



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação – **FAE**

Centro de Ensino de Ciências e Matemática – **CECIMIG**

Ensino de Ciências por Investigação VI – **ENCI VI**

MONOGRAFIA

ANÁLISE E APLICAÇÃO DE ATIVIDADES SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA NA
PERSPECTIVA CTS E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.

GILSON RODRIGUES DE ALVARENGA
BELO HORIZONTE, 2016.

ANÁLISE E APLICAÇÃO DE ATIVIDADES SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA NA PERSPECTIVA CTS E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização - ENCI/UAB -CECIMIG FaE/UFMG - como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientadora: Profa. Anne Kely Marques Nascimento

Belo Horizonte
Julho de 2016.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar e jamais poderia ser diferente agradeço a Deus por sempre estar presente em minha vida, de forma inexplicável me capacitando para fazer o que para muitos é considerado impossível.

À minha Família, por todos os ensinamentos, por não ter medido esforços para que esse sonho se realizasse. A minha esposa Marcia que sempre me apoiou em todos os projetos em que me envolvi, a minha filha Lívia e filho Gabriel que mesmo sem ter a dimensão do sacrifício cederam parte do tempo que teríamos com inúmeras brincadeiras para que eu pudesse desenvolver minha pesquisa.

A minha orientadora Anne Kely que me acolheu sem fazer questionamentos e com sua doçura conduziu a pesquisa de forma suave e democrática, confirmando todos os relatos que já tinha ouvido sobre sua personalidade.

A tutora Janaína que sempre tratou a todos com carinho e dedicação seu furor pedagógico renovou as minhas esperanças em uma educação que com certeza pode mudar o futuro da nossa nação.

Aos outros tutores Sérgio e Rejane, que apesar do pouco contato contribuíram de forma significativa para minha formação.

A UFMG-Universidade Federal de Minas Gerais que mais uma vez cumpre seu papel como instituição e promove mudanças na vida de muitos através da democratização do conhecimento. Acredito que uma sociedade torna-se mais justa quando todos tem acesso á educação de qualidade.

Ao ENCI-FAE-CECIMIG que por trás dessas siglas tem anônimos que acredito terem sido tão importantes quanto a todos citados, que Deus ilumine a vida de cada e renove suas forças para continuar essa luta.

RESUMO:

A pesquisa foi desenvolvida através da análise do capítulo sobre estrutura atômica do livro didático de Química do 1º ano livro dos autores Mortimer e Machado (2013) após leitura do capítulo foram encontradas 6 atividades que foram revisadas quanto a presença ou não de aspectos que evidenciam o ensino por investigação bem como a abordagem CTS. Na primeira etapa a análise dos critérios foi construída a partir de uma categorização que classifica as atividades quanto a presença ou não desses a partir do referencial teórico considerado. Foram encontrados poucos aspectos referentes a essas abordagens nas atividades analisadas, o que era esperado pelo fato da obra não ter sido construída nessa perspectiva, mas na perspectiva construtivista.

Na segunda etapa uma atividade que contempla e enfatiza aspectos do ensino por investigação e abordagem CTS construída por Bonfim, Silva e Amaral (2013), foi aplicada em turmas do 9 ano do ensino fundamental II. A aplicação demonstrou que a dinâmica de trabalho na abordagem CTS segue caminhos próprios que demandam tempos e espaços como descritos no referencial teórico.

Palavras-chave: estrutura atômica, CTS, livro didático, ensino por investigação

ABSTRACT

The research was conducted by analyzing the chapter on atomic structure of the textbook Chemistry 1 book Year of the authors Mortimer and Machado (2013) after reading the chapter were found 6 activities that were reviewed for the presence or absence of aspects that show the education for research as well as the CTS approach. In the first stage the analysis of the criteria was built from a categorization that classifies activities as the presence or absence of these from the considered theoretical. We found a few aspects related to these approaches in the analyzed activities, which was expected because the work has not been built in this perspective, but in constructivist perspective.

In the second stage an activity that contemplates and emphasizes aspects of teaching by research and CTS approach built by Bonfim, Silva and Amaral (2013), was applied in groups of nine years of basic education II. The application showed that the dynamics of working in CTS approach follows own ways that require time and space as described in the theoretical framework.

Keywords: atomic models, CTS, textbook, teaching for research

“Não é no silêncio que os homens se fazem,
mas na palavra, no trabalho, na ação-
reflexão”.

(Paulo Freire)

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|----------------|--|
| CECIMIG | Centro de Ensino de Ciências e Matemática |
| CTS | Ciência, Tecnologia e Sociedade |
| CTSA | Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente |
| EI | Ensino Investigativo |
| ENCI | Ensino de Ciências por Investigação |
| FaE | Faculdade de Educação |
| PNLEM | Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio |
| UFMG | Universidade Federal de Minas Gerais |
| UNDIME | União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 01– Introdução | 09 |
| 02 – Objetivos..... | 10 |
| 03- Justificativa..... | 10 |
| 04 – Metodologia..... | 11 |
| 05 – Referencial teórico..... | 12 |
| 06 – Resultados e Discussão das atividades presentes no livro didático..... | 17 |
| 07 – Aplicação de atividade sobre estrutura atômica numa perspectiva CTS..... | 19 |
| 08 – Resultados e discussão da atividade aplicada em sala | 20 |
| 09 – Considerações Finais..... | 22 |
| Referência bibliográfica | 24 |
| Lista de tabelas e fluxograma..... | 26 |

1 - INTRODUÇÃO

Nascido na cidade de Belo Horizonte em Minas Gerais em 1974, estudei o ensino fundamental e médio na rede pública municipal. Em 1994 ingressei pelo vestibular na UFMG-Universidade Federal de Minas Gerais, onde cursei Licenciatura Plena em Química e formei em 1998.

Minha carreira docente iniciou em 1998, desde o início atuo na rede pública estadual e particular de ensino médio e fundamental. Ao longo desse período participei de cursos de capacitação e também atuei como consultor de uma rede particular de ensino no período de 2003 a 2015.

Ao longo da minha carreira como docente fui percebendo a necessidade de um maior aprofundamento quanto ao entendimento sobre o ensino por investigação juntamente com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para abordar futuramente na escola em que leciono.

A prática docente pode ser um aliado ímpar do professor por possibilitar o aprendizado entre os colegas bem como a discussão sobre novas abordagens que poderiam ser implementadas na escola como o ensino por investigação e CTS. Para Tardiff (2014);

..." O que um professor sabe depende também daquilo que ele não sabe, daquilo que se supõe que ele não saiba, daquilo que os outros sabem em seu lugar e em seu nome, dos saberes que os outros lhe opõem ou atribuem"...
(referência)

Devido ao fato do livro didático adotado seguir um modelo construtivista elaborado pelos autores Mortimer e Machado (2013), entendo ser necessário pesquisar sobre a possibilidade de execução do ensino por investigação e CTS a partir deste material.

Considerando a afirmação de Tardiff (2014) hoje entendo que se tornou necessário dar sequência aos meus estudos, por perceber grandes dificuldades em diversificar atividades em salas de aula, como aulas práticas e outros projetos que abordem metodologias diferentes. Assim resolvi, após 17 anos de graduado, cursar uma especialização.

O Ensino de Ciências por Investigação-ENCI foi uma oportunidade extraordinária na minha vida principalmente pelos profissionais que estão envolvidos no processo, além da facilidade quanto a logística, ou seja, localização do polo de encontros. Por ser um curso semipresencial estimulou em diversos momentos debates

de tópicos pertinentes a minha formação com os meus colegas e professores e esse fator permitiu conciliar trabalho com estudos.

Estas características, chancela da instituição e logística do curso oferecido além da seriedade e confiabilidade dos componentes da equipe responsável pelo curso de Especialização (ENCI), oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG), foram fatores relevantes e atrativos.

Ao longo da minha jornada discente e docente, associado a aprendizagem que obtive com o ENCI, percebi um abismo entre o discurso sobre atividades investigativas e a condução de atividades com caráter realmente investigativo. Pela programação do curso após três semestres o aluno deve elaborar uma monografia. Dentre inúmeras possibilidades escolhi abordagens investigativas e CTS em atividades apresentadas no livro didático usado por mim no conteúdo de estrutura atômica.

Percebo pela minha prática docente a importância do entendimento da estrutura atômica, pois esse tópico é essencial para o entendimento de outros como energia de ativação, entalpia, polimerização, ligações químicas dentre outros que são discutidos após uma construção cognitiva sobre a estrutura da matéria de acordo com Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio-PNLEM 2015 (Portal Mec-2016).

Diferentemente de apenas citar ou enunciar o uso da tecnologia o modelo CTS permite relacionar a estrutura atômica como conhecimento da ciência, tecnologia e sociedade.

Dessa forma entendo ser necessário verificar a possibilidade de trabalhar aspectos próprios da abordagem CTS bem como do ensino por investigação presentes no livro didático que leciono em que a proposta segue a linha construtivista.

2- OBJETIVOS DA PESQUISA:

Neste trabalho propomos analisar as atividades sobre estrutura atômica em um livro didático quanto a presença de características do ensino por investigação e CTS, selecionar uma atividade que contemple o modelo CTS e o ensino por investigação e a seguir aplicar para uma turma do 9º ano do ensino fundamental II.

3- JUSTIFICATIVA:

O entendimento da estrutura atômica é importante para o estudante de acordo com Fernandez et al (2004),

o tópico “Estrutura Atômica” é de difícil abordagem em sala de aula, por exigir um alto nível de abstração dos alunos, sendo, muitas vezes, apresentado precocemente nos cursos de Química do Ensino Médio. Por outro lado, é um tema de extrema importância, por ser básico nas explicações de todos os fenômenos químicos. (Fernandez et al 2004, p.32)

Por essa razão torna-se necessário analisar em como esse conteúdo encontra-se nos livros didáticos, identificando aspectos que possam ser alinhados a metodologia CTS e o ensino por investigação, por serem abordagens que permitam um maior envolvimento dos alunos de acordo com a minha vivência em sala de aula.

Para Bellini et al (2013) o livro didático é um importante e, as vezes o único mecanismo de difusão do conhecimento e por isso torna-se relevante para o meu trabalho de pesquisa uma análise em como essas abordagens aparecem ao longo da obra ou mesmo em parte dela.

O livro dos autores Mortimer e Machado (2013) foi escolhido por ser uma obra que uso na escola em que leciono. Essa obra apresenta uma abordagem construtivista como já mencionado, e por essa razão tenho dificuldades em aplicar as atividades propostas na obra em ressonância com o ensino por investigação e abordagem CTS.

A partir do referencial teórico adotado foi selecionada uma atividade que contemple aspectos próprios do ensino por investigação bem como CTS, sendo, portanto, importante sua aplicação para mensurar sua efetividade no processo de aprendizagem.

4 - METODOLOGIA:

Para a realização deste trabalho como primeira etapa, foi selecionado o livro didático, como critério foi considerado o fato de ser a obra dos autores Mortimer e Machado (2013) adotada na escola em que leciono.

Após escolha da obra, o conteúdo sobre estrutura atômica foi escolhido devido a sua relevância e então lido integralmente. Durante a leitura as atividades propostas foram identificadas e separadas.

A partir do dito por Marcondes e Silva (2015) sobre análise da abordagem CTS e Aguiar, Lima, Sá (2010) para o ensino por investigação, elaborei um sistema de

classificação para a quantificação do nível de aprofundamento das atividades do livro didático quanto aos aspectos do ensino CTS e ensino por investigação descritas no quadro 01 a seguir.

Quadro I – Nível de aprofundamento das atividades e as respectivas características.

| Nível | Características |
|--------------|---|
| 1 | (Nenhum aspecto apresentado) – Quando não há nenhuma indicação verbal ou ilustrativa quanto ao aspecto analisado. |
| 2 | (Apresenta parcialmente aspectos relacionados) - Quando há parcialmente indicação verbal ou ilustrativa quanto ao aspecto analisado |
| 3 | (Apresenta na integra aspectos relacionados) - Quando há integralmente indicação verbal ou ilustrativa quanto ao aspecto analisado |

Entende-se por parcialmente quando mais questões sobre poderiam ter sido explorados, mas na obra o aproveitamento ficou aquém.

Após a quantificação os resultados foram agrupados separadamente quanto ao ensino por investigação e a abordagem CTS.

Como etapa final do trabalho foi aplicada na escola em que leciono para verificação quanto ao aprendizado dos alunos, tempo e espaços necessários para o seu desenvolvimento uma atividade que aborda o ensino por investigação e CTS de acordo com o referencial teórico adotado.

5 – REFERENCIAL TEÓRICO:

O referencial teórico exposto a seguir aborda dois caminhos tratados na pesquisa, ou seja, o ensino por investigação e a abordagem CTS, que serão tratados de forma concomitante.

5.1 – Ensino por investigação

Nas últimas décadas tem-se discutido intensamente o ensino de ciências por investigação, entretanto mesmo em países como nos Estados Unidos da América em

que esta abordagem encontra-se bem consolidada e difundida não há clareza quanto ao conceito sobre essa forma de ensino (Lima et al 2010).

De acordo com Hinrichsen e Jarret (1999) a essência quanto ao ensino por investigação está centrada em dois grandes pensamentos: i) Investigação como cerne da construção do conhecimento científico; ii) a investigação como meio estratégico para o ensino, ainda segundo os autores o ensino por investigação potencializa de forma significativa o processo de aprendizagem.

Outro pesquisador que aponta diretrizes para o ensino por investigação é Ferreira (2010), as respostas afirmativas as perguntas a seguir indicam a presença de uma atividade com abordagem investigativa;

- a) é direcionada a partir de um problema ou uma situação-problema relevante?
- b) envolve os alunos em formulação e testagem de hipótese(s) experimental(is)?
- c) propicia a coleta e o registro de dados pelos próprios alunos?
- d) encoraja os alunos a formularem explicações a partir das evidências?
- e) proporciona aos alunos compararem suas explicações com diversas alternativas?
- f) propicia aos alunos oportunidade de discutir suas ideias com os colegas por meio da mediação docente?. (Ferreira, 2010, p.25).

Para o ensino por investigação tem-se o trabalho de Aguiar; Lima; Sá (2010) que apresenta em seu artigo um mapeamento das características consideradas necessárias para que uma dada atividade de ensino aprendizagem seja classificada investigativa.

A tabela I a seguir foi proposta por Aguiar; Lima; Sá (2010) que demonstra de forma resumida as principais características de uma atividade classificada como investigativa e para as análises deste trabalho as mesmas serão consideradas.

TABELA I: Características das atividades investigativas

| Características das atividades investigativas | Comentários sobre as características |
|---|--|
| Construir um problema | O problema formulado de investigar e orientar o trabalho do aluno e do professor com o aluno. No caso de uma situação problema ser apresentada pelo professor é importante que ela seja reconhecida como problema pelos alunos, o que implica criar oportunidades para que eles explorem as idéias que têm, confrontem suas idéias |

| | |
|---|--|
| | com outras novas, duvidem, questionem e se engajem na busca de uma resposta para a situação-problema. |
| Valorizar o debate e a argumentação | Se existe um problema autentico, provavelmente existe uma diversidade de pontos de vista sobre como abordá-lo ou resolve-lo. Por isso, é natural que uma situação – problema desencadeie debates e discussões entre os estudantes. Temos evidencias que as ações de linguagem produzidas nessas circunstâncias envolvem efetivamente os estudantes. |
| Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências. | O termo evidências refere-se ao conjunto de observações e inferências que supostamente dão sustentação a uma determinada proposição ou enunciado (Paula, 2004a). Processos de experimentação e observação controlada normalmente são dirigidos à busca e a avaliação de evidências. As atividades de investigação conduzem a resultados que precisam ser sustentados por evidências. Tais evidências devem sobreviver às críticas. |
| Aplicar e avaliar teorias científicas | POZO & GOMEZ CRESPO (1999) realizam uma síntese das pesquisas sobre concepções alternativas dos estudantes e de suas diferenças epistemológicas em relação às teorias científicas. Uma dessas diferenças diz respeito ao caráter mais abstrato, formal e logicamente coerente das teorias científicas em relação às teorias de senso comum. A apropriação de conhecimento científico pelos estudantes depende da criação de situações em que esse conhecimento possa ser aplicado e avaliado na solução de problemas. Essas situações são criadas em atividades de investigação. |
| Permitir múltiplas interpretações | Quando formulamos um problema temos uma expectativa inicial que pode ser negada ou confirmada mediante a obtenção da resposta. Nossas expectativas ou hipóteses desempenham um papel muito importante em atividades de investigação, pois, dirigem toda a nossa atenção, fazendo com que observemos e consideremos determinados aspectos da realidade enquanto ignoramos outros (Paula, 2004b). A diversidade de perspectivas e expectativas que podem ser mobilizadas em uma atividade de investigação permite múltiplas interpretações de um mesmo fenômeno e o processo de produção de consensos e negociação de sentidos e significados dá lugar a uma apropriação mais crítica e estruturada dos conhecimentos da ciência escolar |

Fonte: Aguiar et al (2010).

5.2 - Abordagem CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Para delinear o que vem a ser um currículo com abordagem CTS podemos nos apropriar de Roberts (1991) que se refere a essa abordagem como responsável pelas inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Em sua análise Santos (2002) define que essas abordagens apresentam uma concepção de:

- (i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais;
- (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia;
- (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e
- (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (Santos et al, 2002, p.3).

Outro delineamento importante é dado por Bybee (1986) que caracteriza a orientação curricular de CTS como pesquisa e desenvolvimento de currículos que contemplem, entre outros:

- (i) a apresentação de conhecimentos e habilidades científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social;
- (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos;
- (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão e
- (iv) a implementação de projetos de CTS no sistema escolar (Bybee 1986 apud Santos et al, 2002, p.3).

Para Marcondes e Silva (2015) nos últimos anos o ensino de ciências com abordagem CTS vem sendo defendida por educadores e pesquisadores como forma de educação para a cidadania, justamente por possibilitar um elo entre o conhecimento científico e tecnológico e ao mesmo tempo a sociedade. Essa junção permite ao educando uma percepção do dinamismo e complexidade que envolve a construção da ciência, sociedade e tecnologia não necessariamente nessa ordem.

Esse apontamento também aparece em Strieder e Kawamura (2009) afirmando que a abordagem CTS na educação em território brasileiro vem aumentando de forma significativa nas últimas décadas o que sinalizam avanços na educação principalmente quanto à multidisciplinaridade.

Como consequência desse aumento tem-se percebido uma maior variedade de propostas, sendo, portanto, importante analisar os trabalhos construídos e os rumos que eles propõem em relação aos pilares da abordagem CTS.

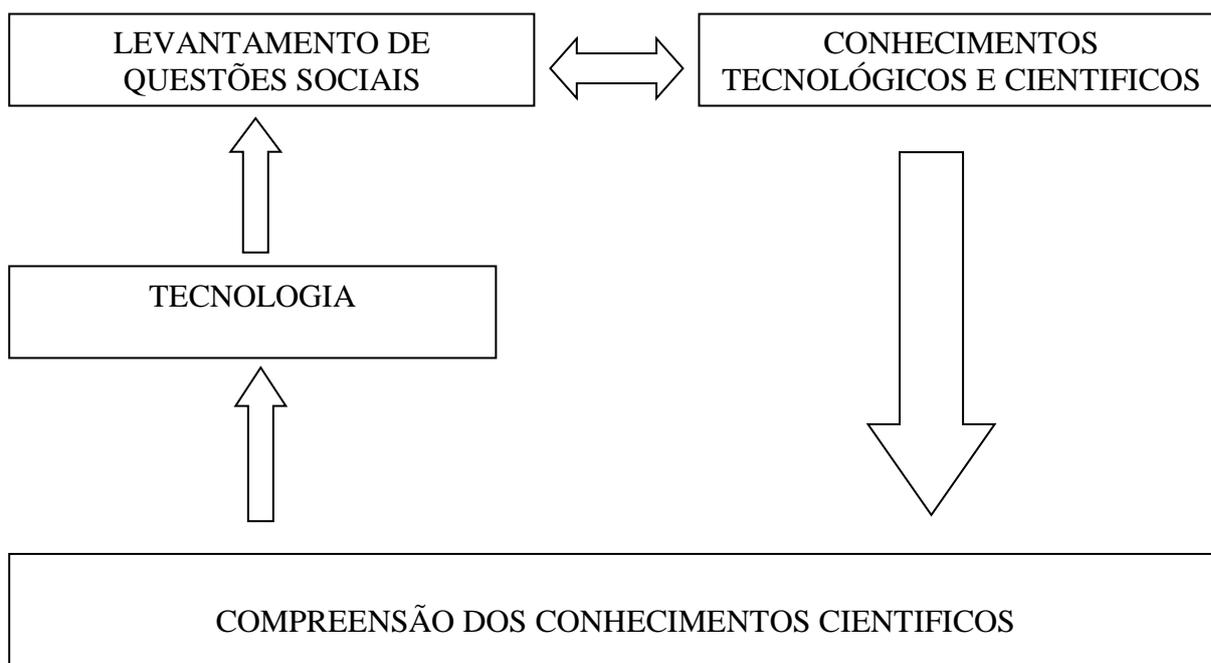
No trabalho de Marcondes e Silva (2015) evidencia-se que alguns professores ainda apresentam concepções de ensino com características de transmissão e memorização de conteúdos não se atentando em abordagens diferenciadas como a CTS, por exemplo.

Para Marcondes e Silva (2015) o ensino das ciências da natureza tem como principal objetivo fazer com que os alunos compreendam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; desenvolvam a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos, baseados, também, em conhecimentos científicos.

Ainda de acordo com Marcondes e Silva (2015) o modelo de ensino proposto por Aikenhead (1994) deve iniciar-se de questões sociais relacionadas a conhecimentos tecnológicos e científicos. Sendo assim, o conhecimento científico é definido em função do tema e da tecnologia. Após compreensão dos conhecimentos científicos, retorna-se à tecnologia. Ao final, retoma-se a questão social.

Para melhor compreensão da proposta deste modelo foi construído o fluxograma I,

Fluxograma 1: Resumo das relações CTS propostas por Marcondes e Silva (2015).



Fonte: elaborado pelo autor.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES PRESENTES NO LIVRO DIDÁTICO

6.1 - Abordagem CTS

A tabela II apresenta o resultado da análise das atividades sobre estrutura atômica presente no anexo (p.25-37) para abordagem CTS segundo o referencial Marcondes e Silva (2015).

TABELA II: Análise dos aspectos próprios da Abordagem CTS.

| ATIVIDADE | ABORDAGENS CTS | | |
|-----------|----------------------------------|--|-------------------------------|
| | Levantamento de questões sociais | Conhecimentos tecnológicos e científicos | Compreensão dos conhecimentos |
| 1 | NÍVEL 1 | NÍVEL 3 | NÍVEL 3 |
| 2 | NÍVEL 1 | NÍVEL 2 | NÍVEL 1 |
| 3 | NÍVEL 1 | NÍVEL 3 | NÍVEL 1 |
| 4 | NÍVEL 1 | NÍVEL 3 | NÍVEL 1 |
| 5 | NÍVEL 1 | NÍVEL 3 | NÍVEL 2 |
| 6 | NÍVEL 1 | NÍVEL 3 | NÍVEL 1 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na atividade 1 observa-se que os autores não fazem levantamentos de questões sociais, entretanto usam conhecimentos científicos tal como a descrição do processo de atração eletrostática através da descrição de teorias que são aplicadas durante o experimento bem como conduzem os estudantes a compreensão dos fatos discutidos a partir de perguntas.

[TRECHO I] “... Proponham um modelo para o átomo que seja coerente com as observações e hipóteses discutidas nesta atividade...”

[TRECHO II] “... O que esses fenômenos sugerem em relação à constituição da matéria? ...” (Mortimer e Machado 2013, p.155).

Um dado importante a ser ressaltado é o fato da atividade apresentar uma abordagem de procedimentos no início que não levam a discussão de aspectos CTS, isso ocorre apenas no final da atividade. Um outro fator relevante foi que apesar de apresentar aspectos dessa abordagem não há uma associação desses aspectos durante a atividade.

Na atividade 2 não há levantamento de questões sociais, os autores construíram a atividade abordando apenas o conhecimento científico já estabelecido para determinação de procedimentos.

[TRECHO I] “...Indiquem a substância que está sobre a tampa das latas, anotando seu nome num pedaço de papel e colocando-o na frente da lata...”

[TRECHO II] “...Inflamem o conteúdo das quatro latas, jogando um palito de fósforo aceso, com muito cuidado, em seu interior. Observem o que ocorre e anatem no quando no caderno...” (Mortimer e Machado 2013, p.177).

Percebe-se na atividade 3, 4 e 6 uma abordagem que valoriza apenas o conhecimento científico não há em nenhum momento a associação desse conhecimento com a sociedade bem como a tecnologia.

[TRECHO I] “...As transformações químicas e biológicas que observamos no cotidiano, e que são objeto de estudo nas diversas atividades do nosso curso, envolvem transformações apenas na região mais externa do átomo, onde ficam os elétrons – a eletrosfera...” (Mortimer e Machado 2013, p.177-205).

Em relação a atividade 5, não se percebe o levantamento de questões sociais e o conhecimento científico aparece apenas no texto que antecede as perguntas bem como nas perguntas que são divididas em parte A e B:

[TRECHO I] “...Um dos grandes feitos do modelo proposto por Niels Bohr foi o de explicar a variação de propriedades dos elementos químicos ao longo das colunas e períodos da tabela periódica...”

[TRECHO II] “...Considerando o modelo atômico de Bohr, tentem explicar o que vocês constataram na questão 33...” (Mortimer e Machado 2013, p.188).

Percebe-se que a compreensão dos conhecimentos científicos aparece como principal abordagem nesta atividade em comparação com outros aspectos (Sociedade e Tecnologia).

6.2- Ensino por investigação

A tabela III apresenta o resultado da análise das atividades sobre estrutura atômica presente no anexo (página 25-37) para o ensino por investigação.

TABELA III: Análise dos aspectos próprios do ensino por investigação segundo Aguiar; Lima; Sá (2010)

| ATIVIDADE | ENSINO POR INVESTIGAÇÃO | | | | |
|-----------|-------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | Construir um problema | Valorizar o debate e a argumentações | Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências | Aplicar e avaliar teorias científicas | Permitir múltiplas interpretações |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | NÍVEL 1 | NÍVEL 3 | NÍVEL 3 | NÍVEL 3 | NÍVEL 2 |
| 2 | NÍVEL 1 | NÍVEL 1 | NÍVEL 2 | NÍVEL 2 | NÍVEL 1 |
| 3 | NÍVEL 1 |
| 4 | NÍVEL 1 |
| 5 | NÍVEL 2 | NÍVEL 2 | NÍVEL 2 | NÍVEL 3 | NÍVEL 1 |
| 6 | NÍVEL 1 |

Fonte: Próprio autor

A atividade 1 não apresenta uma situação que evidencie a atividade por investigação ou seja a construção de um problema, percebe-se ao longo de seu desenvolvimento outros aspectos específicos como valorização do debate e argumentações, obtenção e avaliação de evidências, aplicação e avaliação de teorias científicas, mas não apresenta possibilidades a múltiplas interpretações na mesma escala dos outros aspectos.

[TRECHO I] *“...Por que é necessário atritar o material (por exemplo, o pente com o cabelo ou o bastão de vidro com o papel toalha) para que esse fenômeno de repulsão e de atração apareça? ...”*

[TRECHO II] *“...O que esses fenômenos sugerem em relação à constituição da matéria? ...”* (Mortimer e Machado 2013, p.155).

Na atividade 2 percebe-se poucos aspectos do ensino por investigação como a obtenção e avaliação de evidências;

[TRECHO I] *“...Inflamem o conteúdo das quatro latas, jogando um palito de fósforo aceso, com muito cuidado, em seu interior. Observem o que ocorre e anotem no quadro no caderno...”*

e aplicação e avaliação de teorias científicas;

[TRECHO II] *“...Indiquem a substância que está sobre a tampa das latas, anotando seu nome num pedaço de papel e colocando-o na frente da lata...”* (Mortimer e Machado 2013, p.177).

Entretanto, mesmo esses poucos aspectos não são completamente explorados.

Na atividade 5 talvez por tratar-se da estrutura atômica na tabela periódica, ou seja, um tema abstrato, percebe-se o levantamento de problemas bem como o debate, argumentações, aplicações e avaliações das teorias científicas partir dos dados fornecidos na atividade,

[TRECHO I] *“...Q.33. Observando o gráfico que vocês fizeram, descrevam:*

a) *Como varia a energia de ionização ao longo do segundo e do terceiro períodos da tabela periódica.*

b) *Como varia a energia de ionização ao longo da primeira e da segunda colunas da tabela periódica.*

Q.34. *Considerando o modelo atômico de Bohr, tentem explicar o que vocês constatarem na questão Q.33 (a)...” (Mortimer e Machado 2013, p.188).*

Mas pouco é construído quanto a obtenção e avaliação de evidências e uma limitação quanto a interpretação dada a atividade.

6.3 – Discussão sobre as atividades analisadas

Como já era esperado, devido ao tipo de abordagem da obra analisada, ou seja, construtivista, foi percebido que as atividades propostas na obra demonstraram pouco ou nenhum aproveitamento quanto aos aspectos associados ao ensino por investigação bem como a abordagem CTS. A inexistência de atividade que contenha classificação em nível 2 (contempla parcialmente) e 3 (contempla totalmente) os aspectos analisados com base no referencial teórico servem como parâmetro para esse apontamento.

Do total, 3 atividades apresentaram nível 1 (não contempla) em todos os aspectos quanto a abordagem do ensino por investigação. Apenas uma atividade apresentou parcialmente o levantamento de problemas e a permissão a múltiplas interpretações. As atividades 1 e 5 foram as que mais apresentaram aspectos próprios da abordagem.

7 – APLICAÇÃO DE ATIVIDADE SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA NUMA PERSPECTIVA CTS.

A atividade aplicada foi construída por Bonfim, Silva e Amaral (2013), em que foi sugerida a sequência didática descrita no quadro 1 a seguir

Quadro 1 – Atividade sobre fogos artificiais proposta por Bonfim, Silva e Amaral (2013) com abordagem CTS.

Nesse contexto, nossa SD-Sequencia didática pode ser subdividida em quatro momentos:

A. Momento um: Conhecendo os conhecimentos prévios dos alunos sobre transformação química Na primeira aula, será iniciada uma discussão sobre o que os alunos compreendem por transformação química, serão propostas perguntas sobre os fogos de artifício e sua relação com a química: O que a química tem a ver com a beleza das cores formadas nos fogos de artifício? Como são produzidos os fogos de artifício? Pode haver fogos de artifício da cor que você desejar, como? Essas perguntas têm por objetivo, sondar os conhecimentos prévios dos alunos e, assim interagir, na SD proposta, a partir destes, para despertar o interesse dos alunos tanto em relação ao tema quanto aos conceitos explorados.

B. Momento dois: Introdução e Contextualização da temática proposta No segundo momento, na segunda aula, será apresentado o texto: “Espetáculos de som e luz nos céus”, para partir da leitura dinâmica e interativa ser introduzido o tema proposto na SD. Na sequência serão discutidos exemplos do dia-adia e do próprio texto para apresentar os conteúdos de excitação eletrônica e os aspectos tecnológicos de como são gerados os fogos de artifício.

C. Momento três: Discussão e Sistematização dos Conceitos Químicos Na terceira aula, a turma será dividida em grupos e serão entregues os textos: “E o meio ambiente?” junto com o recorte da notícia sobre o incêndio na boate Kiss em Santa Maria – RS. Após receber o material, os grupos deverão fazer leitura e em seguida promover um debate, buscando a discussão dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais. A quarta aula finalizará esse momento com a apresentação da conclusão de cada grupo para a sala.

D. Momento quatro: Retomada da Temática Social proposta A quinta e a sexta aulas serão expositiva dialogada sobre os conceitos científicos, relacionando-os com a temática e os textos apresentados. Com o auxílio de slides os conteúdos de transformações químicas e oxidação-redução serão discutidos, em seguida, serão apresentados alguns exercícios para resolução em sala de aula, finalizando, na sétima aula, com uma discussão sobre os efeitos dos fogos de artifício para a sociedade e o meio ambiente.

8 – RESULTADOS E DISCUSSÃO DA ATIVIDADE APLICADA EM SALA

O levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre transformações química permitiu uma percepção um pouco mais clara e objetiva quanto ao processo ser químico ou não e ao mesmo tempo a noção que eles possuíam sobre a formação de cores durante a explosão de fogos de artifício. Alguns alunos disseram que as cores estão associadas a mudanças na estrutura atômica, outros afirmaram que se tratava de um fenômeno de refração da luz. Dessa forma foi possível perceber um aspecto multiforme e heterogêneo quanto a questão levantada.

No segundo momento os alunos foram estimulados a pensar em questões envolvendo o fenômeno de emissão de cores a partir da explosão de fogos de artifício bem como a leitura de trechos do livro adotado que abordam essa temática.

Para o terceiro momento houve uma dificuldade maior em não perder o foco do debate sem reduzir o ânimo por completo dos alunos, o viés político sobre as questões de segurança da boate Kiss era a todo momento iniciado pelos alunos esquecendo às vezes de outros aspectos também importantes que foram levantados como o tipo de material usado no revestimento do teto da boate. Os alunos tiveram dificuldade em associar o fenômeno com as tecnologias do cotidiano.

O quarto momento foi de todos o que menos apresentou intervenção dos alunos, o que era esperado pelo aspecto expositivo das informações onde o conceito clássico fornecido pela ciência foi alinhado com o debate desenvolvido anteriormente.

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho, ou seja, analisar as atividades sobre estrutura atômica em um livro didático e aplicar uma atividade que contemplem o modelo CTS e o ensino por investigação revelaram informações importantes e relevantes para o entendimento da dinâmica de abordagem para cada forma de ensino.

De acordo com o referencial teórico adotado, a obra analisada não apresenta caráter CTS ou do ensino por investigação no capítulo analisado. Essa verificação mostra a coerência dos autores da obra quanto a sua proposta e sinaliza que caso o professor queira trabalhar com outro tipo de abordagem deverá buscar outras atividades que apresentam esse objetivo tal como foi realizado neste trabalho.

Quanto à atividade aplicada percebe-se que ela apresenta ao longo de sua estrutura aspectos que enfatizam o ensino por investigação e abordagem CTS a partir dos critérios adotados pelo referencial teórico.

Ao ser aplicada foi percebido o levantamento de problemas, interação entre os alunos e alunos com o professor, levantamento de questões sociais, uso do conhecimento científico, dentre outros citados no referencial teórico. Foi percebido que é possível trabalhar o tema estrutura atômica também através da abordagem CTS.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. (1994a). What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.,
- BELLINI, M.L.; RODRIGUES, M.A. Análise crítica das analogias do livro didático público de Química do Estado do Paraná. *Ciência & Educação*, v. 19, n.1, p. 135-150, 2013.
- BOMFIM, H.R.J.N; SILVA,B.H; AMARAL,E.M.R. Elaboração de uma aula com enfoque CTS: Como são geradas as cores dos fogos de artifício?. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife.
- BYBEE, R. W., MAU, T. (1986). Science and technology related global problems: an international survey of science educators. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 23, n. 7, p.599-618.
- DE SÁ, E.F.; DE CASTRO LIMA, M.E.C.; DE AGUIAR, O.G. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.16(1): p.79-102, 2011.
- FERNANDEZ, C.; PETILLO, A.L. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. *Revista Química nova na escola*, São Paulo, n.19, maio, 2004.
- HINRICHSEN, J. & JARRETT, D. (1999) Science inquiry for the classroom: A literature review. Oregon: Northwest Regional Educational Laboratory. Inagaki, K., Hatano, G. and Moritas, E.: 19
- MARCONDES, M.E.R.; SILVA, E.L. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência e Educação*, Bauru, v.21, n. 1, p. 65-83, 2015.
- MORTIMER, E.F.; SANTOS, W.L.P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista ensaio*, v.02, n. 2, p. 1-23, 2002.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; Química. Editora Scipione, v.01, 2ª ed. p.152-217, 2013
- ROBERTS, D. A (1991). What counts as science education? In: FENSHAM, P., J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. Barcombe: The Falmer Press, p.27-55.
- SÁ, F.E.; PAULA, H.F.; LIMA, M.E.C.; AGUIAR, O.G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. *Anais do VI ENPEC*, 2007.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. VII ENPEC, Florianópolis, 2009.

TARDIF, M.; Saberes docentes e formação profissional. Editora Vozes, Petrópolis, RJ, 2014.

LISTA DE TABELAS E FLUXOGRAMAS

TABELA I: Características das atividades investigativas

Fluxograma 1: Resumo das relações CTS propostas por Marcondes et al (2015).

TABELA II: Análise dos aspectos próprios da Abordagem CTS.

TABELA III: Análise dos aspectos próprios do ensino por investigação segundo Aguiar; Lima; Sá (2010)