

Estudo de caso histórico como estratégia da aprendizagem de conceitos científicos baseada na teoria dos perfis conceituais

Historical case study as a strategy for learning scientific concepts based on the theory of conceptual profiles

Alexsandro Alberto da Silva

Escola de Referência em Ensino Médio Jornalista Trajano Chacon
alexbullom24@gmail.com

Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Universidade Federal Rural de Pernambuco
edeniamramaral@gmail.com

Resumo

Este estudo objetiva apresentar uma proposta de estudo de caso histórico (ECH) como uma estratégia para promover aprendizagem sobre o átomo, considerando uma perspectiva de aprendizagem fundamentada na teoria do perfil conceitual. A aproximação foi feita por considerar que as diferentes formas de ver o mundo, que estão representadas em zonas do perfil, podem ser associadas a contextos específicos, históricos ou atuais. De abordagem metodológica qualitativa, haja vista ter feito reflexão e análise para a compreensão pormenorizada dos processos de conceitualização em sua construção histórico e no contexto de sala de aula com a proposta dessa estratégia. Em suma, foi possível estabelecer a relação entre conteúdos e contextos enriquecedores, ao despertar a curiosidade epistêmica criadora dos estudantes sobre e pela ciência por meio de uma ideia central a ser entendida. Atrélado ao perfil conceitual, tornar-se-ão o eixo articulador para a aprendizagem de fenômenos apresentados na realidade.

Palavras-chave: Aprendizagem, Conceitos Científicos, Teoria dos Perfis Conceituais, Estudo de Caso Histórico.

Abstract

This study aims to present a proposal for a historical case study (HCS) as a strategy to promote learning about the atom, considering a learning perspective based on the theory of conceptual profile. The approach was made because it considers that the different ways of seeing the world, which are represented in zones of the profile, can be associated with specific, historical or current contexts. With a qualitative methodological approach, in view of having done reflection and analysis for a detailed understanding of the conceptualization processes in their historical construction and in the classroom context with the proposal of this strategy. In short, it was possible to establish the relationship between content and enriching

contexts, by awakening the students' creative epistemic curiosity about and through science through a central idea to be understood. Linked to the conceptual profile, they will become the articulating axis for the learning of phenomena presented in reality.

Key words: Learning, Scientific Concepts, Theory of Conceptual Profiles, Historical Case Study.

Introdução

Neste trabalho, iremos apresentar uma proposta de estudo de caso histórico (ECH) como uma estratégia para promover aprendizagem sobre modelo atômico, considerando uma perspectiva de aprendizagem fundamentada na teoria do perfil conceitual. Com isso, na proposição do estudo de caso histórico foram levadas em consideração as zonas do perfil conceitual de átomo, como proposto na literatura (MORTIMER, 2000).

A importância da história da ciência (HC) para a formação científica de qualidade vem sendo amplamente defendida na literatura em Educação em Ciências (BELTRAN, 2013; PORTO, 2013). Mortimer *et al.* (2014) argumentaram que a utilização do perfil conceitual em sala de aula, baseando-se na HC como eixo orientador do processo de ensino, contribui para superar o ensino dogmático ainda predominante nas escolas, uma vez que mostra as rupturas que ocorrem ao longo da história da produção desse conhecimento, revelando seu caráter essencialmente dinâmico.

A teoria do perfil conceitual (TPC) visa analisar o entendimento e a evolução dos conceitos científicos na sala de aula que estrutura os diversos sentidos dados a eles. Para Mortimer (2000), um único conceito pode ser polissêmico e apresentar diferentes formas de visualização e representação do mundo, podendo o estudante conviver com esse espectro de significados e aplicá-los em contextos diferentes. A possibilidade de que o ECH seja aplicado em uma perspectiva da heterogeneidade do pensamento e da linguagem que a discussão histórica pode suscitar um ensino pautado em uma ciência situada histórica e socialmente e uma aprendizagem mais ampla e significativa. Esse seria o ponto de articulação entre o ECH e a teoria dos perfis conceituais.

No programa de pesquisa de Arthur Stinner, encontramos uma sistematização da abordagem contextual histórica para planejar as aulas de ciências, desde séries iniciais até o ensino superior. Consideramos, dentro outros anteriores, este estudo como marco significativo da estruturação de estudos de casos históricos. Nesse sentido, Stinner (2008) argumentou que a inserção da história e filosofia da ciência possibilita uma melhor compreensão da natureza da ciência, sendo esta construída de maneira explícita, e encoraja os estudantes a mudarem sua estrutura conceitual, tendo em vista a relação da apropriação posta pelos modelos históricos comparada ao aceito atualmente.

A aproximação do ECH com a teoria dos perfis conceituais foi feita por considerar que as diferentes formas de ver o mundo, que estão representadas em zonas do perfil, podem ser associadas a contextos específicos, históricos ou atuais. A relação entre conteúdos e contextos enriquecedores desperta a curiosidade epistêmica criadora ou imaginativa dos estudantes sobre e pela ciência por meio de uma ideia central a ser compreendida. Em um perfil conceitual, os diferentes modos de pensar sobre os conceitos científicos tornar-se-ão o eixo articulador para a compreensão de fenômenos apresentados na realidade, e que são social,

histórica e culturalmente construídos. Para Stinner (2008), a aprendizagem conceitual em ciências naturais é motivada pelo vínculo com o mundo físico, o qual é capaz de capturar a imaginação, atrair, encantar e engajar os aprendizes, por vincular explicações dadas aos conceitos criados pela ciência e oriundos da visão histórico-cultural deles.

As estratégias fundamentadas na TPC para o professor planejar o processo de conceituação na sala de aula, propõe-se neste estudo uma ferramenta teórico-metodológica para ser usada no ensino de ciências baseado no perfil conceitual de átomo (PCA). A metodologia adotada foi desenvolvida pelo programa de pesquisa de estudo de caso histórico (ECH) proposto por Stinner *et al.* (2003), de onde estruturamos esquemas teóricos por meio do qual: 1 – acreditamos que o perfil conceitual de um certo ontococeito no planejamento de ensino e aprendizagem se vinculam à fenômenos históricos e atuais; 2 – apresentamos critérios orientadores para a elaboração de ECH conforme Stinner *et al.* (2003) e Stinner (2008) relacionando à TPC, tendo em vista a evolução conceitual sobre o átomo para modelos teóricos que explicam fenômenos do cotidiano ser um dos entraves à aprendizagem da racionalidade da ciência na atualidade.

Metodologia

Caracteriza-se a abordagem metodológica como qualitativa, pois de acordo com Oliveira (2012), visa construí-lo através da reflexão e análise a compreensão pormenorizada dos processos de conceituação em sua construção histórico e no contexto de sala de aula. Uma vez que temos como objetivo propor um estudo de caso histórico tomando por base as zonas do perfil conceitual de átomo. Para isso, vamos usar de forma articulada as orientações propostas por Stinner para modelar um ECH e nele incluiremos abordagens aos diferentes modos de pensar e formas de falar sobre átomo/modelo atômico.

Doravante, Stinner (2007) argumentou que o contexto histórico pretende motivar e engajar o estudante em uma emocionante *Story Line*, os quais são apresentados com um conjunto de experiências pela primeira vez. Para ele, atividades como essas orientam o desenvolvimento dos modelos conceituais, o que nos permitiu aproximar com as discussões do nosso grupo de pesquisa sobre a TPC e a aprendizagem histórico-cultural, pois, os modelos científicos não devem ser impostos aos estudantes, visto que suas ideias prévias, denominadas de senso comum, devem ser valorizadas e construídas a partir delas. E cabe aos professores planejar e orientar o aluno para reconhecerem e construírem domínios específicos do conhecimento, chamado no perfil de modos de pensar e falar o conceito em estudo, e, principalmente, a aplicabilidade e eficácia do científico, os quais sendo bem colocados, através das experiências e maneiras de pensar do estudante, podem permitir ao aluno estabelecer pontes, uma espécie de “andaime” do saber, para sua apropriação e evolução conceitual.

Para Stinner *et al.* (2003), os ECH são capazes de conectar o desejo dos alunos com os conceitos e ideias do estudo em questão. Nesse entorno, eles seriam definidos por contextos históricos construídos através de uma ideia unificadora, segundo a qual entendemos como sendo detentora de múltiplas conexões conceituais como guia de elaboração do LCP, como apresentaremos a abaixo. Os autores orientaram que os estudantes devem formar grupos de três, no mínimo, valorizando os seguintes aspectos: (1) **Contexto Histórico** – apresentação das ideias do episódio histórico científico em estudo e suas relações com o contexto principal para os colegas; (2) **Principais Ideias e Experimentos** – apresentação das principais ideias e experimentos que justificam a resolução do caso para os outros estudantes; (3) **Implicações dos Estudos Científicos e de seu Ensino** – apresentação da relação dos conceitos com a ciência, dizendo qual o lugar deles no currículo, como poderiam ser apresentados, bem como

suas ideias e experimentos na sala de aula, e, suas diversas conexões com a discussão do contexto em estudo.

Figura 1: Níveis de investigação da pesquisa científica propostos por Stinner (2008 – tradução nossa).



Fonte: os autores (2020).

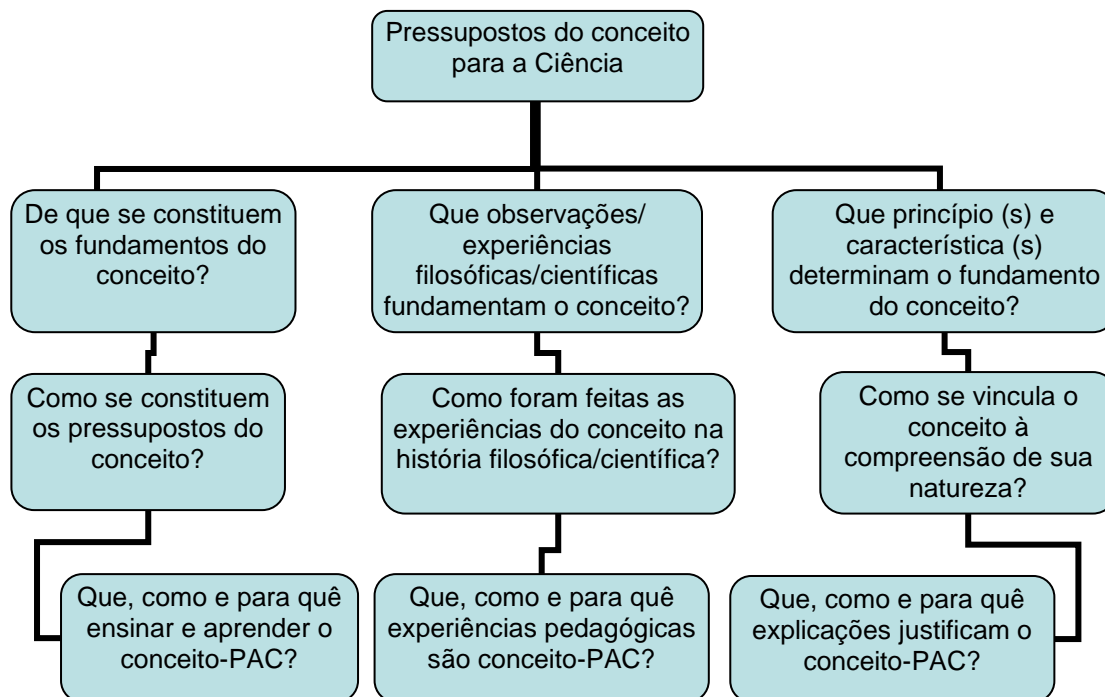
Para organizar esse processo, ele propõe a matriz de atividades científicas contextualizadas como proposta integradora das questões, experimentos e problemas que envolve a natureza e história das ciências e os princípios pedagógicos, como se pode ver na figura 1. Os pressupostos da ciência são entendidos como os elementos fundantes para a elaboração conceitual ou teórica. O primeiro nível se vincula à origem das questões, problemas e experimentos envolvidos na construção de uma teoria, quanto ao pensamento e às atividades conceituais realizadas. No próximo nível, vêm as pesquisas resultantes da elaboração da teoria. E, por fim, o nível pedagógico, que traz as estratégias de aprendizado da teoria e seus desdobramentos. Tudo isso é necessário para a proposição do estudo de caso histórico, uma vez que é uma metodologia de ensino baseada na abordagem do problema de amplo contexto.

Ao relacionarmos a teoria de ensino e aprendizagem do perfil conceitual, as proposições das zonas dos perfis conceituais e da matriz semântica são resultantes do aprofundamento sobre a natureza e história da ciência ligada ao conceito em estudo. Isto é, para Stinner (2008) seriam os fundamentos (como se construiu o conceito) e as investigações (quais as consequências da teoria na formação do conceito). Isso corresponde aos níveis um e dois da matriz.

Neste trabalho, pretendemos considerar os pressupostos do pensamento teórico que envolve a ideia unificadora – o átomo – a partir dos modos de pensar cada zona dos perfis conceituais

(Nível I), que estão associadas a diferentes contextos históricos e atuais, ou seja, envolve um amplo contexto (PAC), os experimentos fundantes seriam as práticas filosóficas/científicas realizadas nos contextos histórico e recente a fim de compreender a existência e caracterização dos átomos como constituintes da matéria (Nível II) e as questões pedagógicas que surgem para o ensino do átomo (Nível III).

Figura 2: Fluxograma do PAC para planejar o ensino das zonas do perfil conceitual.



Fonte: os autores (2020).

No nível III, apresentamos o estudo de caso histórico o qual tem como objetivo de ensino promover a dinâmica investigativa, dialógica e interativa do fenômeno contextualizada historicamente com as ideias do átomo. Ao final, eles deverão discutir entre eles as suas concepções de átomos e como elas explicam (ou não) o fenômeno (PAC), sendo personagens diferentes e respondendo a questões diferentes, como se apresenta no modelo da figura 2.

Resultados e Discussão

A sequência didática (SD) foi planejada incluindo o estudo de caso histórico, para este trabalho apresentaremos um recorte deste sobre a aprendizagem da zona de átomo quântico, tendo em vista não ser possível mostrar a elaboração completa, levando em consideração as quatro zonas do PCA, nesse formato de texto.

Mortimer (2000) fez menção da existência de uma quarta zona que englobasse a noção quântica da matéria, chamando-a de zona de átomo quântico e entendida por uma linguagem matemática baseada em princípios da teoria quântica. O autor ainda esclareceu que para evoluir para essa noção é necessário extinguir os vestígios da visão substancialista, tão presentes ainda na visão de átomo clássico, devido às influências do mecanicismo e corpularismo atribuídas ao comportamento da matéria e suas transformações, quer sejam físicas ou químicas.

A primeira, centra-se na superação da dialética contraditória contínuo-descontínuo, haja vista o átomo e suas partículas possuírem propriedades contínuas, relacionadas a ondas e campos, e descontínuas, relacionadas as partículas. A outra se expressa na impossibilidade de representar o átomo quântico com base em modelos ou analogias, uma vez que ele imprime uma visão contraintuitiva da realidade, não apresentando uma conexão direta entre os constructos teóricos e a realidade física.

O que para nós fica claro, no processo de aprendizagem, que essa é a grande dificuldade dos alunos se apropriarem de um assunto totalmente distante de sua realidade, pois não traz a sensação de pertencimento dele. Com isso, os autores acabaram sinalizando os pontos de ruptura na história desse conceito, como descritos a seguir: 1 - o papel das leis e teorias científicas e sua transitoriedade na explicação dos fenômenos, isto é, a inclusão do sujeito-observador para dar suporte a essa realidade limitada pelos conhecimentos que as explicam; 2 - o fim da casualidade determinista – própria do pensamento linear ou cartesiano – e o surgimento de questões aleatórias. É nesse entrave histórico que encontramos, mais uma vez, a necessidade de observamos paulatinamente a evolução da proposição dos modelos atômicos do século XIX ao XX, visto que, corroborando com Mortimer (2000), a superação da negação da hipótese atômica, possivelmente, encontre terreno através da negociação baseada em argumentos racionais provenientes da cultura científica da época e atual.

Stinner *et al.* (2003) propuseram maneiras de trabalhar os conceitos científicos contextualmente da seguinte maneira: “estas atividades envolveriam mesas de ar para estudar o movimento qualitativamente, assistindo e discutindo objetos em queda no ar e vácuo, **aprendendo que palavras tem diferentes significados em diferentes contextos [negrito nosso]**, discutindo imagens e passagens de histórias e filmes e discussão, depois fazendo experiências óbvias, que precisam clarificar as definições em ciência” (*Idem*, p. 623 – tradução nossa). O negrito destacado sinaliza a relação das ideias desses dois programas, o perfil conceitual e de estudo de caso histórico, apresentados nesse recorte da pesquisa de dissertação desenvolvida, sobre o *status* da linguagem científica na sala de aula.

O design e a produção dos problemas de amplos contextos (PAC) em um estudo de caso histórico trazem para o nosso contexto de pesquisa o pensar em discutir as implicações sociais, culturais, científicas, ambientais, econômicas, políticas e tecnológicas. O PAC aqui nesse estudo serão entendidos a partir das zonas do perfil conceitual de átomo, onde os diferentes modos de pensar o átomo irão compor a ideia central unificadora – a compreensão do modelo atômico – e será proposto o contexto do fenômeno da queima dos fogos de artifício que instigarão a imaginação do estudante para a compreensão conceitual, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Situação-problema do PAC.

Você volta para casa na época de São João, depois de uma longa jornada de pesquisas científicas, para comer a tão desejada comida de milho, dançar o forró inesquecível e soltar os fogos juninos. Em um instante, seu sobrinho pergunta: de que são feitos os fogos de artifícios? De onde vem esse colorido?
--

Fonte: os autores (2020).

O uso do *story line*, na tabela 2, visa elaborar e aplicar abordagens contextualizadas historicamente nas aulas de ciências, haja vista ela capturar a atenção e imaginação dos estudantes na apropriação do contexto em estudo.

Tabela 2: *Story Line*.

No ano de 1935, na cidade de Copenhague sediou uma importante conferência internacional entre os cientistas de um programa de pesquisa que investiga a teoria atômica, para debaterem algumas questões ligadas à estrutura da matéria a partir do fenômeno da queima de fogos de artifícios. Ao final

desse encontro, espera-se que eles cheguem num consenso sobre qual teoria atômica/modelo atômico explica com rigor essa transformação química.

Fonte: os autores (2020).

Sabe-se que resolver problemas possibilita o desenvolvimento de várias habilidades e competências necessárias a formação da cidadania. Isso humaniza o processo de ensino e aprendizagem ao associar os conceitos e conteúdos a contextos ricos, envolvendo a compreensão da natureza e história da ciência, por meio das questões norteadoras na tabela 3.

Tabela 3: Questões norteadoras do debate para aprofundar os conhecimentos sobre o PAC e o átomo na conferência final.

Simples

1. O que é o fogo artificial e sua relação com a estrutura e o processo de queima no século XX?
2. Como se fazia o fogo artificial no século XX?
3. Qual a composição do fogo artificial nesse momento histórico?
4. Para que usavam o fogo artificial nessa época?
5. Como se explica a estrutura dos materiais e a cor do fogo artificial produzido nesse século?

Intermediárias

1. Descreva a matéria constituída por algum modelo atômico na queima do fogo de artifício do século XX.
2. Como você demonstra a superação da ideia contínuo-descontínuo na matéria pela ideia de átomo?
3. Que limitações traz a visão substancialista, mecanicista e corpuscularista da partícula e subpartículas para explicar a matéria constituída por átomos e partículas subatômicas?
4. O que é a realidade quântica da matéria? Explique usando a ideia de átomo quântico.

Aprofundadas

1. Sabendo dos materiais necessários para a queima dos fogos de artifícios no século XX, como você explicaria a produção do fogo artificial?
2. Explique como você pode mostrar as características dos materiais na queima do fogo artificial?
3. Você pode explicar a estrutura da matéria do fogo artificial por átomo representado por uma equação matemática, descontínuo, dualístico, indeterminado, quantizado e sem a visão substancialista, mecanicista e corpuscularista nas suas interações nesse tempo histórico?
4. Demonstre os experimentos e teorias envolvidas na explicação do átomo no século XX.
5. Caracterize cada material do fogo artificial por meio da ideia de átomo do século XX.
6. A que se deve a cor exibida no fogo artificial? Explique através da ideia de átomo nesse período histórico?

Fonte: os autores (2020).

Para o debate sobre a resolução do *story line*, os estudantes construirão uma ficha de construção (TABELA 4) do desenvolvimento histórico e atual do problema de amplo contexto e sua ideia central unificadora. Além de sua autobiografia a partir da ficha de construção do eu-personagem (TABELA 5) de pesquisa científica.

Tabela 4: Ficha de construção do desenvolvimento histórico e atual do problema de amplo contexto e sua ideia central unificadora.

1. Principais princípios, leis, experimentos, expressões matemáticas e representações defendidas pela ideia central átomo e o problema de amplo contexto da queima dos fogos de artifícios em seu

desenvolvimento histórico e atual.

2. Criar uma palavra ou expressão de palavras que o seu eu cientista defende sobre a composição das coisas do universo.

Fonte: os autores (2020).

Tabela 5: Ficha de construção do Eu-personagem de pesquisa científica.

1. Nome, parentesco e outras informações familiares.

2. Idade, local onde vive, profissão, situação familiar e profissional atual conforme o Story Line apresentado.

3. Descrição dos principais fatos e emoções vividas até o momento (Afetivas, traumas, crenças, momentos felizes ou tristes).

Fonte: os autores (2020).

A realização da conferência final para dar a resolução do PAC e o modelo atômico que o explica conforme as perguntas do roteiro de perguntas (TABELA 6) para promover uma interação dialógica entre o professor e os estudantes e entre eles após toda resolução do estudo de caso histórico, ao expressarem os modos de pensar e as formas de falar sobre o PAC e o átomo a fim de identificar indícios de evolução no processo de conceituação do átomo relacionado ao fenômeno de queima dos fogos de artifício.

Tabela 6: Roteiro de perguntas da conferência final.

1 – De que são feitos os fogos de artifícios?

2 – Após a queima é produzido um colorido, você acha que isso é devido a que?

3 – Que modelo atômico você diria que explica o fenômeno da queima dos fogos de artifícios?

4 – O que você achou da vivência? (Ao final do ECH)

Fonte: os autores (2020).

Considerações finais

Dado o potencial da estratégia de ECH contextualizada historicamente no desenvolvimento de argumentos, na captura da imaginação e atenção do estudante no processo de ensino e posicionamento dele diante de uma problemática atual, é possível argumentar que a evolução conceitual do átomo relacionada a um fato histórico e atual por meio de um fenômeno será promotora de uma aprendizagem enriquecedora, diante da complexidade do conceito em estudo.

Para tanto, defende-se essa aproximação entre o ECH e a TPC para promover um ensino de ciências eclético, sem muros disciplinares, transpassado pela arte e problemas atuais, segundo os quais o torna humanizado, sem os livros-textos assumirem o lugar central dos argumentos das aulas de ciências. Contudo, atingir essa perspectiva de ensino, faz-se necessário uma formação adequada de professores, balizando um bom conteúdo específico e pedagógico do ensino da ciência a qual ensinará. Dessa forma, apresentamos que o ensino de ciências deve ser contextualmente histórico e construído pelo viés artístico, lúdico, dramático, teatral e argumentativo, tornando a educação em ciências humanística e promotora da formação cidadã democrática.

Agradecimentos e apoios

À CAPES, ao NUPEDICC, ao PPGEC e à UFRPE.

Referências

BELTRAN, Maria Helena Roxo. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. *Abakós*, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, 2013, p. 67–77.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000, 383 p.

MORTIMER, Eduardo Fleury.; SCOTT, Phill; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; EL-HANI, Charbel. Nino. **Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program**. IN MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Nino. (Ed.) *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts. Contemporary Trends and Issues in Science Education. New York London: Ed. Springer*, v. 42, 2014, 340 p.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. 4ª Ed. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes, 2012.

PORTO, Paulo Alves. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. IN SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloisio. (orgs.), **Ensino de Química em Foco**. 2ª reimpressão. Ijuí: Editora Unijuí, 2013, p. 159 – 180.

STINNER, Arthur; MCMILLIAN, Barbara A.; METZ, Don, JILEK, Jana M.; KLASSEN, Stephen. *The Renewal of Case Studies in Science Education*. **Science & Education**, n. 12, 2003, p. 617–643. Disponível em: <<http://www.arthurstinner.com/stinner/pdfs/2003-casestudies.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

STINNER, Arthur. *Toward a Humanistic Science Education: Using Stories, Drama, and the Theater*. **Canadian Theater Review**, 2007, p. 14-19. (This was an invited article for a special edition of the journal). Disponível em: <<http://www.arthurstinner.com/stinner/pdfs/2007-ctr.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

STINNER, Arthur. *From Intuitive Physics to Star Trek: Large Context Problems (LCP) to enrich the teaching of physics. From Theory to Practice: Placing contextual Science in the classroom*. **Monograph**. University of Manitoba, 2008, 95 p.