



Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Escola de Química e Alimentos (EQA)

Curso de Química - Licenciatura

"EDEQ - 37 anos: Rodas de formação de Professores no Ensino de Química."

Inserção de alunos do ensino médio em uma atividade de microscopia na Universidade

Quédina Pieper^{1,2*} (IC), Fábio André Sangiogo² (PQ). quedinapieper@gmail.com

¹ Colônia Ramos, Cerrito Alegre, 3º Distrito de Pelotas/RS. ² Laboratório de Ensino de Química, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA). Universidade Federal de Pelotas - Campus Capão do Leão.

Palavras-chave: Ensino de Ciências/Química, aprendizagem, linguagem química.

Área temática: História e Filosofia da Ciência

Resumo: O presente trabalho se refere a uma pesquisa desenvolvida com uma turma de alunos de uma escola pública de Ensino Médio no município de Pelotas. A pesquisa baseou-se na análise de uma atividade, referente a extração do DNA do morango e da banana, a qual tinha como objetivo desenvolver compreensões *de* e *sobre* Ciências/Química, ao que diz respeito a relações entre modelos, representações e realidade (dimensões macro, micro e submicroscópico) a partir de atividade experimental de extração do DNA. As discussões envolvidas na atividade possibilitaram maiores compreensões acerca da natureza da Ciência, principalmente ao que se refere a questões de escala, linguagem química, uso de representações, modelos e simbologias. Além disso, destaca-se a relevância da atividade como promotora do envolvimento dos alunos com a Universidade.

Introdução

Ao considerar a especificidade da ciência Química, torna-se relevante discussões e problematização em sala de aula acerca de compreensões sobre as relações entre modelo, representação e realidade para qualificar as percepções sobre a natureza da Ciência (MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000; MORTIMER, 2000; MACHADO, 2004; SANGIOGO, 2014). Cientes da importância dessas discussões, corroboramos a percepção da relevância de compreensões e de reflexões sobre: a não transparência da linguagem da Ciência (SILVA, 2006; BAKHTIN, 2009); de possíveis obstáculos que a linguagem pode gerar ao aprendizado *de* e *sobre* Ciência e o conhecimento escolar (BACHELARD, 1996; LOPES, 2007); e de se propiciar processos de (re)construção de linguagens e pensamentos específicos às culturas da comunidade científica e escolar nas aulas de Química (VIGOTSKI, 2001).

Nesse sentido, com base nos pressupostos apresentados, o presente recorte de análise se refere à elaboração e realização da atividade intitulada "A Química na Extração do DNA do morango e da banana" desenvolvida em uma turma de Ensino Médio de uma escola pública de Pelotas. A atividade já foi desenvolvida em outros trabalhos, como de Silva et al. (2015), que destaca a atividade como relevante a ser discutida e trabalhada em sala de aula (aos alunos do Ensino Médio), visto que possibilitou uma maior motivação à aprendizagem de conceitos e uma melhor assimilação ao conteúdo de Biologia. Trabalhos como de Silva e Rosa (2013) afirmam que atividades experimentais, jogos didáticos, aulas em multimídia e seriados para ensinar química, mostram-se mais eficazes e dinâmicos, tendo em vista de que ensinar ciência é um desafio que exige capacitação dos docentes, e nesse sentido a atividade experimental da extração do DNA do morango se mostrou satisfatória, de acordo com os autores, atividade esta em que o professor de química

pode também explorar diversos conteúdos químicos, como por exemplo, ligações iônicas, densidade, solubilidade, dentre outros.

Com base nos pressupostos apresentados, esta pesquisa tem objetivo de compreender e refletir sobre processos de ensino e de aprendizagem envolvidos na análise da atividade de extração de DNA, segundo percepções dos alunos, ao que se refere a melhorias nas compreensões *de* e *sobre* Ciências/Química, especialmente ao que diz respeito a relações entre modelos, representações e realidade e quanto a dimensões macro, micro e submicroscópico.

Contexto e metodologia

A atividade intitulada “A Química na Extração do DNA do morango e da banana”, foi desenvolvida em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, do Colégio Municipal Pelotense, situada na cidade de Pelotas-RS, em parceria com a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), e contou com a participação de 18 alunos e a professora de Química da turma. A atividade foi desenvolvida em três diferentes momentos, sendo o primeiro e o terceiro realizado no colégio, e o segundo momento no Laboratório de Ensino de Química (LABEQ), na UFPEL.

No primeiro momento (i), como forma de registros dos conhecimentos prévios dos alunos, realizou-se um questionário inicial (QI), buscando identificar as percepções iniciais sobre a relação entre modelo, representação e realidade, o conceito de DNA, as questões de escalas e a visualização em microscópio. O segundo momento (ii), refere-se à visita dos alunos ao Campus Capão do Leão, na UFPEL, em que os alunos conheceram os diferentes espaços da universidade (prédios, restaurante universitário, Laboratórios de pesquisa e de ensino) os cursos existentes no Campus, além de dúvidas a respeito do ingresso na universidade, dentre outros. Houve ainda apresentações, aos alunos, de bolsistas envolvidos em diferentes projetos de pesquisa, ligados ao Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA), em especial, da Licenciatura em Química. Por fim, os alunos se envolveram na atividade da extração do DNA do morango e da banana, e na observação em microscópio do material extraído (conforme Figura 1), com duração em torno de 3 horas/aulas. Houveram discussões, questionamentos e socialização dos resultados, por parte do professor, bolsista e alunos, como: o que é possível ver no microscópio ao colocar a macromolécula de DNA? E uma molécula de água?; O que são os modelos e as representações utilizadas em aulas de química?; Até “onde” nós podemos enxergar a olho nu?; dentre outros.





Figura 1: Imagem referente a extração do DNA do morango e da banana, e visualização do material extraído no microscópio óptico

O terceiro e último momento (iii), realizou-se o questionário final (QF), o qual buscou identificar percepções dos alunos a respeito da visita e a atividade da extração desenvolvida na universidade, bem como a respeito da possibilidade de estudo em um dos cursos ofertados pela UFPel, a questão das representações trazidas nos livros didáticos e a sua relação com a realidade.

Cabe ressaltar ainda que ambos os questionários foram transcritos e analisados pela bolsista. A atividade da extração do DNA do morango e da banana foi filmada, com o objetivo de evitar possíveis perdas de falas. A pesquisa segue os princípios de ética na pesquisa, sendo entregue e assinado aos/pelos sujeitos o Termo de consentimento.

A análise dos materiais empíricos (questionário e aulas), foi baseada na *Análise de Conteúdo* que, segundo Moraes (1999), envolve, entre outros elementos, a desconstrução dos textos, a codificação de cada unidade, a categorização, a descrição e a interpretação de resultados. Ainda de acordo com Moraes (1999), “de certo modo a análise de conteúdo, é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados. Não é possível uma leitura neutra. Toda leitura se constitui numa interpretação” (p. 8).

Deste modo, a análise de conteúdo procura conhecer aquilo que, de alguma maneira está por trás das palavras. Trata-se de:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p.47).

O professor foi codificado por “P1”, a bolsista por “B1”, os alunos por “A1”, “A2”, e assim sucessivamente, o questionário inicial por (QI), o questionário final por (QF) e a transcrição das falas por (T). Sempre que se repetia a fala ou escrita de um mesmo sujeito, repetia(m)-se a(s) letra(s) e número(s).

Resultados e Discussões

Os materiais empíricos (questionários, gravações), foram analisados com base em uma categoria *a priori* coerente com o objetivo da atividade, que visava desenvolver compreensões *de e sobre* Ciências/Química ao que diz respeito as relações entre modelos, representações e realidade (as dimensões macro, micro e submicroscópico) a partir da atividade experimental de extração do DNA. A categoria foi construída a partir das unidades de análise constituídas, com base na impregnação no *corpus* de análise. A categoria *a priori* denominada “relações entre modelos, representações e realidade (as dimensões macro, micro e submicroscópico)”, foi organizada em 2 unidades de significado, quais sejam: i) Modelos e representação: relações com a realidade (Unidade 1); e ii) Possibilidade de ver átomos, moléculas a olho nu ou no microscópio (Unidade 2).

Ao analisar a Unidade 1, percebe-se visões acerca do que são os modelos, as representações e as simbologias da linguagem química e as suas relações com a realidade. Os alunos, ao serem questionados a respeito do que entendem sobre os modelos, trazem compreensões, como:



"EDEQ - 37 anos: Rodas de formação de Professores no Ensino de Química."

"Modelo de uma caneta onde todas as canetas depois dessa seguirão as suas mesmas características... modelo pode ser também um protótipo de algo a "definir", pode ser também aquela pessoa que desfila para mostrar o modelo de uma roupa." (A1, QI)

"Para mim os únicos modelos que eu conheço é o atômico, um modelo científico, esses modelos não existem na natureza, é apenas uma forma de explicar fenômenos." (A10, QI)

"Modelo é um termo onde tem suas características descritas, e definidas por um meio construtivo derivando-se de uma teoria fundamentada, como o modelo atômico, onde demonstra um termo caracterizado e explicador." (A3, QI)

"[...] não refletem exatamente a realidade são apenas teorias representativas, símbolos representativos, poderemos enxergar a dupla hélice, não exatamente a realidade mas demonstrar características, como o espaçamento entre os filamentos, mas não vendo exatamente igual, é apenas uma representação gráfica, não tendo a beleza das "ilustrações" coloridas." (A3, QF)

Os alunos A3 e A10 trazem respostas mais completas sob o ponto de vista da natureza da Ciência, comparados a respostas que são mais vagas ou do senso comum, como nos escritos de A2 (QI) *"É algo que possa servir de exemplo para alguma coisa"* e A15 (QI) *"É a forma usada para dar exemplo para algo"*. Sabe-se que a palavra "modelo" é amplamente utilizada no cotidiano e no âmbito do ensino de Ciências. Nesse sentido, torna-se plausível que os alunos em suas explicações se voltem para aquilo que vivenciam, como o escrito de A1, ao dizer que modelo *"pode ser também aquela pessoa que desfila para mostrar o modelo de uma roupa"*. No geral, os estudantes associaram 'modelo' aos 'modelos atômicos', estudado como conteúdo de ensino em sala de aula, a exemplo de A10: *"os únicos modelos que eu conheço é o atômico"*. De acordo com Gomes e Oliveira (2007) "para a aprendizagem do conhecimento científico, é preciso que se tenha um modelo apenas como uma representação, havendo necessidade de abstrair de suas figuras e esquemas para que haja uma verdadeira compreensão" (p. 108).

Cabe reforçar que com o desenvolvimento da atividade da extração do DNA, os alunos puderam pensar sobre, reformular e reforçar visões sobre os modelos, trazendo respostas mais completas e com articulação ao experimento desenvolvido, como A3, ao dizer que os modelos *"não refletem exatamente a realidade"* *"são apenas teorias representativas, símbolos representativos"*, e ainda faz relações com a atividade de extração do DNA. De acordo com Oki e Moradillo (2008), "no âmbito da ciência e da filosofia da ciência, não existe um significado único para a palavra modelo. A noção de modelo científico tem estado muito ligada à de teoria" (p. 81). Nesse sentido, nas aulas de Química é importante salientar a ideia de que não existe um conceito pronto, uma única representação ou uma ideal que represente e define um modelo científico, "uma vez que sempre existirão limites, possibilidades ou riscos de incompreensão conceitual" (SANGIOGO, ZANON, 2012, p. 33), visto que:

Aprender ciência significa também entender como se elabora o conhecimento científico, para tanto, é importante considerar que as teorias e leis que regem a ciência não são descobertas feitas a partir da observação minuciosa da realidade, utilizando o chamado método científico, mas sim fruto da construção de modelos e elaboração de leis que possam dar sentido a realidade observada (MELO, LIMA NETO, 2013, p.112).

Com relação à Unidade 2 (Possibilidade de ver átomos, moléculas a olho nu ou no microscópio), os estudantes estabelecem respostas e discussões sobre até que ponto é possível visualizar as moléculas e os átomos a olho nu ou no microscópio, ou seja, estabelecem relações sobre a questão de escalas. Os estudantes quando interrogados a respeito da possibilidade de visualização de átomos, moléculas e partículas a olho nu, descrevem:



"EDEQ - 37 anos: Rodas de formação de Professores no Ensino de Química."

"Não, pois eles são microscópios, ou seja, pequenos demais para a visão humana visualizar a olho nu, mas com a ajuda de um microscópio é possível, pois o microscópio tem o alcance necessário em suas lentes para se observar." (A1, QI)

"Não, só com um aparelho, como microscópico." (A10, QI)

"Nós seres humanos, não conseguimos enxergar, por exemplo, as moléculas ou átomos, é só um 'modelo' [...]" (A3, QI)

"Nem tudo é possível olhar por microscópio, então temos que criar estruturas ou imagens mais próximas da realidade que imaginamos ser [...] nós podemos enxergar até certo ponto partículas, moléculas a olho nu não. Coisas "micro" e "nano" já é necessário a ajuda de microscópios e outras coisas." (A1, QF)

"[o olho humano] só enxerga...algumas coisas, não enxerga tudo, o átomo, por exemplo, é tão pequeno que não podemos vê-lo, pois nem atingem a espessura de um fio de cabelo, assim como as moléculas, já que são a menor porção da matéria." (A3, QF)

De acordo com os escritos acima, nas respostas ao questionário inicial, nota-se que os estudantes afirmam a impossibilidade de visualização de átomos, moléculas, partículas a olho nu, visto que *"são pequenos demais para a visão humana"*, pois se tratam de *"modelo"*. No entanto, muitos afirmam que só seria possível *"com a ajuda de um microscópio"*, *"só com um aparelho, como microscópico"*. Ao analisar a possibilidade de ver átomos, moléculas (DNA, água) com microscópio, percebe-se o realismo associado ao uso do microscópio. Isso implica na necessidade de problematizações a respeito da linguagem química, a explicações presentes em livros didáticos, em interlocuções, falas ou escritos de estudantes ou professores. Nesse sentido, ao serem questionados a respeito da visualização de átomos, moléculas (como DNA e água), no microscópio, alunos indicam, antes das aulas, que seria possível *"ver" "um aglomerado de DNA"* (A10, QI), A1 complementa *"penso que o DNA é possível ver (acho) e o que vemos é a sua fórmula (a representação da dupla hélice). Ou então, podemos através dele [DNA] observar a característica de uma pessoa (característica determinada)"* (QI).

Na aula, após as discussões a respeito das escalas, 'do quanto enxergamos a olho nu', estudantes trazem exemplificações que partem do macro para micro e submicroscópico. Os alunos trazem novas visões no questionário final, como A1, que parece ainda manter uma visão realista ingênua sobre o uso do microscópio e A3 que estabelece a relação com o discutido em sala de aula. É interessante reforçar a ideia de que o uso de imagens no ensino de Química e a elaboração de significados da linguagem de Ciência/Química não é um ato simples, pois a apropriação do discurso químico demanda tempo, visto que a linguagem e as discussões as quais envolvem o discurso da natureza da Ciência, não são transparentes aos estudantes (SILVA, 2006; BAKHTIN, 2009), *"inclusive pelo fato de os estudantes estarem em processo de inserção de novos modos de ver e pensar específicos da cultura química"* (SANGIOGO, MARQUES, 2015, p. 65). Ainda de acordo com Sangiogo e Marques (2015, p. 59):

No processo de ensino e de elaboração conceitual, a linguagem associada com química não é diretamente transparente quanto aos seus significados, pois sentidos e significados, que historicamente constituem o sujeito, estão em negociação e tensão, havendo a necessidade de mediação (do especialista, professor) para que, ocorra, sob o ponto de vista da Ciência, uma leitura coerente das imagens empregadas no ensino de Ciências/Química.

Com isso, corrobora-se a importância de atividades didáticas como a desenvolvida, onde o professor também faz parte no processo de mediação, na *"necessidade da inserção de um modo específico de ver, pensar, expressar e*



interpretar imagens, fatos ou situações, ou seja, a apropriação e o uso de conhecimentos específicos que sejam coerentes com a Ciência" (SANGIOGO, MARQUES, 2015, p. 71), possibilitando a aproximação do "abstrato" com o "universo do aluno", ao realizar a mediação didática, ao incluir "procedimentos de ensino que partem do concreto ao abstrato, bem como várias estratégias de ensino centradas no cotidiano" (LOPES, 1997, p. 52), mas que pode produzir obstáculos pedagógicos difíceis de superar e que demandam vigilância do professor (BACHELARD, 1996).

No dia da visita dos alunos ao Campus, antes da atividade de extração do DNA, houveram alguns momentos de discussões tais como:

"O que vocês acham que vão ver ou observar ao colocarmos a molécula de DNA extraída no microscópio?" (B1, T)

"Estrutura celular" (A3, T)

"Parede celular" (A12, T)

"Moléculas" (A3, T)

"Lembrar que o DNA é uma macromolécula, então é uma molécula "gigante", porque tem um emaranhado de átomos que estão interagindo entre si. A gente diz que é uma macromolécula. Então o que eu vou "enxergar" no microscópio? O que vocês imaginam? Será que a gente vai enxergar, tipo, aquelas imagens que a gente viu no roteiro [P1 se refere as representações de DNA]?" (P1, T)

"É, eu pensei nisso!" (A1, T)

"É porque é uma macromolécula! Será que a gente vai conseguir enxergar as átomos?" (P1, T)

"É, os átomos são a menor porção da matéria." (A4, T)

"Isso!" (P1, T)

"Então, talvez sim!" (A4, T)

"Talvez sim?! Será que a gente vai enxergar a dupla hélice? Vocês vão conseguir identificar essa dupla hélice?" (P1, T)

"Acho que sim!" (A4 e A1, T)

"Será que vão identificar as bases pareadas que a gente diz do DNA? Ou será que a gente vai enxergar os átomos, por ser uma macromolécula?" (P1, T)

Alunos concordam a partir do gesto de afirmação (com movimento de cabeça).

Percebe-se que no geral os estudantes têm dúvidas, 'entraves' e dificuldades em manifestarem ideias abstratas, ao dizerem "então, talvez sim!", "acho que sim!", principalmente ao que se refere à questões sobre atomicidade, sobre aquilo que "não enxergam", e ao fato de que no conhecimento comum ou no cotidiano, eles se deparam com representações químicas de átomos e moléculas, é de certa maneira, tornam-se um obstáculo ao acesso conhecimento científico escolar, pois este último é um pensamento abstrato específico, dotado de simbologias e significados criados e aceitos no âmbito da comunidade científica (GOMES, OLIVEIRA, 2007, LOPES, 1997).

Observou-se que os alunos ficaram "surpresos" ao notarem que não se pode enxergar a dupla hélice ou os átomos, tal qual haviam observado nas representações que são trazidas nos livros didáticos, a exemplo do trecho que segue:

"Pessoal, então vocês não observaram aquela dupla hélice?" (B1, T)

"Não" (TODOS, T)

"Então o que vocês viram?" (B1, T)

"Pontinhos pretos, bolinhas" (TODOS)

"E porque será?" (B1, T) (Em seguida a bolsista trouxe a explicação a cerca da questão de escalas, de até 'onde' nossos olhos conseguem 'enxergar' e qual a resolução do microscópio ótico (utilizado na atividade, conforme o link: <http://htwins.net/scale2/scale2.swf?bordercolor=white>).

As explicações buscavam problematizar a ideia de uma imagem, da representação, ressaltando o papel da imaginação e abstração que envolvem os modelos explicativos usados na Química e no modelo teórico e na representação do DNA. Nessas explicações, ainda que os estudantes parecessem interagir concordando e confirmando algumas explicações, os escritos deles, em algumas



questões ainda tendiam para a possibilidade de visualização de átomos e moléculas. De acordo com Sangiogo e Marques (2015), "para interpretar uma imagem representativa de partícula submicroscópica, é preciso orientar o olhar para "ver" aquilo que os olhos não estão "treinados" a perceber, ou que, sem determinado estilo, não seriam capazes de perceber" (p. 69). Daí resulta a importância da mediação didática e da (re)significações e consolidação de tais discussões em sala de aula, que não podem ficar reduzidos a uma intervenção didática, pois são fundamentais de serem problematizados e introduzidos em novos tempos e espaços das aulas de Ciências e de Química. Assim, cabe reforçar a relevância de atividades como esta desenvolvida com os alunos do ensino médio, em que promove o envolvimento de tais alunos com a própria Universidade

Considerações

A atividade da extração do DNA do morango e da banana possibilitou trabalhar, discutir e refletir com os estudantes a respeito da natureza da Ciência, questões de escalas, modelos, representações e simbologias que são próprios e específicos do discurso que constitui e envolve a linguagem da ciência Química. Além disso, a atividade possibilitou também uma 'aproximação', de certo modo, da escola com a universidade, pois os alunos conheceram espaços da universidade, bem como algumas pesquisas que são desenvolvidas em laboratórios de química, o que possibilitou "gerar" estímulos em interagir novamente e conhecer mais espaços da própria universidade. Deste modo, a atividade possibilitou esta inserção e envolvimento dos alunos do ensino médio com a Universidade. Cientes de que as intervenções foram localizadas em um determinado tempo e espaço, cabe a ressalva de que a apropriação da 'linguagem' específica da Ciência, e as suas relações com modelos explicativos e a realidade, demandam novas intervenções para outros processos de apropriação e (re)significação de conhecimentos químicos que permeiam a escola e a formação dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Esta pesquisa visa relatar uma atividade que tem grande valor formativo, tanto para estudantes da Educação Básica, quanto para os licenciandos envolvidos na atividade. A pesquisa qualifica a atividade e as ações pedagógicas dos sujeitos envolvidos, ao propiciar momentos de reflexão-ação, com vistas a melhorias na formação e na prática docente, corroborando e trazendo novos elementos de análise no planejamento de atividades como a desenvolvida no contexto de aulas de Ciências ou de Química.

Referências

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 15. ed., São Paulo: Hucitec, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**. v. 12, p. 96-109, 2007.



LOPES, A. R. C. Conhecimento Escolar: Inter-Relações com Conhecimentos Científicos e Cotidianos. **Contexto e Educação**. Ijuí: UNIJUÍ. n° 45, p. 40-59, Jan/Mar 1997.

LOPES, A.R.C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MACHADO, A.H. **Aula de Química**: discurso e conhecimento. 2.ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. **Química Nova na Escola**. v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**. v. 23, n. 2, p. 273- 283, 2000.

OKI, M. C.; MORADILLO, E. F. O Ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. **Ciência & Educação**. v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

SANGIOGO, F.A. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de Química da Educação Básica**: aspectos pedagógicos e epistemológicos. Tese de doutorado. Florianópolis: PPGET/UFSC, 2014.

SANGIOGO, F. A.; MARQUES, C. A. A não transparência de Imagens no Ensino e na Aprendizagem de Química: as especificidades nos modos de ver, pensar e agir. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 57-75, 2015.

SANGIOGO, F. A; ZANON, L.B; Reflexões sobre Modelos e Representações na Formação de Professores com Foco na Compreensão Conceitual da Catálise Enzimática, **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 1, p. 26-34, 2012.

SILVA, A. T. et al. Contribuições da atividade prática para o ensino e a aprendizagem de biologia: experiência com a extração do DNA do morango. In: Congresso de Inovação Pedagógica de Arapiraca e VII Seminário de Estágio. **Anais...** Alagoas: UFA, 2015, p. 1-13.

SILVA, H.C. Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. **Proposições**. v. 17, n. 1, p. 71-83, 2006.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 6, n. 3, p. 148-160, 2013.

VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.