

Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências
Mestrado em Ensino de Ciências

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
CONCENTRAÇÃO COMUM**

Joice Caroline da Silva

Campo Grande/MS
Dezembro, 2019

Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências
Mestrado em Ensino de Ciências

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONCENTRAÇÃO COMUM:
CONTAMINAÇÃO DO RIO ANHANDUÍ E O ENSINO DE QUÍMICA**

Produto gerado a partir da dissertação: “Qualidade da água do rio Anhanduí de Campo Grande/MS como tema para o ensino de concentração comum: Articulação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e a pedagogia de Paulo Freire.”

Autor (a): Joice Caroline da Silva

Orientador (a): Prof. Dra. Icléia Albuquerque de Vargas

Co-orientador: Prof. Dr. Dario Xavier Pires

Campo Grande/MS

Dezembro, 2019

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONCENTRAÇÃO COMUM

CONTAMINAÇÃO DO RIO ANHANDUÍ E O ENSINO DE QUÍMICA

Apresentação

Caro (a) professor (a),

Esta sequência didática é produto de uma dissertação de mestrado intitulada “Qualidade da água do rio Anhanduí de Campo Grande/MS como tema para o ensino de concentração comum: Articulação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e a pedagogia de Paulo Freire.” Nessa pesquisa, buscou-se problematizar o contexto do aluno para, além da compreensão do conhecimento científico, levá-lo a uma consciência mais cidadã. Para atingir esse objetivo, o contexto do rio Anhanduí (Campo Grande/MS) foi utilizado como tema para o ensino de concentração comum, articulando a pedagogia de Paulo Freire com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A sequência didática foi aplicada em duas escolas da rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul para alunos do segundo ano do ensino médio. As contribuições dessa intervenção foram analisadas por meio dos textos produzidos pelos alunos e da resolução de exercícios. A partir da análise textual discursiva (ATD) dos textos produzidos, constatou-se uma ampliação na compreensão dos alunos sobre a situação atual do rio Anhanduí, incluindo as fontes de contaminação, seus efeitos e as possibilidades de melhoria e recuperação desse importante rio que atravessa a cidade de Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul.

Neste roteiro você encontrará informações sobre as atividades e materiais utilizados em cada etapa da sequência didática. No entanto, caberá aos professores a proposição de adaptações que considerarem necessárias para atender as especificidades do contexto em que será aplicada.

1 Contexto da sequência didática

1.1 Rio Anhanduí

Os rios possuem grande importância ambiental e cultural. Seu papel na irrigação, dessedentação de animais e irrigação induziu a formação de cidades em seu entorno. Com a urbanização, os cursos d'água passaram a exercer uma função paisagística com o desenvolvimento de parques e espaços de lazer. Contudo, no Brasil, os rios urbanos são um reflexo da precariedade do sistema de saneamento e drenagem urbana (ALMEIDA, 2010).

O rio Anhanduí nasce na área urbana de Campo Grande/MS e percorre cerca de 30 bairros da cidade (CAMPO GRANDE, 2010). O lançamento de esgoto tratado e clandestinos tem afetado a qualidade de água desse rio, os efeitos visíveis dessa contaminação são: mal cheiro, presença de lixo nas margens e no próprio leito e ausência de espécies de peixe nativas. A partir da Resolução nº 357 (BRASIL, 2005) do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, os trechos do rio Anhanduí presentes na área urbana de Campo Grande (MS), são classificados como classe 3, com exceção do trecho próximo à Estação de Tratamento de Esgotos do bairro Los Angeles que é classificado como classe 4. Isso significa que os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) podem chegar até 10 mg/L e a concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) não pode ser inferior a 4 mg/L (BRASIL, 2005). Contudo, com o OD na faixa 4-5 mg/L morrem os peixes mais exigentes (CAMPO GRANDE, 2010).

1.2 Concepção educacional dialógica-problematizadora freireana e o ensino CTSA

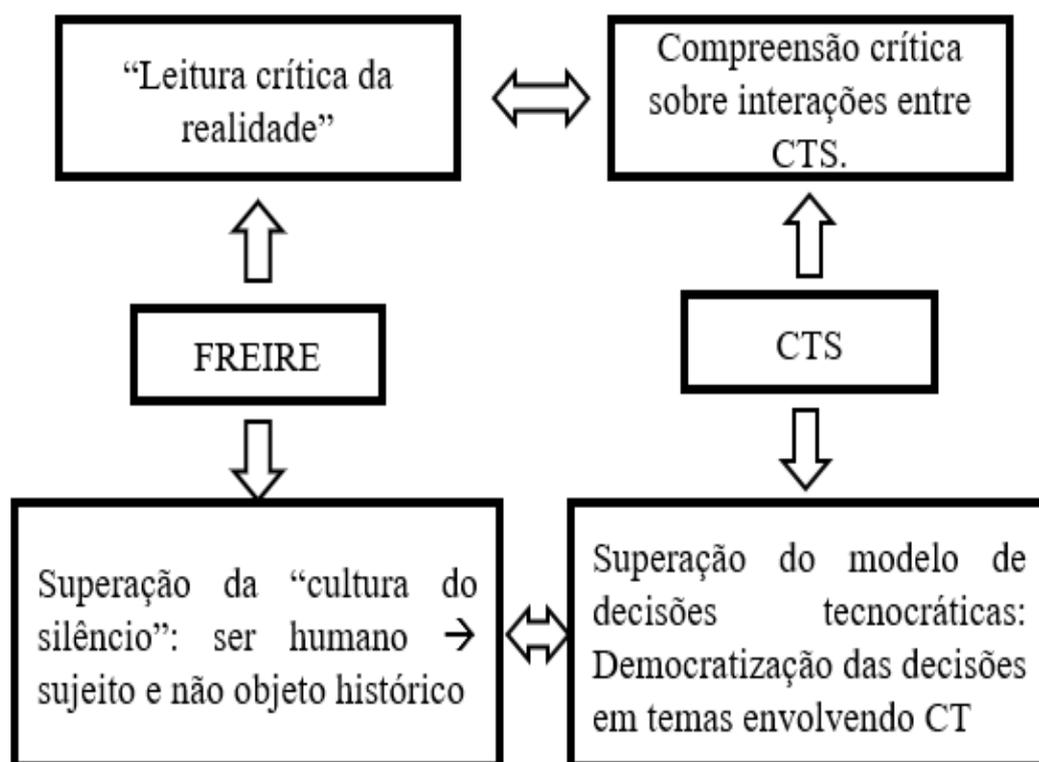
Educar, para Paulo Freire, envolve o diálogo e a problematização da realidade do educando. Uma possibilidade de problematizar o contexto do aluno é por meio da abordagem temática, uma transposição da dinâmica da Investigação Temática para o ensino formal (SOUZA et. al., 2014). Nessa perspectiva de educação busca-se obter temas de natureza local a fim de refletirem, de fato, as contradições sociais vivenciadas (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009). O objetivo da abordagem temática é fornecer o conhecimento necessário para a superação das contradições, por isso, sejam eles científicos ou não, ficam subordinados ao tema (SOLINO, GEHLEN, 2014).

Para orientar o trabalho do professor a partir dos temas escolhidos, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) elaboraram três momentos denominados: problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A problematização inicial é o momento em que o professor realiza diversos questionamentos com o intuito de trazer à tona as contradições de seus alunos e levá-los a perceber a necessidade de obterem novos conhecimentos. As respostas às indagações realizadas no primeiro momento são apresentadas na organização do conhecimento. Nessa etapa, todos os conhecimentos necessários para a superação das contradições vivenciadas devem ser abordados por meio de diversas atividades, como leitura de tabelas, entrevistas, poemas, experimentos etc. Por fim, a aplicação do conhecimento permite analisar se após a sequência didática os alunos são capazes de aplicar o que aprenderam em diferentes contextos.

A abordagem temática, organizada segundo a dinâmica dos momentos pedagógicos, pode ser articulada com a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Essa perspectiva surgiu como uma crítica ao modelo linear do progresso técnico científico incorporado aos currículos de ensino de ciências na década de 1970 (SANTOS, 2007). O estudo das interações CTSA tem como objetivo a superação da visão salvacionista concebida à ciência e à tecnologia, do modelo de decisões tecnocratas e do determinismo tecnológico. De acordo com esse modelo de decisões tecnocratas, apenas o especialista é capaz de solucionar problemas, incluindo os sociais. Assim, ele vai contra a democratização das decisões, pois exclui as pessoas “não especialistas” do processo científico-tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Auler e Delizoicov (2006) apresenta algumas aproximações dos pressupostos de Paulo Freire com a abordagem temática (Figura 1).

Figura 1: Esquema sobre a consciência máxima possível descrita por Freire



Fonte: (AULER, DELIZOICOV, 2006, pág. 7)

De acordo com a Figura 1, há uma aproximação entre a defesa da democratização das decisões sobre ciência e tecnologia e a crítica ao modelo de decisões tecnocráticas, presentes no ensino CTSA, com a superação da “cultura do silêncio” proposta por Freire. Assim, nota-se que esses referenciais se complementam, no sentido do ensino CTSA conduzir a um enfoque mais científico, enquanto Freire potencializa a dimensão política da educação.

Tendo em vista as considerações expostas, desenvolveu-se este roteiro que apresenta uma sequência didática balizada pelo ensino Freire-CTSA.

1.3 Concentração Comum

De acordo com o Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2012), o conceito de Concentração comum deve ser trabalhado no segundo ano do ensino médio. O ensino desse conceito deve oportunizar o desenvolvimento da habilidade de “expressar a concentração de uma solução, de acordo com a unidade mais adequada à situação

de aplicação” e “identificar as relações matemáticas entre os diversos tipos de concentração de soluções” (BRASIL, 2012, p. 204). Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) sinalizam a necessidade de preparar o aluno para interpretar informações de cunho científico, “por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos, concentração de poluentes (BRASIL, 2006, p. 88).” Compreender o conceito de Concentração Comum é essencial para analisar essas informações e, a partir delas, propor novas soluções.

2 Sequência Didática

A sequência didática consiste em oito aulas, de 50 minutos cada, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Atividades desenvolvidas na sequência didática, por encontro.

Encontro	Atividade Realizada
1°	Levantamento preliminar: Redação sobre o rio Anhanduí.
2°	Problematização: Tipos de contaminantes, efeitos, fontes, responsáveis pela mudança.
3°	Problematização: Tipos de contaminantes, efeitos, fontes, responsáveis pela mudança.
4°	Organização do conhecimento: DBO, OD, P_{total}
5°	Organização do conhecimento: DBO, OD, P_{total}
6°	Organização do conhecimento: DBO, OD, P_{total} , Concentração Comum
7°	Organização do conhecimento: DBO, OD, P_{total} , Concentração Comum
8°	Proposta de Intervenção

Fonte: Elaborada pela autora.

Levantamento preliminar: REDAÇÃO SOBRE O ANHANDUÍ

Objetivo: Identificar o que os alunos sabem sobre o rio Anhanduí e analisar a percepção deles sobre os problemas da contaminação desse curso d'água.

Duração: 1 hora/aula

Metodologia: Levantamento do que os alunos sabem sobre o rio Anhanduí por meio da produção de redação.

Encaminhamento: Solicitar aos alunos a produção de uma redação sobre o que sabem a respeito do rio Anhanduí, incluindo os pontos positivos, negativos e as mudanças que contribuiriam para a melhoria da qualidade de água.

Comentários e sugestões para esse momento:

- É importante situar o rio para os alunos, pois alguns podem conhecê-lo por outro nome ou nem mesmo saber que aquele curso hídrico seja um rio. Isso pode ser feito descrevendo sua localização, características ou apresentando fotos.
- Se possível, levar os alunos para uma área externa da sala de aula, de preferência em local sombreado, com presença de árvores ou flores e solicitar que se sentem em círculo. Esse ambiente auxiliará os alunos a focarem na questão ambiental.
- Não solicitar uma estrutura de texto específica ou o número de linhas pode deixar os alunos mais à vontade para expressarem o que pensam.

1º momento: PROBLEMATIZAÇÃO

Objetivo: Levar os alunos a perceberem outros aspectos da contaminação do rio Anhanduí não mencionados nas redações e sentirem a necessidade de obter novos conhecimentos.

Duração: 2 horas/aula

Metodologia: Problematizar o que os alunos já sabem por meio de perguntas.

Encaminhamento: Instruir os alunos a escreverem em uma folha destacada sua resposta a quatro questões colocadas pelo(a) professor(a), sendo elas: 1) Quais são os tipos de contaminantes presentes no rio? 2) Quais são os efeitos desses contaminantes no ambiente? 3) Quais são as fontes de contaminação? 4) Quem são os responsáveis pela mudança? Em seguida, recolher as folhas após todos terminarem e repetir as perguntas em voz alta para que os alunos possam compartilhar suas respostas com a turma.

Comentários e sugestões para esse momento:

- Enquanto os alunos estiverem escrevendo suas respostas, o(a) professor(a) poderá caminhar pela sala e, ao olhar para sua escrita, realizar um gesto de aprovação. Isso deixará o aluno mais confiante para, posteriormente, compartilhar sua resposta.

2º momento: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Objetivo: Criar um ambiente adequado para que os alunos construam os conhecimentos necessários para a superação das contradições apresentadas.

Duração: 4 horas/aula

Metodologia: Esquematização dos conceitos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo total e concentração comum.

Encaminhamento:

1º etapa: Fazer um esquema na lousa que represente as fontes de oxigênio (ar atmosférico, fotossíntese, diminuição da temperatura) e os fatores de redução (alteração da coloração da água, aumento da temperatura, aumento da quantidade de matéria orgânica). Explicar o que é a Demanda bioquímica de oxigênio e porque o fósforo pode ser considerado um contaminante. Ao finalizar a explicação, realizar as seguintes perguntas: 1) O que uma concentração de DBO elevada indica sobre a quantidade de matéria orgânica que está sendo jogada no rio? 2) Quais as fontes de oxigênio para a água? 3) Quais fatores contribuem para sua redução?

Seguem algumas informações úteis para essa etapa (FIURUCCI; FILHO, 2005).

Parâmetro: Oxigênio Dissolvido (OD)

Características Gerais: Representa a quantidade de oxigênio molecular (O₂) dissolvido na água; expresso, geralmente, em mg L⁻¹ ou porcentagem de saturação em uma dada temperatura e pressão.

Origem na água e fatores de alteração: Provém naturalmente de processos de dissolução/aeração das águas e como produto da reação de fotossíntese; varia em função da temperatura e salinidade da água e da pressão atmosférica; reduções significativas nos teores de OD podem ser provocadas por despejos de origem orgânica (esgotos e alguns efluentes industriais) e/ou com elevada temperatura, que pode diminuir a solubilidade do oxigênio na água.

Inconvenientes: Apesar de essencial à vida, o oxigênio é fator significativo na corrosão de tubulações de ferro e aço.

Parâmetro: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Características Gerais: Parâmetro mais usual de indicação da poluição por matéria orgânica; a determinação envolve a medida do oxigênio dissolvido utilizado pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica; a DBO é avaliada experimentalmente determinando a concentração de OD antes e após um período durante o qual uma amostra de água é mantida no escuro a temperatura de 20 ou 25 °C. A DBO é igual à quantidade de oxigênio consumida como resultado da oxidação de matéria orgânica dissolvida da amostra. As reações de oxidação são catalisadas pela ação de bactérias já presentes na amostra de água natural; usualmente, permite-se que a reação se prolongue por 5 dias antes da determinação do oxigênio residual. A DBO é expressa em mg L⁻¹ (miligramas de O₂ por litro de H₂O); a DBO é empregada na determinação da quantidade aproximada de oxigênio que será necessária para oxidar biologicamente a matéria orgânica presente na água.

Origem na água e fatores de alteração: ocorre naturalmente nas águas em nível reduzido em função da degradação de matéria orgânica (folhas, animais mortos, fezes de animais); aumentos de DBO são provocados por efluentes de origem predominantemente orgânica; valores de DBO de águas residuais, efluentes ou esgotos de indústrias são em geral de várias centenas de mg L⁻¹; águas seriamente poluídas apresentam DBO maior que 10 mg L⁻¹.

Inconvenientes: Apesar de essencial à vida, o oxigênio é fator significativo na corrosão de tubulações de ferro e aço.

2º etapa: Apresentar o trecho da tabela do projeto Córrego Limpo (CAMPO GRANDE, 2012) com dados sobre a DBO e o fósforo total do rio Anhanduí, referentes ao primeiro e segundo trimestre de 2012, em um ponto de monitoramento próximo à Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Los Angeles (Figura 3).

Figura 19: Dados sobre a concentração da DBO e do fósforo total do rio Anhanduí

Trimestre	Parâmetros	Concentração (mg/L)	CONAMA 357/05 (mg/L)
1º	DBO	19,0	< 10 mg/L
	Fósforo Total	4,6	> 4,0 mg/L
2º	DBO	33,0	<10 mg/L
	Fósforo Total	4,0	> 4,0 mg/L

Fonte: Elaborada pela autora

Realizar os seguintes questionamentos: 1) Os valores apresentados de DBO estão de acordo com a CONAMA? 2) Por que a DBO do rio Anhanduí é mais elevada nos trechos próximos à ETE do bairro Los Angeles? 3) O que isso indica sobre a quantidade de matéria orgânica lançada ali? 4) O que significa afirmar que a concentração de fósforo total é 4,6 mg/L?

Apresentar a fórmula utilizada para determinar a concentração comum de um soluto, ressaltando as unidades de medida que deverão ser utilizadas. Explicar que se coletassem um litro de água do rio Anhanduí, no primeiro trimestre de 2012, 19 mg de oxigênio dessa água seriam gastos na decomposição da matéria orgânica presente ali. Solicitar a resolução dos seguintes exercícios:

- 1- Determine a quantidade de fósforo, em miligramas, presente na água do rio Anhanduí no segundo trimestre de 2012.
- 2- Quantos litros de água do rio são necessários para se obter 6,9 mg de fósforo, considerando que a coleta deverá ser feita no primeiro trimestre?
- 3- Determine a quantidade de oxigênio dissolvido necessária para a degradação da matéria orgânica presente em 3500 mL.
- 4- Ao coletar 2,5 de água do rio, notou-se que foram gastos 40 mg de oxigênio dissolvido para degradar a matéria orgânica. Em qual trimestre a coleta foi realizada?

3º etapa: Retomar as questões realizadas na problematização. Destacar como os avanços científicos e tecnológicos contribuíram para a contaminação do rio. Explicar como as estações de tratamento de esgoto, as indústrias e o comércio podem afetar a qualidade da água.

Comentários e sugestões para esse momento:

- Realizar uma breve revisão sobre como a conversão de unidades de medidas pode auxiliar no aprendizado dos alunos, principalmente daqueles que possuem defasagem.
- Se possível, aplicar exercícios contextualizados, similares aos que são aplicados em exames como o ENEM.

3º momento: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Objetivo: Analisar as contribuições da sequência didática na percepção da contaminação do rio Anhanduí e no desenvolvimento de uma postura cidadã.

Duração: 1 horas/aula

Metodologia: Levantamento das contribuições da sequência didática por meio da escrita de uma proposta de intervenção.

Encaminhamento: Instruir os alunos a escreverem uma proposta de intervenção na qual deverão expressar quais ações poderiam minimizar a contaminação do rio Anhanduí.

Comentários e sugestões para esse momento:

- Se possível, levar os alunos para uma área externa da sala de aula, de preferência em local sombreado, com presença de árvores ou flores e solicitar que se sentem em círculo. Esse ambiente auxiliará os alunos a focarem na questão ambiental.
- Não solicitar uma estrutura de texto específica ou o número de linhas pode deixar os alunos mais à vontade para expressarem o que pensam.

3 Considerações sobre a proposta

A sequência didática apresentada nesse roteiro foi avaliada e demonstrou ter contribuído para um ensino contextualizado do conceito de concentração e para uma compreensão mais ampla do problema da contaminação do rio Anhanduí. Por meio das falas e da resolução dos exercícios propostos, verificou-se que os alunos conseguiram compreender os conceitos com mais facilidade. As propostas desenvolvidas na aplicação do conhecimento indicaram uma mudança na percepção sobre o rio: compreenderam quais eram os responsáveis pela redução da contaminação do rio e de que formas isso poderia ser feito.

Entende-se que as atividades propostas nessa sequência contribuam para um ensino que tenha sentido para o aluno e que esteja de acordo com os objetivos da educação básica. Espera-se que ela conduza para a construção de atitudes cidadãs e uma percepção mais ampla do contexto vivido, a partir do conceito de concentração comum.

4 Referências

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. 2010. 278 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Fortaleza, Ceará, 2010.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. *Les relaciones CTS em La Educación Científica*, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Estadual de Educação. Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino. Campo Grande/MS: SED, 2012.

BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. Qualidade das Águas Superficiais de Campo Grande: Relatório 2009. Campo Grande, MS, 2010. 136p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 10-16, 2005.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, 2007.

SOLINO, S. P.; GEHLEN, S. T. Abordagem Temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 1, pp. 141-162, 2014.

SOUZA, P. S.; BASTOS, A. P. S.; FIGUEIREDO, P. S.; GEHLEN, S. T. Investigação Temática no contexto do ensino de ciências: Relações entre a Abordagem Temática Freireana e a Práxis Curricular via Tema Gerador. *Alexandria*, v.7, n.2, p.155-177, 2014.