

O USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE TRANSFORMAÇÕES DA MATÉRIA

Flávio José de Abreu Moura ¹
Wilson Antonio da Silva ²
Palloma Joyce de Aguiar ³
Aline Furtuozo de Souza ⁴
Ronaldo Dionizio da Silva ⁵

RESUMO

Muitos dos conteúdos da Química são bastante abstratos, assim, faz-se necessário construir estratégias que ajudem numa melhor visualização e compreensão dos conceitos abordados. Tendo em vista que a Química é uma Ciência essencialmente experimental, considera-se de extrema importância, a utilização de experimentos para favorecer a construção do conhecimento pelos estudantes. Pensando nisso, o presente trabalho mostra como a experimentação pode ajudar numa compreensão sólida sobre o conteúdo de *Transformações da Matéria*. A pesquisa possui uma abordagem qualitativa, sendo realizada na EREM Guiomar Krause Gonçalves que é uma escola parceira do Programa Residência Pedagógica, em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio na cidade de Vitória de Santo Antão – PE. A partir dos resultados obtidos, percebemos a evolução dos estudantes após a realização da aula com a utilização dos experimentos. Eles foram capazes de enxergar os diversos fenômenos Químicos e Físicos que os cercam, assim como as principais características de ocorrência de uma Reação Química. Desse modo, consideramos que a experimentação pode acrescentar e muito no aprendizado e na vida dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Química, Aulas Experimentais, Residência Pedagógica.

INTRODUÇÃO

As disciplinas da área de Ciências Exatas, em específico a química, é vista por muitos dos estudantes, como uma disciplina de difícil compreensão. O que pode ter ajudado a desencadear esse medo nos estudantes são os vários cálculos, conceitos e nomenclaturas que muitas vezes são reduzidos à memorização e que não se aplica a diferentes aspectos da vida cotidiana (ROCHA, 2016). É necessário então, um ensino adequado a sua realidade e que proporcione momentos de reflexão, com o propósito de possibilitar o desenvolvimento da

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, flavio.jose33@hotmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, wilson.antonio98@hotmail.com;

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, palloma_joyce_aguiar@hotmail.com;

⁴ Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, alinefurtuozo@yahoo.com.br;

⁵ Professor orientador: Doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, ronaldo.dionisio@vitoria.ifpe.edu.br;

criticidade e ampliar a compreensão de mundo dos estudantes.

Entretanto, nem sempre os professores de Química investem em novas formas de ensinar Química. Assim, não raras vezes, a disciplina vem perdendo sua essência ao longo do tempo, as aulas tentem a ser ministradas de forma bastante tradicional e deixando de lado as práticas experimentais. Porém, de acordo com Perdigão e Lima (2010), a Química, por ser uma ciência experimental, não há como fazer a dissociação da experimentação e do ensino em sala de aula, pois as atividades experimentais são de fundamental importância para a compreensão dos conteúdos abordados. Os experimentos ajudam a instigar a curiosidade e interesse dos discentes, proporcionando que participem de forma construtiva, uma vez que podem visualizar e compreender o que foi discutido teoricamente (SILVA, 2016).

Para Silva et al. (2011, p. 235), a experimentação pode ser entendida como “uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação entre o fazer e o pensar”, então, para ensinar ciência deve ser utilizado de um aporte experimental contextualizando para a realidade dos discentes. Isto trará vida para a ciência, vida essa que trará significado para o aprendizado.

Quando os estudantes encontram um sentido no que está sendo trabalhado, ele se sente pertencente e atraído, dessa forma Nunes & Adorn (2010) defendem que, diferentemente do modelo tradicional (que vê o aprendizado como uma base de dados armazenada na memória), deve-se possibilitar aos estudantes a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico, fixando de uma forma abrangente, para que seja possível julgá-los como fundamentos teórico-práticos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) também tratam como indispensável a presença da experimentação ao longo do processo de desenvolvimento das competências em ciências, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis.

É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. (Brasil, 1998).

E para que isso se concretize, segundo Freire (1996), a prática docente deve reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade e sua insubmissão, além de abrir espaço para a dúvida e o questionamento da realidade vivenciada. Por isso a atuação do professor em sala de aula é tão importante, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem, facilitando a compreensão dos conteúdos e fortalecendo a perspectiva do saber como instrumento de

compreensão e intervenção no mundo.

Nesta perspectiva, o objetivo do presente trabalho é apresentar e discutir as contribuições da experimentação como aporte didático para o estudo do conteúdo de “*transformações da matéria*”, em uma turma do 1º Ano do Ensino Médio utilizando o Ciclo da Experiência Kellyana (CEK) como referencial, no qual o professor agiu como mediador da construção do conhecimento de seus estudantes.

A Teoria dos Constructos Pessoais (TCP) de Gerge Kelly (1963) é uma teoria psicológica que considera as pessoas como construtoras de seus próprios conhecimentos, através de um processo denominado Alternativismo Construtivo (BASTOS, 1992). Com base nessa teoria, um dos corolários é chamado Corolário da Experiência onde diz que “*O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói sucessivamente, réplicas de eventos*” (KELLY, 1963, p. 72). Esse processo de reconstrução da realidade vivida está relacionado à ideia de Kelly sobre aprendizagem, segundo o qual, se a pessoa não aprende, ela não viveu a experiência (VIANA, 2014).

Segundo Kelly (1963), a aprendizagem se dá a partir de uma experiência que contém 5 etapas: *antecipação, investimento, encontro, confirmação ou desconfirmação e revisão construtiva*. O ciclo se inicia na etapa da *Antecipação*, momento em que o estudante é convidado para participar de um determinado evento e usa os construtos que possui para construir ideias relevantes sobre um determinado conceito e tenta antecipá-lo. Na segunda etapa, o *Investimento*, momento de melhorar a construção feita na etapa anterior, através da inclusão de novos elementos. É o momento de preparação para o encontro com o evento, através de leituras, conversas e reflexões. Em seguida o estudante é engajado na etapa do *Encontro*, é o momento onde os estudantes se deparam com o evento. É a ocasião mais esperada pelos alunos onde o professor utiliza de algum artifício didático como jogos, softwares e experimentos, o que conduz à quarta etapa, a *Confirmação ou Desconfirmação*. Nessa etapa, a pessoa confirma ou refuta suas hipóteses iniciais presentes na etapa da *Antecipação* e ampliadas na etapa do *Investimento*, a partir da vivência no evento de suas teorias pessoais. E fechando o CEK, a etapa da *Revisão Construtiva*, em que o indivíduo revê seus construtos anteriores, consolida seus conhecimentos e repensa toda a situação.

METODOLOGIA

A intervenção foi realizada em uma escola participante do Programa de Residência Pedagógica da rede pública do estado de Pernambuco na cidade de Vitória de Santo Antão,

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

em uma turma de Primeiro Ano do Ensino Médio. A pesquisa apresenta natureza Qualitativa e caracterizada como estudo de caso, pois foram analisados processos que não podem ser quantificados ou medidos experimentalmente em termos de quantidade, volume, intensidade ou frequência (DENZIN E LINCOLN, 2006).

Utilizamos como instrumento de pesquisa: o quadro branco e piloto para explanação do conteúdo, também utilizamos de práticas experimentais para demonstrar as transformações Físicas e Químicas da matéria. Como procedimento da pesquisa utilizamos a vivência do CEK (Ciclo da Experiência Kellyana) os quais estão descritos abaixo.

1. **Antecipação:** A turma foi dividida em 5 grupos para realizamos alguns questionamentos, envolvendo o conteúdo de transformações da matéria abordado nos experimentos.

P1: O que são transformações da matéria?

P2: O que são fenômenos Físicos? Dê Exemplos.

P3: O que são fenômenos Químicos? Dê Exemplos.

P4: A água congelada é um fenômeno Físico ou Químico?

2. **Investimento:** Nesse momento ocorreu o aprofundamento do conteúdo através de uma aula expositiva levando em consideração as hipóteses iniciais levantadas pelos estudantes com a utilização do quadro e piloto. Os conteúdos foram: Fenômenos Físicos e Químicos, Mudanças de Estados Físicos da Matéria e Reações Químicas sempre correlacionando com o cotidiano dos alunos. Durante toda a explanação dos conteúdos, foi oferecido um espaço para que eles pudessem fazer questionamentos sobre o assunto. Mostramos que toda mudança de estado físico são fenômenos físicos, onde não alteração da matéria. Também discutimos sobre as diferentes características das reações Químicas, mostrando que sempre quando ocorrer uma reação Química estamos tratando de fenômenos Químicos.

3. **Encontro:** Realizamos os experimentos de Fenômenos Físicos e Químicos a fim de testar as hipóteses iniciais, levantadas na antecipação.

- **Experimentos de Fenômenos Físicos:** Amassamos garrafinhas de água, rasgamos e amassamos papel.

P6: Quais são as evidências de uma reação Química?

Analizamos as aproximações e distanciamentos dos conteúdos abordados, ou seja, foi feita uma verificação com intuito de observar se os estudantes construíram ou reconstruíram seus conhecimentos prévios.

5. **Revisão Construtiva:** Pedimos para que os estudantes relatassem sobre a experiência vivida em sala de aula, demonstrando se gostaram da metodologia utilizada, se conseguiram compreender e associar ao seu cotidiano. E por fim realizamos uma auto avaliação sobre todo o processo.

DESENVOLVIMENTO

É comum, estudantes apresentarem dificuldade de articulação de conceitos, prevalecendo a de memorização, o que, contribui para uma atuação passiva dos mesmos (MATIAS; OLIVEIRA, 2015). Guimarães (2009), afirma que práticas docentes voltadas apenas para a transmissão de conhecimento, sem fazer conexão entre os conhecimentos empíricos e prévios dos estudantes dificulta o processo de ensino-aprendizagem.

Pensando nessa perspectiva, o processo de ensino-aprendizagem necessita ser aproximado a realidade dos estudantes. Dessa forma, o estudante seria capaz de articular conceitos químicos em contextos diversos, podendo atribuir sentido ao que aprende, o que caracterizaria um exercício mais eficaz de cidadania (CHASSOT, 2014).

Muitas vezes os professores não utilizam práticas experimentais alegando várias dificuldades. Porém, Andrade e Massabni (2011, p.836) alegam que “se o professor valoriza as atividades práticas e acredita que elas são determinantes para a aprendizagem de ciências, possivelmente buscará meios de desenvolvê-las na escola e de superar eventuais obstáculos”. Cruz (2008) complementa sugerindo aos professores usarem sua criatividade e utilizar materiais de baixo custo a fim de oferecer aulas mais atrativas no que diz respeito a experimentação.

Para Baptista, Azevedo; Goldschmidt (2016), a experimentação aliada a construção do conhecimento contribui de forma significativa no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, esse processo não deve se resumir apenas na manipulação de determinados reagentes ou materiais, mas trabalhado de forma contextualizada favorecendo a construção da Ciência ao longo do tempo. Modesto (2011) contribui afirmando que as aulas experimentais ajudam a

estimular os alunos a observar, refletir, analisar e propor hipóteses, bem como rever o que cada educando pensa sobre determinados fenômenos científicos.

Nas Orientações Curriculares do Ensino Médio – OCEM também encontramos discussões a respeito das contribuições que a experimentação proporciona para a construção de conceitos científicos:

É essencial que as atividades práticas, em vez de se restringirem aos procedimentos experimentais, permitam ricos momentos de estudo e discussão teórico/prática que, transcendendo os conhecimentos de nível fenomenológico e os saberes expressos pelos alunos, ajudem na compreensão teórico-conceitual da situação real, mediante o uso de linguagens e modelos explicativos específicos que, incapazes de serem produzidos de forma direta, dependem de interações fecundas na problematização e na (re) significação conceitual pela mediação do professor (BRASIL, 2006, p. 123-124).

Para esse processo é indispensável que os alunos tenham condições e habilidades necessárias para participar de momentos de debates, questionamentos, reflexões, exposição e confronto de ideias. Dessa forma haverá uma consolidação de sua aprendizagem e respeito pela diversidade de opiniões, compreensão, cooperação, responsabilidade, sensatez e inclusão social (DA SILVA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das respostas e questionamentos dos grupos no primeiro momento *antecipação*, apontam que os mesmos já tinham ideia do que seria transformações da matéria, porem, de forma bastante abstrata e sem conseguir das respostas concretas como podemos ver abaixo (Tabela 1):

Tabela 1: Resolução dos estudantes aos questionamentos feitos na antecipação. **Fonte:** própria

| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 |
|----|------------------------|---|---|---|---|
| P1 | “Mudanças da matéria.” | “É quando alguma coisa se transforma.” | “É quando a matéria passa de uma forma para outra.” | “Algo se transforma” | “Qualquer transformação que ocorra na matéria.” |
| P2 | “Não sabemos.” | “São fenomenos que não muda a matéria. Não sei” | “É quando amassamos uma folha de papel.” | “Não sei dizer o que é, mas a professora disse” | “Rasgar e amassae um papel.” |

| | | | | | |
|----|----------------|----------------|------------------|--|-----------------|
| | | dar exemplos” | | uma vez que é quando rasgamos uma folha de caderno.” | |
| P3 | “Não sabemos.” | “Não sabemos.” | “Queimar papel.” | “Queirnar uma madeira” | “Não lembramos” |
| P4 | “Químico” | “Físico” | “Químico” | “Químico” | “Químico” |

Na pergunta inicial **P1** as respostas foram coerentes, porem, bastante simples e quase uma copia das respostas um dos outros. As respostas da **P2** também foram satisfatorias e eles lembravam de exemplos que a professora havia citado em aulas passadas. Apenas um grupo não soube responder. Já quando foi perguntado sobre fenomenos Químicos **P3** nenhum dos grupos soube conceituar. Apenas 2 grupos souberam e relacionaram os fenomenos químicos como sendo queima. Os outros grupos não souberam ou não lembravam. O que mais impressionou foi quando questionamos a qual fenomeno pertence o congelamento da água **P4**, apenas um grupo disse que era fenomeno físico, os outros 4 grupos representando 80% da turma disseram que era fenomeno Químico. As mudanças de estados físicos da matéria costumam confundir bastante os estudantes.

No *investimento*, fizemos uma explanação dos conteúdos acerca das transformações da matéria (Figura 1), evidenciando que toda a mudança de estado físico é um fenomeno físico, pois não houve mudança da matéria. Também citamos exemplos cotidianos onde podemos observar esses fenomenos.



Figura 1: Explanação do Conteúdo. **Fonte:** própria

No *encontro*, momento onde realizamos as práticas experimentais (Figura 02), a fim de testar as hipóteses iniciais. Os estudantes foram ativos durante a atividade, sempre participando através de questionamentos e levantando hipóteses com base na explanação realizada anteriormente.



Figura 02: Realização dos experimentos. **Fonte:** Autor (2019)

Na etapa seguinte *confirmação ou desconfirmação*, fizemos novamente alguns questionamentos, dessa vez um pouco mais elaborado. E os resultados foram bastante satisfatórios, visto que os alunos compreenderam de fato o que foi trabalhado em sala. A Tabela 2 a seguir mostra bem isso.

Tabela 2: Resolução dos estudantes aos questionamentos feitos na confirmação ou desconfirmação.

Fonte: própria

| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 |
|----|--|--|---|--|--|
| P1 | “É qualquer transformação da matéria, seja ela física ou Química.” | “É quando a matéria sofre qualquer tipo de transformação.” | “Trasformações que ocorrem Fisicamente ou Quimicamente.” | “Quando a matéria sofre qualquer modificação.” | “Toda modificação que ocorre na matéria.” |
| P5 | “Fenomenos Químicos ocorre quando há tranformações da matéria. Já os | “Os fenomenos físicos não modificam o material. Os químicos mudam, | “O feijão cozido é físico por que ele ainda continua sendo feijão. Já o papel | “Físico é quando não muda o composto, por exemplo a água congelada e | “Químico é quando há uma alteração na composição da substância e |

| | | | | | |
|----|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| | físicos não mudam, amassar latinha de refrigerante.” | um exemplo seria o ferrugem” | queimado não é mais papel.” | Químico a matéria muda, como comprimidos efervescentes. | Físico não há. Físico: amassar um papel. Químico: Fotossíntese. |
| P6 | “Mudança de cor, liberação de gás e formação de precipitado.” | “Fogo, mudança de cor e gás.” | “Mudança de cor e mudança no odor.” | “Formação de gás e mudança de cor.” | “Mudança de cor e liberação de gás. |

Podemos perceber que todos os grupos tiveram uma evolução considerável, pois reconstruíram seus conhecimentos prévios a partir da realização dos experimentos. A **P6** foi a única que as respostas se tornaram repetitivas, pois eles associaram melhor aqueles que foram trabalhados nos experimentos.

Na última etapa, *revisão construtiva*, pedimos que os estudantes dessem um retorno do que foi vivenciado. E todos relataram a grande importância da experimentação para o aprendizado, declarando que haviam aprendido sobre o conteúdo. Alguns dias depois recebemos a notícia de que a maioria da turma havia tirado acima de 9,0 na prova.

Tratando da auto avaliação, os estudantes imploraram por mais aulas experimentais e lúdicas, avaliando seus desempenhos como bem melhores do que nas aulas onde não se tem esse tipo de prática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da experimentação é essencial para a consolidação de determinados conceitos químicos. Tomando isso como base, realizamos atividades experimentais a fim de investigar quais as contribuições da experimentação no conteúdo de Transformações da Matéria e também, proporcionar uma aprendizagem significativa para os estudantes.

De acordo com os dados adquiridos, podemos concluir que a aprendizagem se torna muito mais efetiva quando aliada a experimentação. Os estudantes ficam impressionados com o que estão aprendendo e acabam mostrando interesse em discutir sobre eventos do cotidiano.

Em muitos momentos os professores sentem dificuldades por não serem formados na área ou pela escola não dispor de vidrarias e reagentes, porém, é necessário que os mesmos

saiam de sua zona de conforto e procurem outras alternativas. Muitas vezes, é necessário ter sempre um plano B em mente para caso algo dê errado e para isso, as aulas devem ser bem planejadas. Com a realização de atividades experimentais, permitimos a autonomia dos discentes, na busca de soluções aos problemas que os cerca, além de exercitar e demonstrar noções básicas de Química presente no dia a dia.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, L. V.; AZEVEDO, R. B.; GOLDSCHMIDT, A. I. Tríade basilar: uso das estratégias, a inclusão da história e filosofia da biologia e a confecção de material didático. Amazônia. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 23, p. 31-43, 2016.

BASTOS, H. F. B. N. Changing teachers' practice: towards a constructivist methodology of physics teaching, Inglaterra, 1992. **Tese** (Doutorado em Física), University of Surrey. Não publicado.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais**. vol. 2. Brasília, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – MEC/SEMTEC**. BRASÍLIA: MEC, 1998.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 6. ed. Ijuí: Unijuí, 2014

CRUZ, D. A.; LORENCINI, A. J. Atividades prático-experimentais: tendências e perspectivas. **Secretaria de Estado da Educação Superintendência da Educação Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE**. Universidade Estadual de Londrina, 2008.

DA SILVA, Taiza de Souza Gusmões. Ensino de ciências e experimentação nos anos iniciais: da teoria a prática. **PRÓ-DISCENTE**, v. 25, n. 1, 2019.

DE ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

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

KELLY, A.G. **A theory of personality: the psychology of personal constructs**. New York: W.W. Norton, 1963.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-200, 2009.

MATIAS, D. C.; DE OLIVEIRA, N. A ATIVIDADE DE EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA E LÚDICA–AEIL E SUA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA. **ANAIS DO ENIC**, v. 1, n. 7, 2015.

MODESTO, M. A., SANTANA, C. G. de., VASCONCELOS, A. D. O Ensino de Ciências nas séries iniciais: Educação e Ensino de Ciências Exatas e Biológicas. V Colóquio Internacional “Educação e Contemporânieidade”, 21 a 23 set, 2011, São Cristóvão - SE.

NUNES, A. S.; Adorni, D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar** - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. -Educação e conhecimento científico, 2010.

PERDIGÃO, C. H. A; LIMA, K. S. A pratica docente experimental de Química no ensino médio. **IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**. Laranjeiras Sergipe. Setembro de 2010.

SILVA, P.; LIMA, R.; MOURA, F.; BARBOZA, R. TENSÃO SUPERFICIAL NO ENSINO DA QUÍMICA: UMA PRÁTICA EXPERIMENTAL E UM JOGO DIDÁTICO COM BASE NO CICLO DA EXPERIÊNCIA KELLYANA. **INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL) ISSN 2595-2498**, v. 2, n. 1, p. 222 - 235, 30 abr. 2019

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. **Ijuí: Editora Unijuí**, 2011, p. 235.

SILVA, V. G. da. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, 2016.

VIANA, K. S. L. **Avaliação da experiência: uma perspectiva de avaliação para o ensino das ciências da natureza**. 2014. 202 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.