1986), existe uma barreira na capacidade do aluno que inicia o ensino da Química no fundamental e médio, em reconhecer, no plano microscópico, o caráter descontínuo da matéria e de suas entidades constituintes. Essa dificuldade decorre basicamente, de visualizar de maneira correta o mundo microscópico e da deficiência de referenciais que o auxiliem na abstração. Isto leva a dificuldades de entender o conceito de átomos e elementos químicos.

Na intenção de facilitar a compreensão dos conceitos de Química nos níveis microscópico, microscópico e simbólico, várias abordagens estão sendo desenvolvidas, inclusive com o uso da informática.

Usando-se uma abordagem com emprego de modelos formulados colaborativamente com os alunos, fazendo com que os estudantes pesquisem e se interessem mais pelo assunto, tem-se a pesquisa em sala de aula como ferramenta facilitadora do ensino da Química, procurando-se preencher possíveis lacunas deixadas pelo livro didático e na formação desses conceitos, bem como ensinar melhor formulação de conhecimentos.

[...] a compreensão do processo da construção do conhecimento científico a partir de atividades de modelagem se dá pela compreensão do uso de modelos e, principalmente pelo processo de construção dos mesmos. O processo de modelagem permite ao aluno perceber a integração entre diferentes conhecimentos, o processo de interpretação de evidências, a necessidade de elaboração e teste de hipóteses e, principalmente, a dinâmica de processo de construção do conhecimento, que é mutável e sujeito a erros. (FERREIRA, 2006, p.165).

Visando a mostrar, de maneira mais clara, a estratégia usada e facilitar o entendimento da sistematização dos resultados, apresenta-se a seguir explicações sobre cada encontro com os alunos no desenvolvimento desta pesquisa.

4.3.1 Descrição das atividades na elaboração da proposta

É importante evidenciar que, em virtude de a proposta de ensino-aprendizagem ter sido desenvolvida no horário do contra-turno e boa parte dos alunos participantes morarem na zona rural do Município, buscamos adequar o dia e horário dos encontros às disponibilidades e dificuldades de cada estudante, obedecendo ainda à necessidade de maior dedicação ao estudo extraclasse no período de provas, tudo isto para ter uma melhor participação em cada encontro do grupo, quase sempre sem ausências. Somente desse modo poder-se-ia obter resultados uniformes e significativos.

Vale ainda salientar que este estudo está baseado em um tratamento qualitativo sobre a aquisição de conhecimentos relativos a conceitos sobre modelos atômicos, procurando o entendimento de maneira facilitadora para o seu acontecimento.

Em seguida é relatada em detalhes a dinâmica dos encontros realizados no desenvolvimento da proposta.

1º Encontro

No primeiro encontro com os alunos voluntários na pesquisa, se expõe que a pesquisa seria básica na conclusão e aquisição do título mestre em ensino de ciências e matemática, do curso de mestrado profissional da Universidade Federal do Ceará. Falou-se ainda que a participação de todos seria fundamental para o desenvolvimento e sucesso da proposta. Que o importante não seria apenas os resultados positivos, mas todos os resultados seriam objetos de reflexões, conjuntamente. Foi dito também que o mais interessante era entender como e quanto eles aprenderiam sobre os conceitos objetos de estudos.

Na proposta, o método de avaliação seria através de mapas conceituais. Foi feito inicialmente uma explanação geral sobre a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel para em seguida passar uma definição de

mapas conceituais: O quê é? Para que servem? Como fazer? Como usar? Exemplificaram-se vários tipos de mapas conceituais dizendo vantagens e desvantagens de cada um e no final, já conhecedores da proposta e tendo as noções básicas de mapas conceituais, escolheu-se conjuntamente para usar no trabalho, o mapa conceitual tipo fluxograma, por achar mais apropriado às avaliações que seriam necessárias no decorrer da pesquisa.

O primeiro encontro ocorreu numa sexta-feira dia 11 de fevereiro de 2011, começando às 8:00 h, com uma pausa de 30 minutos para o lanche, o que totalizou cento e vinte minutos de aula.

A ideia inicial era ter encontros a cada quinze dias, mas foi marcado o próximo para a semana seguinte aproveitando a folga no calendário escolar.

2º Encontro

O segundo encontro foi na sexta-feira seguinte dia 18 de fevereiro, às 08:00 h da manhã quando foi feita uma revisão dos conteúdos sobre modelos atômicos usando o capítulo quatro livro didático adotado na escola (Ricardo Feltre: Química Geral, Volume 1). A revisão foi feita usando uma abordagem tradicional e praticamente, seguindo todo o roteiro do livro. Não houve muita dificuldade, pois o grupo conhecia os conceitos, os quais foram estudados no primeiro ano (2010) do ensino médio.

Na ocasião foi comentado que o livro didático não contempla a parte dos primeiros conceitos de átomos desenvolvidos pelos filósofos Gregos, sua indivisibilidade, origem da palavra átomo, seus conceitos sobre a matéria e contexto histórico em que fora sugerido e os princípios de Dalton. Estes são tratados rapidamente e de maneira superficial. Geralmente os conceitos dos modelos do Thomson e Rutherford têm uma visão mais quântica, e o livro do Ricardo Feltre prioriza esta visão, pois eles são mais enfocados.

Após esse primeiro momento, passou-se a discutir com o grupo o novo tipo de abordagem a ser empregada, para isto deu-se uma noção básica sobre mapas mentais e como eles constituem uma técnica que contribui para o funcionamento do cérebro humano e faz com seja alcançado um maior rendimento através de estímulos do pensamento e do uso de imagem, símbolos, cores e palavras. Comentou-se ainda que, essa abordagem poderia contribuir para potencializar a capacidade que eles já possuem de aprender, pensar e estudar, a qual, referida abordagem, poderia ser aplicada para a aprendizagem de qualquer disciplina (ONTORIA, 2008). O modelo mental representa uma possibilidade, capturando o que é comum a todas as diferentes formas em que a possibilidade pode ocorrer, eles representam apenas aquelas situações que são possíveis.

3º Encontro

O terceiro encontro aconteceu no dia 04 de março, numa sexta-feira, às 08:00 h, onde foi feita uma análise com todo o grupo, sobre os conceitos estudados. Solicitou-se que cada um falasse o que havia entendido sobre os conceitos de modelos atômicos, no intuito de obtermos uma perspectiva do conjunto de idéias que o grupo fazia sobre os conceitos de modelos atômicos.

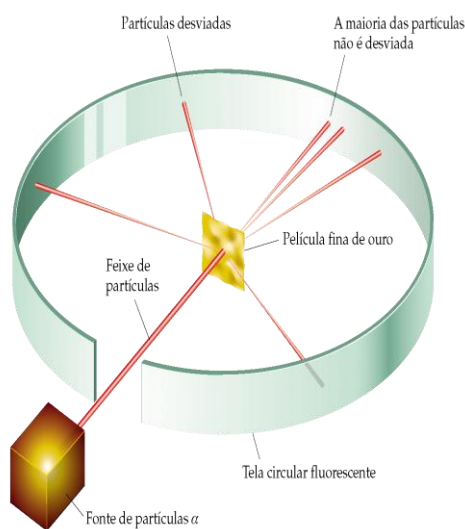
Os alunos falaram abertamente sobre suas opiniões e discutiram entre si sobre as dúvidas que existiam, até que chegassem a um consenso e ficassem praticamente com conceitos semelhantes. Nesse momento não houve manifestação por parte do professor pesquisador, para não modificar seus conhecimentos a fim de que fosse possível fazer uma leitura dos seus conhecimentos, exatamente como eles haviam adquiridos com a abordagem que tiveram.

Em seguida foi solicitado que cada um construísse um mapa conceitual sobre o tema da aula, para assim podermos avaliar o quanto e como eles entenderam os conceitos sobre modelos atômicos quando se usa uma abordagem mais convencional ou tradicional.

4º Encontro

Ocorreu no dia 21 de março de 2011, numa segunda-feira, às 8h, quando ministramos uma aula preparada por mim, com enfoque na história da evolução dos modelos, situando os estudantes no contexto em que esses modelos surgiram e as ligações existentes entre um modelo e outro. Para isto, usamos *slides* projetados por um projetor de mídias, nos quais os conceitos dos principais modelos atômicos foram mostrados com desenhos, imagens, ilustrações (ver figura 01), simulações de experiências e textos (os slides apresentados foram montados pelo professor, mediante pesquisa na internet, livros e artigos sobre o assunto).

Figura 01- Exemplo de material usado no quarto encontro.



Fonte: Pearson Education

Após essa aula, pediu-se a cada um dos membros do grupo que constituísse novo mapa conceitual sobre o tema estudado. Em seguida à elaboração do mapa, esclareceu-se aos alunos que, no próximo encontro, seria construído coletivamente, um material semelhante ao apresentado nesse encontro, sobre o mesmo conteúdo estudado e que para isto, seria utilizado um software chamado Visual Class, específico para esta tarefa. Solicitou-se que eles trouxessem material, como fotos, ilustrações, desenhos, textos, enfim, qualquer material que eles achassem adequado para realizar o trabalho.

5º Encontro

O quinto encontro aconteceu no dia 15 de abril de 2011, às 8h de uma sexta-feira, oportunidade em que apresentou-se o programa *Visual Class*, o seu funcionamento, como usar suas ferramentas e alguns projetos desenvolvidos utilizando-o, além de um tutorial que o próprio programa possui.

Fez-se um intervalo e em seguida, debateu-se sobre o material que seria desenvolvido e o tipo de abordagem a exibir. Cada um dos participantes comentou sobre o que haviam trazidos e por quê.

Traçados as estratégias e os objetivos, iniciou-se a montagem passo a passo da aula com a ajuda do programa. Como estava sendo usado o projetor de mídias, todos puderam acompanhar e dar sugestões, à medida que o trabalho era realizado.

Em razão da maneira como os alunos participaram desse momento, facilmente, percebeu-se seu entusiasmo, interesse e, até mesmo, o domínio que a turma tem sobre os conteúdos estudados.

6º encontro

O sexto encontro foi no dia 26 de abril, numa segunda-feira e exibiu-se para os alunos o dvd com a aula montada por eles no encontro anterior. Foram consertadas algumas falhas encontradas e em seguida solicitado que fizessem um novo mapa conceitual, para uma análise sobre o entendimento deles acerca dos conteúdos apresentados e como eles vivenciaram suas atividades, e ainda, qual a contribuição para a sua compreensão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em referência aos alunos, é uma clientela eclética, advinda basicamente de famílias de agricultores e, em alguns casos, de funcionários públicos, comerciários, aposentados, constituindo um ambiente educativo plural, tanto de ideias quanto de situação-problema. Cabe aqui ressaltar que o nível de proficiência leitora e escrita dos alunos é heterogêneo em virtude da formação no ensino fundamental destes ter se dado em redes de ensino distintas, municipal ou particular; daí ser perceptível em sala de aula tanta distorção série-idade quanto os avanços alcançados.

Num levantamento rápido feito no livro de frequências do laboratório de informática do CECA, constata-se que poucos professores utilizam a internet como recurso didático (apenas 9% dos que foram ao laboratório de informática com alunos), e um pouco mais utilizam o projetor de mídias em suas aulas (11%). Conclui-se que uma quantidade relativamente alta de professores (cerca de 90%) ainda não utiliza os recursos midiáticos mais complexos e dinâmicos disponíveis, o que, certamente, agregaria subsídios enriquecedores nas abordagens e aprofundamentos dos conteúdos educacionais.

5.1 Análises dos resultados

1º encontro

A primeira impressão que se teve e que depois se confirmou, é que os alunos ficaram muito entusiasmados em poderem contribuir com a pesquisa, pois se sabe do sacrifício que eles se submeteriam para participarem da pesquisa, primeiro por ser realizada num horário extraclasse e segundo pelo deslocamento já que alguns moram na zona rural do município. Suas dificuldades também foram discutidas nesse primeiro encontro, pois pediu-se a eles que colocassem tudo o que poderia atrapalhar os encontros e as sugestões para resoluções ou minimização destes problemas ou empecilhos.

Ajudou muito para a aceitação do grupo, o fato do professor pesquisador já ter sido professor do grupo e apresentar um bom grau de afetividade com os mesmos.

O uso de mapas conceituais na pesquisa foi recebido como uma novidade e funcionou como uma motivação a mais para fazer com que eles reflitam sobre o que aprenderam e como aprenderam. Foi uma ferramenta importante na hierarquização e inclusão de novos conceitos e ainda, nos seus alinhamentos.

2º e 3º encontros

Nesses encontros, foi feita uma abordagem tradicional dos conceitos sobre modelos atômicos, ou seja, sem o uso de mídias, numa exposição oral e usando o livro didático (Ricardo Feltre, volume 01). Percebemos a dificuldade de integração e sequência entre os principais conceitos.

Apesar de serem os primeiros contatos dos alunos com a utilização do mapa conceitual, foi possível observar, como veremos pelos mapas apresentados a seguir, que eles não conseguiram visualizar a evolução dos modelos atômicos. Apesar de haverem obtido mapas com as ideias relativamente organizadas (Figura 2), a maioria dos alunos adquiriu apenas uma visão simplista das diferentes teorias, sem nenhuma articulação.

Figura 02- Exemplo 1 de Mapa Conceitual construído por um dos alunos no 3º encontro, após conteúdos explanados de forma tradicional no 2º encontro.

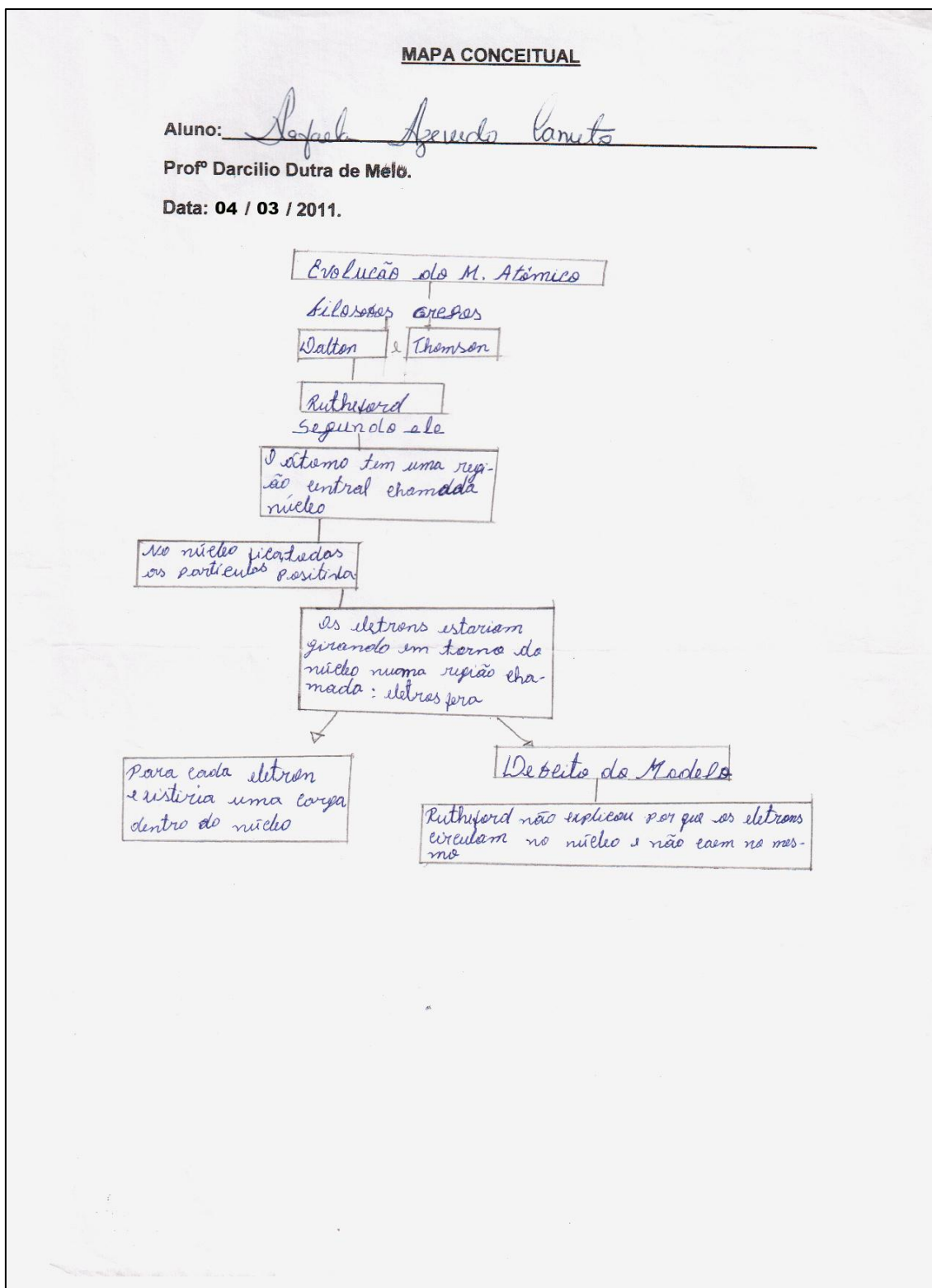
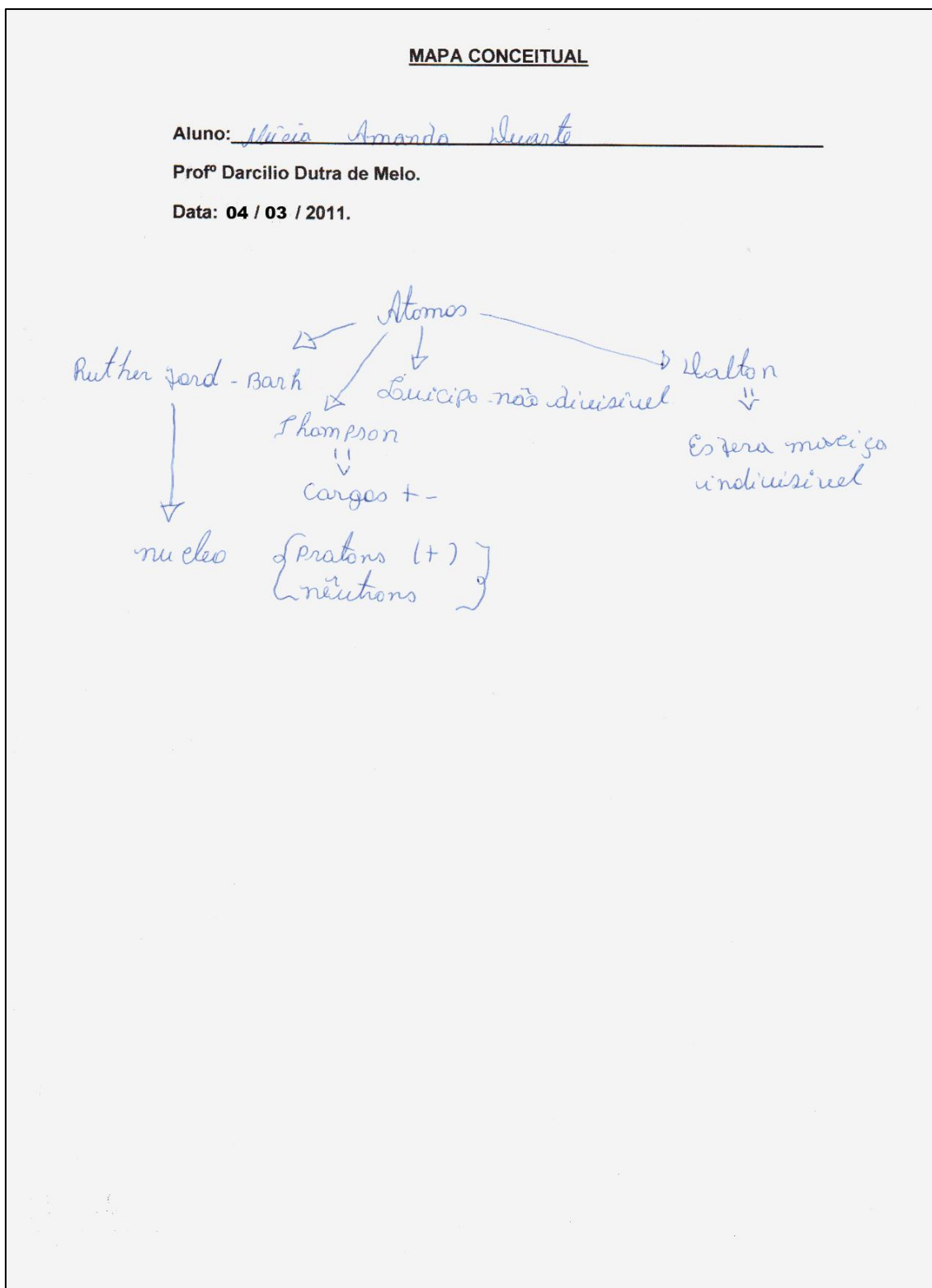


Figura 03- Exemplo 2 de Mapa Conceitual construído por um dos alunos no 3º encontro, após conteúdos explanados de forma tradicional.



Constatou-se nas discussões sobre o assunto com os alunos, que algumas das falhas observadas eram consequência das lacunas deixadas pelo livro didático (Ricardo Feltre, volume 01) e, principalmente, do tipo de abordagem utilizada na exposição dos conceitos.

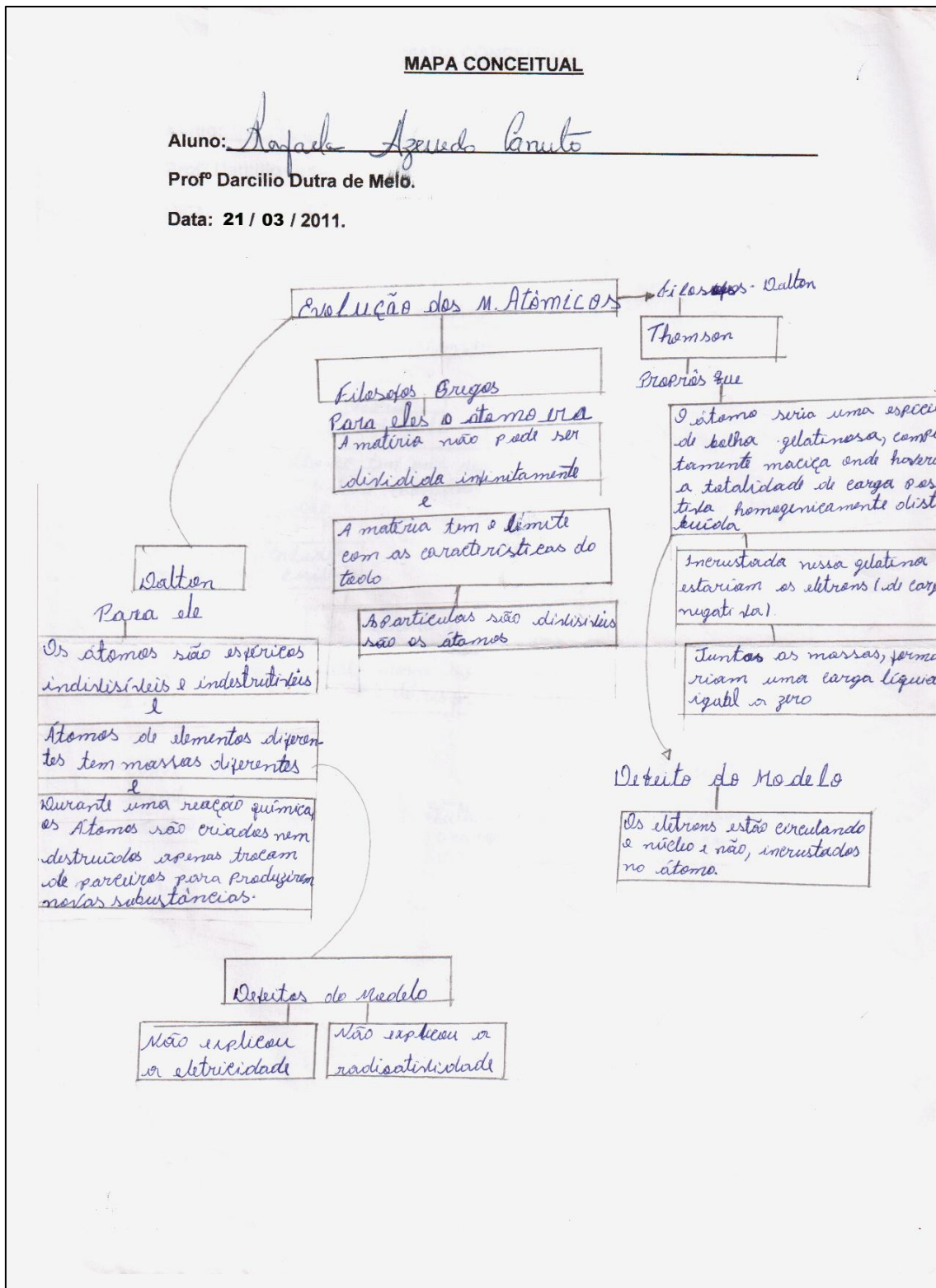
Nota-se na abordagem do livro uma falta de ligação entre um modelo e outro. Este não faz nenhuma menção às primeiras noções de átomos dos filósofos gregos, não mostra como os diferentes modelos são idealizados numa evolução de um para outro e com antecedentes históricos, os quais são fundamentais a uma abordagem didático-pedagógica para situar o aluno no contexto conceitual de cada modelo atômico. Ainda falta uma contextualização da evolução dos modelos no espaço-tempo, pois não se mostra, por exemplo, que, no final do século XIX, tinha-se conhecimento de que os átomos normalmente eram neutros, conheciam-se as partículas positivas e negativas, mas não se tinha certeza de como essas partículas estavam distribuídas no átomo. Diversos modelos foram desenvolvidos para explicar essas dúvidas e o mais aceito, então, foi o modelo de Joseph John Thomson, isto até a divulgação da experiência realizada por Ernest Rutherford, Johanes Hans Geiger e Ernest Marsden. Nessa experiência, havia a intenção de mostrar as propriedades das partículas alfa e sua interação com a matéria. Os resultados obtidos levaram Rutherford a estabelecer o modelo atômico nucleado, confirmado depois por Geiger e Marsden. Nesse modelo, todas as cargas positivas do átomo e praticamente toda sua massa estavam concentradas numa região chamada núcleo (BROWN, 2005).

No capítulo, não há questionamentos ou promoção de investigação, proposições de hipótese ou indagações críticas sobre os resultados, além de valorizar excessivamente a visão quântica dos conceitos de átomo, que é muito abstrata, com poucas referências na vida cotidiana, se tornando assim de compreensão difícil por parte dos estudantes.

4º encontro

Foi feita uma abordagem dos conceitos de modelos atômicos, usando as novas mídias, e, pelos mapas conceituais construídos pelos alunos (figura 04), notou-se que os alunos mostraram que há uma relação e evolução entre um modelo e outro, evidenciando detalhes que culminaram para a aceitação de uma nova forma de imaginar o átomo. Em comparação com o mapa anterior é possível notar um aumento do foco no assunto a ser mapeado, mais conceitos foram introduzidos e uma melhor relação entre os modelos. Isto pode ser evidenciado pelos mapas construídos pela mesma aluna (figura 02 e 04), comparando os dois mapas vimos que o da figura 04 mostra que os conceitos são mais detalhados, aprimorados e existe uma interligação lógica entre eles.

Figura 4 – Mapa conceitual construído por um dos alunos no 4º encontro, após uso de mídias.



O uso de imagens na sala de aula, tende a produzir benefícios e efeitos interessantes na estrutura cognitiva dos aprendizes, trazendo, como grande aliado, o estímulo à criatividade e ao desenvolvimento da capacidade de análise e síntese, importantes habilidades que são muito requeridas na educação e vida profissional. Por isto, o uso da imagem na sala de aula deve ser mais efetivo pelos educadores.

Assim, as TICs desempenham papel fundamental na qualidade e eficiência do ensino-aprendizagem, pois auxiliam e facilitam a interação do aluno com grandes quantidades de informações sobre diversos aspectos. Particularmente, a internet é um recurso bastante utilizado na educação nos últimos tempos, mas, no ensino da Química, ela é subutilizada, seus recursos não são devidamente explorados para um eficiente ensino desta ciência.

Devido a necessidade da articulação de vários espaços educativos, os softwares voltados para este fim, precisam ser avaliados constantemente e assim, poucos *softwares* realmente confiáveis são desenvolvidos para suprir os professores e alunos em seus trabalhos de ensino-aprendizagem da Química. São poucos, também, os *sites* que discutem e aprofundam o ensino da Química e que se utilizam da rapidez e interatividade envolvendo assuntos dessa prática pedagógica (PIRES, PRINCIGALLI e MORTIMER, 2003, p. 01).

5º e 6º encontros

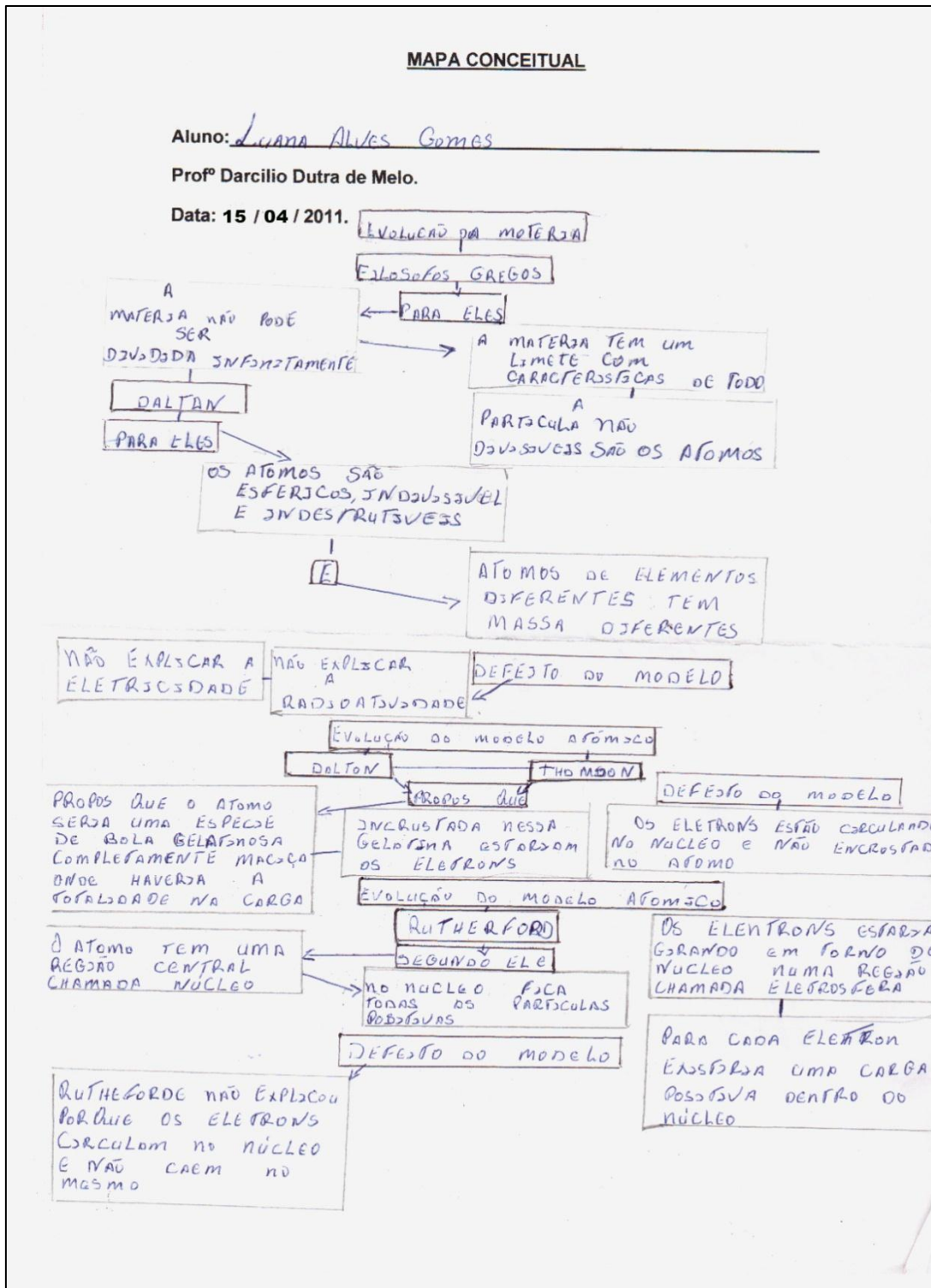
Nesse momento, foi possível observar (figura 05), comparando com o mapa construído após a aula com o uso de mídias (figura 04), a pertinência e a adequação das relações entre os modelos atômicos, a diferenciação progressiva e uma evolução significativa dos conhecimentos sobre os conceitos de modelos atômicos em relação ao quarto encontro, em que foi usada uma abordagem com as mídias digitais. Isto demonstra o quanto o

processo de pesquisa contribui no aprendizado e valoriza a participação dos alunos. Foi visto que os alunos se concentraram em converter informações, que eles já haviam adquirido, em conhecimentos aplicáveis na elaboração coletiva da aula em dvd, sobre a evolução dos modelos atômicos. Comparando os mapas conceituais construídos pelos alunos nesta pesquisa, podemos observar que houve indícios de evolução dos conhecimentos dos alunos sobre os conceitos de modelos atômicos. A diferenciação progressiva dos conceitos relacionados com a evolução dos modelos atômicos pode ser notada entre os mapas após a abordagem tradicional dos conceitos aqui considerados e a abordagem dos mesmos conteúdos feita usando as TICs (figuras 03 e 04). Foi visto também, segundo análise do mapa da figura 05, que houve um aprimoramento desses conceitos quando os alunos pesquisaram para produzir, colaborativamente, uma aula em dvd, usando o *software Visual Class*.

As lacunas no ensino dos modelos atômicos foram indicadas quando do primeiro mapa feito pelos alunos, pois percebeu-se a superficialidade com que os alunos definiam os vários modelos, sem nenhum momento notar a ligação entre eles (figura 02). Durante a elaboração do material didático, procurou-se estimular os alunos a explorar mais a interação dos modelos, e os resultados deste estímulo vêm justamente no último mapa elaborado pelos alunos no 5º encontro, o qual trás muito mais informações e vimos ainda, alguns conceitos funcionando como subsunçores.

A pesquisa em sala de aula, com uso do *software Visual Class*, proporcionou aumento significativo da motivação dos alunos. Isso mostra a importância deles se expressarem por meio de formatos e códigos mais próximos das suas sensibilidades.

Figura 05 – Mapa Conceitual construído por um dos alunos no 5º encontro após a elaboração de material empregando o *Visual Class*.



A evolução do aprendizado dos alunos pode ser percebida ao longo desta pesquisa comparando-se os mapas construídos por uma mesma aluna e que se percebe também nos mapas dos demais alunos. As figuras 6, 7 e 8 evidenciam essa afirmação e são uma amostragem significativa. É possível observar a inserção de novos conceitos, os conceitos subsunçores, o inter-relacionamento existente entre os modelos atômicos estudados, mostrando, portanto, o melhoramento do aprendizado. Isto vai ao encontro da afirmação de que a aprendizagem na sociedade do conhecimento deve estar sob controle do aprendiz e ser uma experiência agradável, feita individualmente ou em grupo, com ou sem auxílio do professor. Necessita, entretanto, de um envolvimento na situação, dar o máximo de si e deixar de lado atitudes passivas ou fáceis.

Além disso, as experiências de aprender e ensinar são prazerosas e não nos damos conta que estamos aprendendo ou ensinando. Nestas situações, temos a oportunidade de vivenciar uma “experiência ótima”, alcançando um sentimento de excitação e de divertimento lembrados como bons momentos da vida, como diz a teoria do fluxo (CSIKSZENTMIHALYI, apud VALENTE et al, 2007, p. 59).

É na visão de Piaget (apud SANTOMÉ, MAZONNE e BARANAUSKAS, 1998, p. 115) que o “[...] próprio sujeito deve ser o ponto de partida de toda aprendizagem”, e que, de acordo com Kuenzer (2001. p,73), “[...] a ação de conhecer, envolvendo uma relação entre sujeito e objeto, significa contextualizar”.

Figura 06- Mapa conceitual construído no 3º encontro, após aula convencional sobre a evolução dos modelos atômicos.

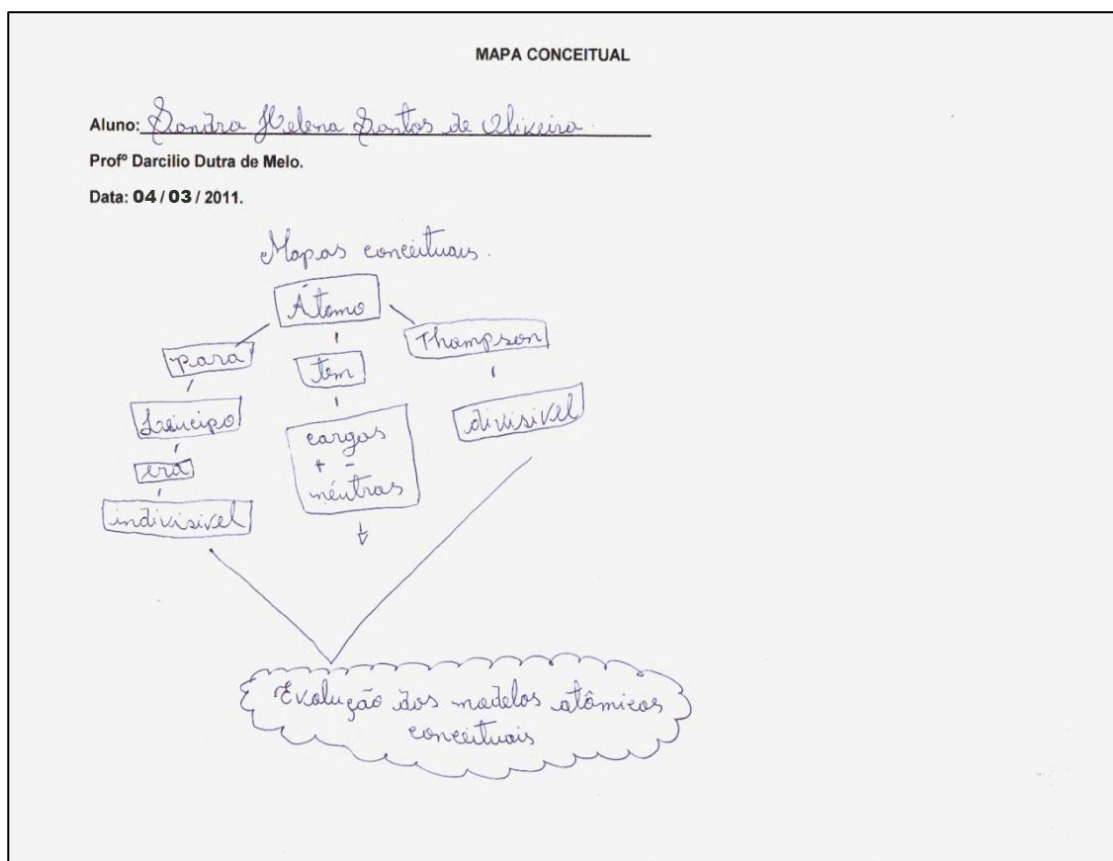


Figura 07- Mapa conceitual construído pela mesma aluna que construiu o mapa da figura 06, no o 4º encontro após aula usando mídias.

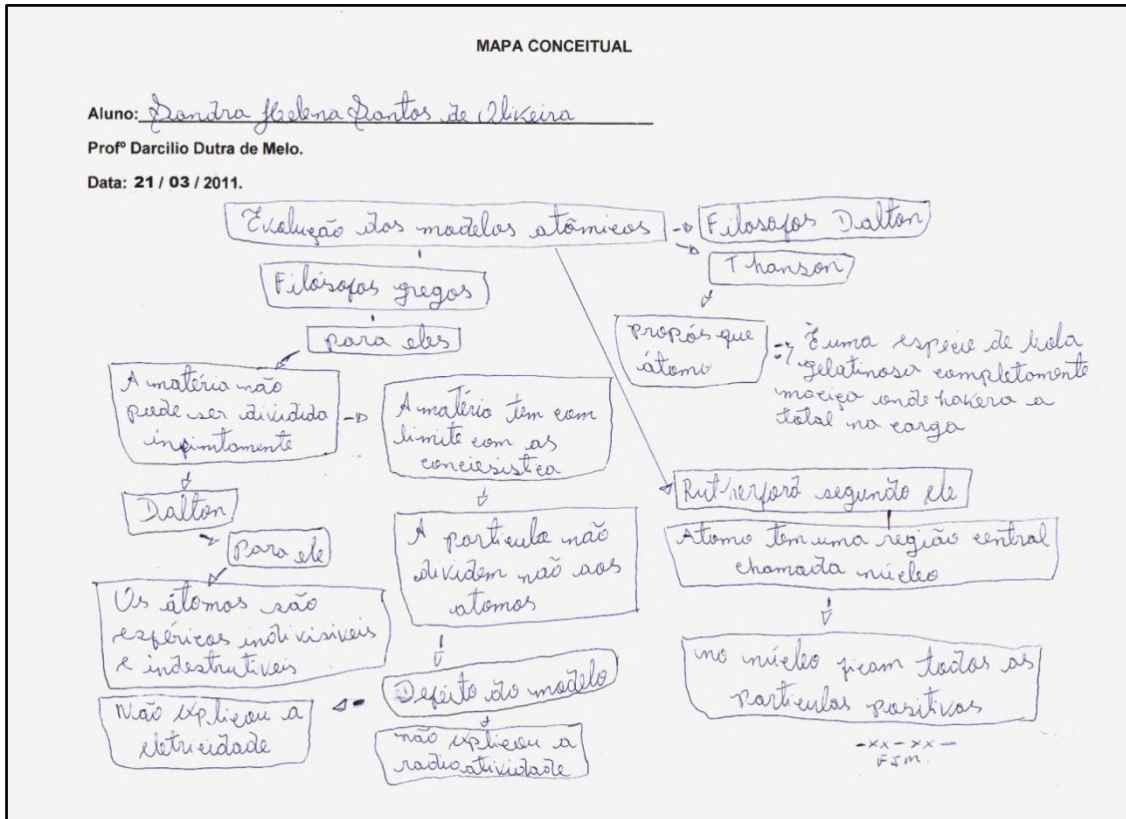
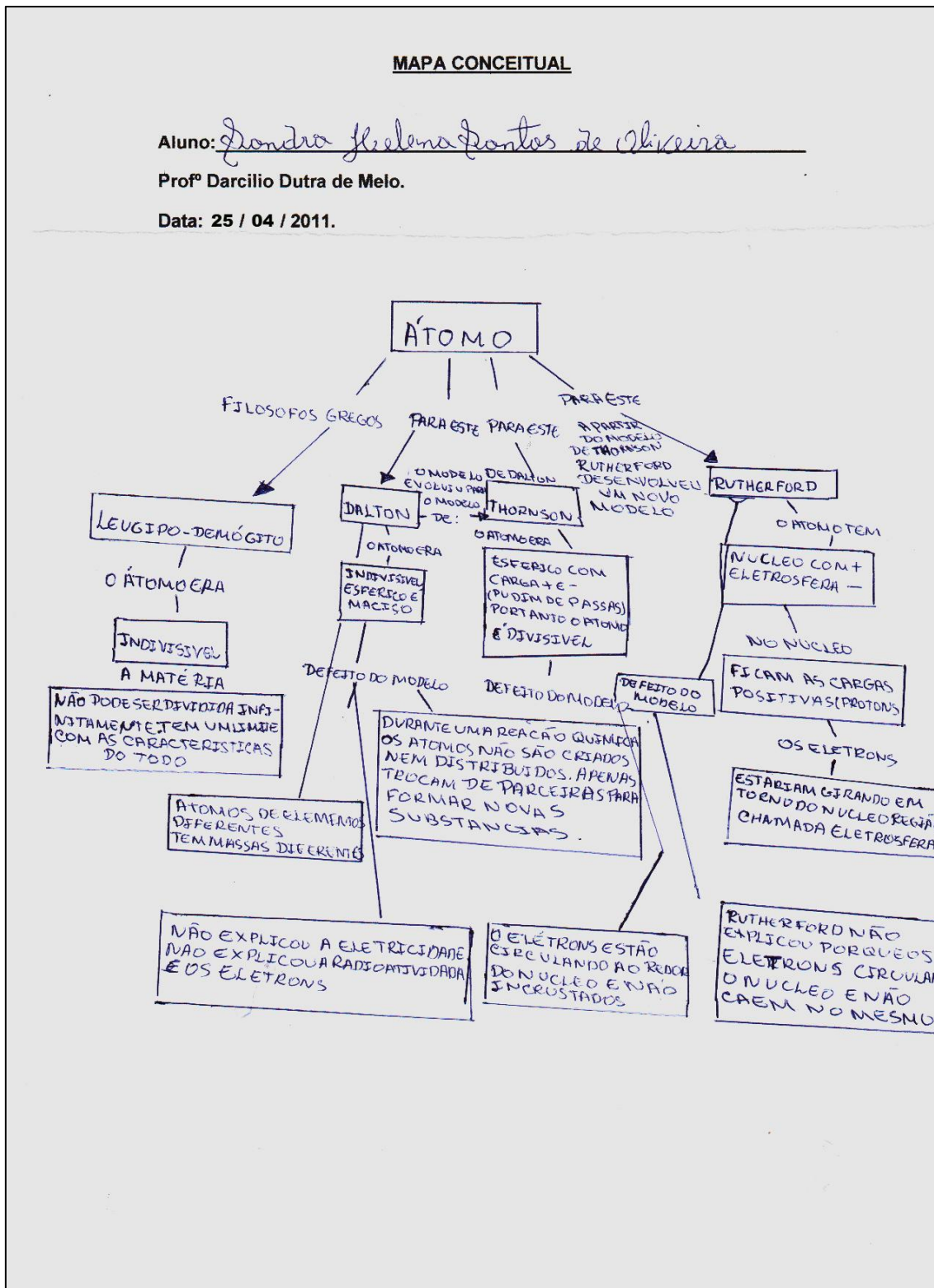


Figura 08- Mapa conceitual construído pela mesma aluna que construiu os mapas das figuras 06 e 07, após a elaboração em dvd da aula usando o software Visual Class.



Ao se analisar os mapas conceituais (figuras 06, 07 e 08), foi visto que a aprendizagem ocorre de modo mais efetivo quando eles constroem e manipulam os modelos, superando aquela em que os modelos são somente observados. É evidente, também, que os questionamentos dos alunos, assim como do professor, contribuíram para o bom desenvolvimento da estratégia. Essa mediação foi fundamental, pois foram discutidas as ideias prévias dos alunos e as novas informações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se, neste experimento, investigar determinadas características pelos alunos, nas etapas de desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem de conceitos, em especial no ensino de modelos atômicos, e como o uso das TIC, modelos e concepções a eles associados pode facilitar na superação desses claros.

Os resultados adquiridos no desenvolvimento desta pesquisa, e que foram interpretados, revelam indícios de um panorama das salas de aulas, em que os educandos, acostumados a uma abordagem positivista¹ no ensino, tratados como simples receptores, apresentam dificuldades em organizar e manifestar suas ideias, com clareza dos fenômenos ocorridos no mundo microscópico, ou, segundo Souza (2007), dificuldades na elaboração do pensamento relativo à Química. Quando estes alunos, no entanto, são estimulados e valorizados, mostram-se participativos, entusiasmados e curiosos, conseguem superar grande parte de suas limitações, buscando o conhecimento de forma investigativa e integradora.

Observou-se que os alunos se empenharam e valorizaram melhor a estratégia de ensino-aprendizagem, quando compreenderam que o cerne do trabalho seria exatamente perceber e interpretar os fenômenos mostrados, de maneira submicroscópica.

¹Abordagem positivista segue o paradigma hipotético-dedutivo [Patton, 1980]. Normalmente incorpora um ou mais dos seguintes princípios [Sutton, 1993]:

1. a realidade é uma propriedade do mundo empírico e não do observador;
2. separação dos fatos de seus significados;
3. teste formal de hipóteses em vários casos;
4. manutenção da distância objetiva durante a pesquisa;
5. uso de linguagens descritivas não valorativas, normalmente envolvendo quantificação;
6. geração de assertivas semelhantes a leis.

Como foi apresentado ao longo da pesquisa, todo o foco era nos resultados obtidos pelo grupo, os alunos viram que eram peças fundamentais no processo e isto lhes deu uma motivação a mais para que participassem ativamente, de forma comprometida e também responsável. Houve um empenho entusiasmado na realização das atividades, na análise e interpretação de resultados. Todo o processo de desenvolvimento da aula em dvd, usando o *software Visual Class*, privilegiou o que eles julgaram mais importante na explicação dos fenômenos, demandou estudo e pesquisa por parte deles e estas novas informações lhes agregaram novos conhecimentos.

Observou-se que, na compreensão dos alunos acerca de modelos atômicos e conceitos inerentes, em termos qualitativos, houve um crescimento significativo e muito mais amplo, quando foi usada a abordagem com as TIC. Depois de momentos de reflexão sobre os conceitos aprendidos, os alunos apresentaram suas propostas alicerçadas em suas compreensões de como se caracteriza o modelo atômico e, nesse sentido, achasse que os professores devem, em sua prática de sala de aula, elaborar estratégias, utilizando imagens, sons, ilustrações, enfim, recursos que possam atrair a atenção dos alunos, mas também ensejar momentos de reflexão e colaboração não só dos conteúdos a serem desenvolvidos, mas, de como se elabora o conhecimento científico, promovendo um ensino mais analítico, dialógico e amplo.

É necessário incorporar gradativamente os recursos digitais na prática docente. Estes, aliados à popularização da internet, ensejam sobremaneira, um conjunto de novas possibilidades no de ensino e aprendizagem, cujas interações são mediadas pelo computador. Além dos benefícios traduzidos pela objetividade de *softwares* educacionais, bem como para os professores, é necessário uma definição clara dos objetivos educacionais, do nível de conhecimento do público-alvo e adoção da teoria de aprendizagem adequada na consecução das metas traçadas.

Os materiais educativos digitais, em razão de seus múltiplos formatos, requerem redobrados esforços desenvolvedores e dos professores, com vistas a promover maior flexibilidade nas interações do aluno com o objeto de

aprendizagem, pois estes recursos, essencialmente, devem privilegiar produtividade, eficiência e qualidade do ensino, traduzindo-se como facilitadores no processo de aprendizagem.

É papel do professor, selecionar o melhor tipo de conteúdo educacional digital, haja vista que se deve levar em consideração fundamentos como usabilidade e acessibilidade, isto é, facilidade e satisfação, como requisitos mínimos a serviço da elaboração dos conhecimentos.

É válido ressaltar o fato de que há um grande fosso entre aquilo que se ensina e se aprende em uma posição didática retrógrada, em vez de se deslumbrar novas possibilidades e desafios corroborados pela apropriação de novas metodologias e recursos tecnológicos.

Nessa prática de ensino, ficou evidenciado pelos dados, que há uma série de situações a enfrentar, conforme delineamos na sequência:

- Privilegiar o projeto pedagógico das escolas com o uso de novas mídias, como recurso didático, a fim de facilitar o ensino-aprendizagem.
- Conscientizar os docentes da necessidade de se atualizarem, participando de forma atuante e reflexiva nas formações inerentes a sua área de atuação, bem como potencializando as habilidades com os recursos midiáticos.
- Fomentar a ideia de que os professores integrados na era tecnológica têm ao seu favor um conjunto de benefícios valiosos para transformar a sala de aula além das quatro paredes, dando ensejo aos seus alunos à formação de novos saberes com base nesta pesquisa.
- De fato, os resultados esperados só serão visíveis a médio e longo prazo, haja vista que a implantação de modelos e posturas, de imediato, não é aceita na sua completude, e de forma gradual, velhos e novos paradigmas coexistirão na dinâmica da formulação dos conhecimentos.

Em suma, é sabido que as propostas ora levantadas são norteadoras na tomada de decisão e implementação das ações, com vistas a atingir metas predefinidas. Assim, compreendemos que no ensino da Química, é urgente o

uso de estratégias que privilegiem o diálogo, o respeito ao aluno e às suas ideias, que estimulem à curiosidade, a liberdade, a tomada de decisões conscientes, e tudo o mais, para promover a autonomia e liberdade do educando.

Os educadores precisam assumir o papel na educação deste País, com coerência e usando sempre a ética na nossa prática, procurando superar nossas limitações e adversidades em busca de uma educação emancipatória e libertadora. Em vez do currículo pré-pronto, sem levar em consideração o conhecimento prévio do aluno, o mediador deve elaborar, em conjunto com os alunos, um programa de atividades, traçando objetivos do que é relevante para seu aprendizado, introduzindo uma pesquisa. Com um trabalho cooperativo, em que são abordadas questões de interesse para eles e as contribuições são corretamente valorizadas, irá ocorrer uma retenção significativa, haverá uma ligação entre significados novos e os ancorados, armazenando-se na estrutura cognitiva, que, por si, é subjetivamente agradável, e despertará na aquisição de mais conhecimentos.

Complementando essa visão, destacam-se as palavras de Morin (2003, p. 115), ao relacionar que: “[...] não possuímos as chaves que abririam as portas de um futuro melhor. [...] Não conhecemos o caminho traçado”.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W. & JONES, L., *Princípios de Química – Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

AUSUBEL, D. P. NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. (1978). *Educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Publicado em português pela editor Interamericana, Rio de Janeiro, 1980.

AUSUBEL, D. P.: *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Port Ewen. N.Y. **Janeiro**, 1999.

BEHAR, P.B. Avaliação de softwares educacionais no processo ensino-aprendizagem computadorizado: *estudo de caso*. Porto Alegre: UFRGS (dissertação de mestrado em ciência da computação), 1993.

BENJAMIN, A. C: “Filosofia da ciência” in *Dicionário de filosofia*. Dir. Dagobert. D. Runes, 1. ed. Lisboa, Editorial Presença, 1990.

BERNADELLI, M.S.: *Encantar para ensinar – Um procedimento alternativo para o ensino de Química*. in: Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e Encontro Paranaense de Psicoterapias Corporais, Foz do Iguaçu, 2004.

BORGES, T. *Um Estudo de Modelos Mentais*. Investigações em Ensino em Ciências. Porto Alegre, 1997. Disponível on-line em:
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm>

BRASIL, MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, MEC. Plano Nacional de Educação. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BROWN, T. L.; LEMEY Jr, H. E.; BURTEN, B.E.; BURDGE, J. R. Química: a ciência central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E.F. Scott, P. *Construindo conhecimento científico em sala de aula. Química Nova na Escola*. n.9. pp 31-40, 1999.

DRUCKER, P.F. *Post-Capitalism Society*. New York: Harper Collins. (Traduzido para o Português como Sociedade Pós-Capitalista). São Paulo: Pioneira, 1993.

FARIA, W. *Mapas conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação*. São Paulo, EPU-Temas básicos de ensino, 1995.

FELTRE, R. *Físico-Química*. Vol. 2. 6. ed. São Paulo. Editora Moderna, 2004.

FELTRE, R. *Química Geral*. Vol. 1. 6. ed. São Paulo. Editora Moderna, 2004.

FELTRE, R. *Química Orgânica*. Vol. 3. 6. ed. São Paulo. Editora Moderna, 2004.

FERREIRA, P.F.M. *Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: Uma análise no estudo de equilíbrio químico*. 165 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

FERRETI, C. J. ET (org.): *Novas Tecnologias, Trabalho e Educação: um debate multidisciplinar*. Rio de Janeiro. Ed. Petrópolis, 1994.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Terra e Luz. 1996.

FREITAS, A., BARGUT, M. F., ROCHA, A. R., *Características de qualidade de programas: relatório técnico do Programa de Engenharia de Sistemas e computação*. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE, 1985.

FRÓES, J.R.M. A Relação Homem-Máquina e a Questão da Cognição. Série de estudos: Educação a Distância. Salto para o Futuro/TV e Informática na Educação, volume 3, p.56. MEC / SEED, 1998.

GADOTTI, M. e ROMÃO, J. E. *Autonomia da escola: princípios e propostas*. Série Escola Cidadã. São Paulo: Instituto Paulo Freire/ Cortez, 1997.

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

GILBERT, J.K.; BOULTER, C.J.; ELMER, R. Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J (Ed.). *Developing Models in Science Education*. London: Kluwer, p. 3-17, 2000.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; RUTHERFORD, M. Explanations with Models in Science Education, Part 1: horses for courses? *International Journal of Science Education*, n.22, p. 1-11, 1998.

GIORDAN, M. *Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados*. Ijuí: Unijuí, 2008.

GRABAUSKA, C. J.; DE BASTOS, F. P. *Investigação-ação educacional: possibilidades críticas e emancipatórias na prática educativa*. In: MION. R. A.; SAITO, C. H. (Orgs.). *Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores*. Ponta Grossa : Planeta, 2001. p. 9-20.

GUILHERME, V.M. *Produção e avaliação de softwares educacionais: relação entre teoria e prática*. Porto alegre: UFRGS (dissertação de mestrado em educação), 1991.

HIRSCH, E.D. *The schools we need and why we don't have them*. New York: Doubleday, 1996.

JOHNSON L.AIRD, P. N.; *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

JOHNSTONE, A.H. Chemical education research: Where from here? *University Chemistry Education*. 2000, 4, 34-38

JUSTI, R.; GILBERT, J. modelling teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, n.24, 369-387, 2002.

JUSTI, R.; SOUZA, V. C. A.; 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*, v. 11, n. 1, p. 1-25, 2006.

KUENZER, A. Z. (Org.). *Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho*. São Paulo: Cortez, 2001.

KUHN, T. S.; *A estrutura das revoluções científicas*. 9.ed. São Paulo, Perspectiva, 2007.

LEITE, L. ET AL., Tecnologia Educacional: Mitos e Possibilidades na Sociedade Tecnológica *Revista Educacional*, nº 148, vol. 29, Jan-mar; PP. 38-43. 2000.

LEVY, P. – *As Tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. 1. Ed. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993 (Coleção TRANS).

MENEZES, L. C. Ensinar ciências no próximo século. In: HAMBURGUER, E. W.; MATOS, C. (Org.). *O desafio de ensinar no século XXI*. São Paulo: Edusp, 2000. P. 48-54.

MIZUKAMI, M.G.N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MORÁN, J. M. *Leituras dos meios de comunicação*. São Paulo: Pancast. 1993.

MORAN, J. M, MASETTO, M. & BEHRENS, M. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 3. ed. Campinas: Papirus, 2001.

MOREIRA, M. A. e BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993. Aprendizagem Significativa.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed., São Paulo: Centauro, 2001.

_____. *Teorias de aprendizagem*. 1.ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1999.

MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. *Química*. Volume Único. Ensino médio, São Paulo: Scipione, p. 153-155, 2005.

MORTIMER, E.F. Concepções atomísticas dos estudantes. *Química Nova na Escola*, n. 1, p.23-26, 1995.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2003.

OBLINGER, D. G. *Multimedia in the classroom*. Information Technology and Libraries, 12(2), p246(2), 1993.

ONTORIA, A.; LUQUE, A.; GOMEZ, I. P. R.; *Aprender com mapas mentais- uma estratégia para pensar e estudar*. São Paulo: Madras, 2008.

OROFINO, M. I.: *Mídias e mediação escolar: pedagogia dos meios participação e visibilidade*. vol. 12, São Paulo: Cortez/ Instituto Paulo Freire, 2005.

PATTON, M.Q. *Qualitative evaluation methods*. Beverly Hills, CA: Sage, 1980.

PENTEADO, H.F.S.F. *O empresário e a educação*. Novas Tecnologias, Trabalho e Educação, 11. ed. Petrópolis. Vozes, 2009.

PENTEADO, M. – BORBA, M..C. – *A informática em ação – Formação de professores, pesquisa e extensão*. São Paulo – Editora Olho d'Água, 2000, p 29.

PEREIRA, S.M.; FERREIRA, I.S. *Política educacional para o ensino fundamental no Brasil: Do PNE ao PDE em busca de equidade e qualidade*

PERRENOUD, P. *Dez Novas Competências para Ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PIETROCOLA, M. *Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos*. *Investigações em Ensino de Ciências*. V.4, n.3. Dez. 1999.

Disponível em: <http://www.if.ufrgs/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

PIRES, R.G.; PRINCIGALLI, N.R. e MORTIMER, F.E. *Ensino de Química e interatividade*. Química Nova, São Paulo, n. 17, maio 2003. Acesso em 20 de junho de 2011.

PROINFO, informações mais detalhadas sobre o programa do MEC podem ser obtidas no sítio: <http://www.proinfo.gov.br>

ROCHA FILHO, R.C. e TUNES, E. *Ensino de conceitos em química*. I. Matéria; Exemplos de um sistema de conceitos científicos. *Ciência e Cultura*, v.38, p. 1721-1724, 1986.

ROMANELLI, L. I. *O professor e o conceito de átomo*. *Química Nova na Escola*. v3, 1996.

SANTOMÉ, T. T. *Globalização e Interdisciplinaridade*. O currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, M. *Técnica, espaço, tempo, globalização e meio técnico-científico-informacional*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SCHNETZLER R.P. *Construção do conhecimento e ensino de ciências*. Em Aberto, Brasília, v.II, n.55, jul./set. 1992.

SILVA F. e HORÁCIO P. F. "O Empresariado e a Educação". In: FERRETI, Celso João (org.). *Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar*. Petrópolis (RJ): Vozes, 2001.

SOUZA, K.A.F.D.; CARDOSO, A.A. Estudo sobre modelos mentais: a utilização de desenhos na avaliação da aprendizagem de conceitos científicos. *Anais da 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Águas de Lindóia, 2006.

_____. O ensino universitário de Química em descompasso: *dificuldades de futuros professores na construção do pensamento químico*. 2007, 128 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista.

SUTTON, B. The rationale for qualitative research: a review of principles and theoretical foundations. *Library Quarterly*, v. 63, n. 4, p. 411-430, Oct. 1993.

TATIZANA, C. *Visual Class: Software para criação multimídia*. São Paulo, edição do autor, 2009.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: *uma introdução metodológica*. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.31, n.3, set./dez.. 2005, p.443-466. Tradução de Lólio Lourença de Oliveira.

VALENTE, J. A.: *O uso inteligente do computador na educação*. NIED – UNICAMP. *Pátio - revista pedagógica*. Editora Artes Médicas Sul . Ano 1, Nº 1, 1997. pp.19-21.

VALENTE, J. A.; MAZZONE, J.; BARANAUSKAS, M. C. (org.), *Aprendizagem na era das tecnologias digitais*. São Paulo: Cortez/ FAPESP, 2007.