

Estratégias para elaborar mapas conceituais: em busca do pensamento crítico no contexto da educação para sustentabilidade

Strategies to prepare concept maps: in pursuit of critical thinking in the context of education for sustainability

Camila Aparecida Tolentino Cicuto

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP.
camilacicuto@usp.br

Paulo Rogério Miranda Correia

Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo (EACH/USP), São Paulo, SP.
prmc@usp.br

Resumo

O desenvolvimento do pensamento crítico no contexto da educação para sustentabilidade exige uma abordagem sistêmica. Os mapas conceituais (MCs) têm sido utilizados para uma ampla variedade de objetivos, incluindo o estímulo ao pensamento crítico. O objetivo deste trabalho é propor estratégias para elaborar MCs a fim de promover o pensamento crítico dos alunos. Os resultados mostram que os conceitos estimulados nas estratégias para elaborar MCs e que foram discutidos pelo professor (desenvolvimento científico-tecnológico, mudanças climáticas, crescimento populacional) apresentaram maior frequência nas relações estabelecidas. Por outro lado, os conceitos que não foram estimulados nas estratégias para elaborar MCs e que foram discutidos pelo professor (aspectos econômicos e políticos) apresentaram menor frequência nas proposições. Os MCs somente estimulam o pensamento crítico quando são utilizados de forma planejada. Isso reforça o valor das estratégias para estimular o pensamento crítico dos alunos.

Palavras chave: alfabetização científica, educação para sustentabilidade, ensino de ciências, mudanças climáticas, pensamento crítico.

Abstract

The development of critical thinking in the context of education for sustainability requires systems approach. Concept maps (Cmaps) have been used for a wide variety of objectives, including stimulus to critical thinking. The aim of this work is to propose strategies to elaborate Cmaps to foster students' critical thinking. The results show that the concepts stimulated in the strategies to prepare Cmaps and which were discussed by the instructor (scientific and technological development, climate change, population growth) had higher frequency in the relationships established. On the other hand, the concepts that have not been stimulated in the strategies to develop the Cmaps and which were discussed by the instructor (economic and political aspects) presented less frequently in the propositions. The Cmaps

only foster critical thinking when it is used in a planned way, highlighting the value of strategies to stimulate students' critical thinking.

Key words: climate change, critical thinking, education for sustainability, science education, scientific literacy.

Introdução

Uma nova arquitetura pedagógica é necessária para responder aos desafios educacionais oriundos da explosão do conhecimento científico e dos novos paradigmas da sociedade contemporânea. A ciência tem papel fundamental neste contexto, visto que ela é uma ferramenta essencial para dar sentido ao mundo e contribuir para as decisões orientadas sobre o futuro. Em contrapartida, o ensino de ciências precisa de uma abordagem mais eficaz para atender as necessidades da sociedade do século XXI. Para isso, dois pontos principais precisam ser considerados: o conhecimento científico-tecnológico e a habilidade para lidar com temas complexos (WIEMAN, 2007).

A alfabetização científica pode ser considerada como uma forma de repensar o ensino de ciências. Este termo pode ser entendido como a capacidade de ler, compreender e expressar opinião sobre questões científicas (MILLER, 1983). A alfabetização científica permite que os alunos pensem criticamente sobre as relações entre os avanços científicos e tecnológicos e os desdobramentos sociais, políticos e econômicos, para tomar decisões informadas sobre questões complexas (MCCLUNE e JARMAN, 2010). Neste contexto, o pensamento crítico é uma parte fundamental da alfabetização científica e todos os professores de ciências devem considerá-lo. Os professores devem preferir ensinar “como pensar” a “o que pensar” (TSUI, 2002). A habilidade de pensar criticamente é importante para preparar os cidadãos, que devem responder a desafios complexos. Os problemas ambientais são exemplos de temas complexos que fazem parte da realidade dos cidadãos do século XXI.

Mapas conceituais e o pensamento crítico no contexto da educação para sustentabilidade

Novas estratégias de ensino são necessárias para mudar a dinâmica da sala de aula tradicional, a fim de melhorar os resultados de aprendizagem e estimular o pensamento crítico dos alunos. Os mapas conceituais (MCs) podem ser uma ferramenta interessante para este objetivo. O mapeamento conceitual é uma técnica bem estabelecida, que permite a descrição explícita de modelos mentais idiossincráticos. Os MCs podem ser definidos como um conjunto de conceitos imersos em uma rede de proposições (conceito inicial – termo de ligação → conceito final). A ausência do termo de ligação dificulta a comunicação de ideias e pode estar relacionada com a falta de entendimento sobre a relação entre os conceitos (NOVAK, 2010). A inclusão de um termo de ligação faz com que os MCs sejam mais poderosos do que outros organizadores gráficos utilizados para representar o conhecimento e a informação (DAVIES, 2011). Desde a sua introdução na década de 1970, os MCs têm sido utilizados para fins educacionais e corporativos, com uma ampla variedade de objetivos, incluindo a possibilidade do uso de MCs para estimular o pensamento crítico (COFFEY et al., 2003).

O desenvolvimento do pensamento crítico no contexto da educação para sustentabilidade exige uma abordagem sistêmica, a fim de permitir ao aluno ter acesso ao conhecimento de forma interdisciplinar (THOMAS, 2009 e TSUI, 2002). Esta abordagem enfatiza o conhecimento científico e tecnológico e ao mesmo tempo, a essência das influências sociais, econômicas e políticas. A fundamentação teórica que subjaz o pensamento sistêmico está

alinhada com a Teoria Geral dos Sistemas (TGS). Essa teoria emergiu da necessidade de se considerar o todo para se estudar as partes. Na TGS um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos interdependentes, onde: 1. O todo apresenta qualidades exclusivas que nenhuma das partes possui; 2. O todo influencia cada uma das partes; 3. As partes influenciam o todo e as outras partes; 4. Cada uma das partes reflete no todo e nas interações entre elas (BERTALANFFY, 2008).

O desenvolvimento de estratégias para elaborar MCs é o fator limitante para ensinar e incentivar habilidades de pensamento crítico através de uma abordagem sistêmica. Portanto, são necessárias mais pesquisas sobre novas estratégias para estimular o pensamento crítico dos alunos. Os MCs somente estimulam o pensamento crítico se forem utilizados de forma planejada.

O presente trabalho tem como objetivo propor estratégias para elaborar MCs, a fim de promover o pensamento críticos dos alunos. Além disso, vamos apresentar um estudo de caso para analisar como os alunos vinculam os conceitos relacionados à ciência/tecnologia, sociedade, economia, política após utilizarem as estratégias para elaborar MCs que visaram desafiá-los a pensarem criticamente.

Estratégias para elaborar mapas conceituais: desafiando os alunos a pensarem criticamente

Quatro estratégias complementares foram desenvolvidas nesse trabalho para acoplar os MCs e o pensamento crítico (Figura 1). As estratégias MCNE (mapa conceitual não estruturado), MCSE (mapa conceitual semiestruturado), PF (pergunta focal) e CO (conceito obrigatório) visam estimular a integração de diferentes áreas do conhecimento para desafiar os alunos a pensarem criticamente.

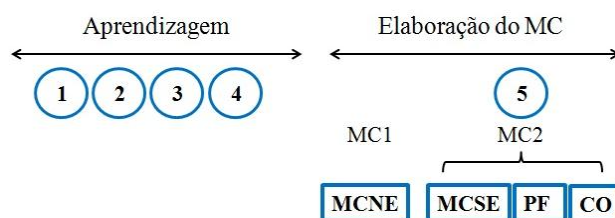


Figura 1. Estratégias para elaborar mapas conceituais visando estimular o pensamento crítico.

Os MCNE e MCSE têm como objetivo contribuir com a integração de diferentes áreas do conhecimento, através do estímulo ao exercício de síntese. Na estratégia MCNE os alunos são convidados a preparar o MC1 (Figura 2a) contendo 24 conceitos extraídos dos materiais instrucionais utilizados durante a fase de aprendizagem (aulas 1-4). Nessa etapa, os alunos tem a possibilidade de rever todos os materiais, identificar os principais conceitos e integrá-los em uma rede proposicional significativa. Na estratégia MCSE os alunos são convidados a preparar o MC2 (Figura 2b) com 9 conceitos a partir do MC1. O objetivo principal é promover um exercício de síntese para verificar como os alunos selecionam os conceitos mais relevantes do seu MC anterior (MC1). O MCSE foi inspirado no MC cíclico e as experiências com o pensamento dinâmico, descritos na literatura (DERBENTSEVA, SAFAYENI e CAÑAS, 2007). O MCSE exige capacidade de síntese porque restringe o número de conceitos utilizados durante a construção do MC, sem limitar a quantidade de proposições entre os conceitos.

A pergunta focal (PF) utiliza conceito(s) que deverão ser integrados pelos alunos na rede

proposicional. No nosso caso, utilizamos os conceitos “desenvolvimento científico-tecnológico” e “mudanças climáticas”, a fim de estimular relações entre os avanços científicos e tecnológicos e o ambiente (Figura 2b).

O conceito obrigatório (CO) é apresentado aos alunos e eles devem incluí-lo na rede proposicional do MC. O objetivo principal é oferecer um “threshold concept” para desafiar os alunos a pensarem criticamente. O “threshold concept” deve favorecer processos epistemológicos de transformação e integração do conhecimento (MEYER e LAND, 2005). O conceito obrigatório escolhido foi “crescimento populacional”, a fim de estimular os alunos a abordar os desdobramentos sociais das mudanças climáticas (Figura 2b).

(a)

Considere os materiais utilizados durante as aulas. Faça uma re(leitura) dos textos, (re)veja os vídeos indicados, reflita sobre as nossas discussões e selecione os conceitos mais relevantes de cada aula (máximo 4 conceitos por material instrucional). Registre os conceitos no quadro a seguir. Você pode relacionar, no máximo, 24 conceitos diferentes.

Material instrucional A

A1
A2
A3
A4

Material instrucional C

C1
C2
C3
C4

Material instrucional E

E1
E2
E3
E4

Material instrucional B

B1
B2
B3
B4

Material instrucional D

D1
D2
D3
D4

Material instrucional F

F1
F2
F3
F4

O seu mapa conceitual poderá conter somente os conceitos relacionados nos quadros acima. Destaque os conceitos de um mesmo material instrucional utilizando uma mesma cor para as respectivas caixinhas coloridas. Estabeleça todas as proposições que lhe parecem ser interessantes, consultando qualquer material que você desejar. Quando seu mapa conceitual estiver poluído (cheio de flechas), faça um auto-layout (veja opções em “format/formatação” do CmapTools) e leia sua rede proposicional. Comece a pensar na pergunta focal que seu mapa conceitual responde (não se esqueça de declará-la). A partir disso, faça uma seleção criteriosa para manter somente as proposições mais relevantes. Para terminar, verifique se a pergunta focal e sua rede proposicional estão coerentes; caso contrário, faça ajustes numa e/ ou na outra. A versão final do seu mapa conceitual deverá ser elaborada no verso dessa folha.

(b)

PERGUNTA FOCAL & INSTRUÇÕES

Como o desenvolvimento científico-tecnológico se relaciona com as mudanças climáticas?

[1] O retângulo pontilhado indica o conceito inicial do mapa conceitual.

[2] “CRESCIMENTO POPULACIONAL” deve ser o conceito inicial do seu mapa conceitual.

[3] Numere as proposições, indicando a ordem de leitura.

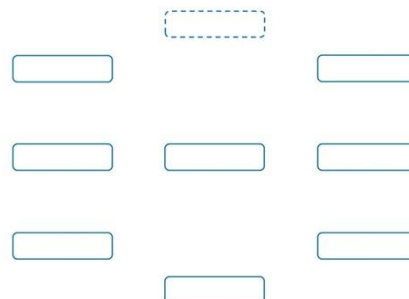


Figura 2. Instruções para elaboração do (a) MC1 e (b) MC2.

Metodologia

Coleta dos dados

Os mapas conceituais (n=41) foram coletados durante a disciplina de Ciências da Natureza (CN). Ela é oferecida pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH, Universidade de São Paulo, Brasil). A disciplina CN visa aumentar a alfabetização científica durante o

primeiro ano dos alunos de graduação (CORREIA et al., 2010). Mudança climática é um dos temas da disciplina CN. As discussões sobre esse tema envolvem as seguintes discussões: 1. Ambiente, ciência e tecnologia; 2. Ambiente e energia; 3. Mudanças climáticas e a mídia; 4. Política e economia no contexto das mudanças climáticas; e 5. Dispersão de poluentes gasosos na atmosfera. O resultado desejável das discussões envolvendo esse problema ambiental é promover a educação para a sustentabilidade (CORREIA et al., 2010). Os alunos passaram por um período de treinamento em MCs antes de realizarem as atividades envolvendo o tema das mudanças climáticas (CORREIA, INFANTE-MALACHIAS e GODOY, 2008).

Análise dos dados

Todas as proposições (n=518) dos MCs (n=41) foram analisadas, considerando-se como os alunos vinculam as categorias de conceitos relacionados ao Ambiente, Ciência e Tecnologia, Sociedade, Economia e Política. O procedimento de categorização das proposições está descrito em CORREIA et al. (2010). Os exemplos de conceitos que foram considerados para cada grupo foram destacados na Tabela 1.

Tabela 1. Exemplos de conceitos que foram classificados em cada categoria de análise: Ambiente, Ciência e Tecnologia, Sociedade, Economia, Política e Outros.

Categorias de conceitos	Exemplos
<i>Ambiente</i>	<ul style="list-style-type: none">Mudanças climáticas, efeito estufa, poluição, ambiente, desequilíbrio ambiental, aquecimento global, emissão de gases.
<i>Ciência /Tecnologia</i>	<ul style="list-style-type: none">Desenvolvimento científico-tecnológico, inovações tecnológicas, ciência, tecnologia, desenvolvimento tecnológico, cientistas.
<i>Sociedade</i>	<ul style="list-style-type: none">Crescimento populacional, sociedade, sociedade sustentável, ação humana, mobilização humana.
<i>Economia</i>	<ul style="list-style-type: none">Economia, consumo, consumo exagerado, prejuízos econômicos, força econômica, maus investimentos.
<i>Política</i>	<ul style="list-style-type: none">Relevância política, empecilho político, negociação política.
<i>Outros</i>	<ul style="list-style-type: none">Globalização, revolução industrial, projetos, futuro, países, urgência, impasses.

Para analisar as proposições, utilizamos uma matriz de correlação para representar todas as relações possíveis entre as categorias de conceitos, visando à abordagem interdisciplinar do tema das mudanças climáticas. Essa análise contemplou uma descrição quantitativa das relações entre os conceitos. A análise das categorias de conceitos envolveu 41 matrizes de correlação, elaboradas a fim de extrair informações para essa análise de dados. A diagonal dessa matriz indica a integração entre conceitos vinculados a mesma categoria de conceitos, enquanto os campos não diagonais indicam a integração entre conceitos de categorias diferentes.

Resultados e Discussões

As proposições (n=518) foram analisadas considerando a totalização dos valores obtidos na diagonal das matrizes (n=171) e nos campos não diagonais (n=347). A Tabela 2 apresenta o número de conceitos e porcentagens para todas as relações entre as categorias (Tabela 1).

Tabela 2. Número de conceitos e porcentagem para as relações entre as categorias relacionadas a Ambiente (A), Ciência e Tecnologia (CT) Sociedade (S), Economia (E), Política (P) e Outros (O).

	A	CT	S	E	P	O
A	123(23,7%)	–	–	–	–	–
CT	41(7,9%)	8(1,5%)	–	–	–	–
S	96(18,5%)	20(3,9%)	27(5,2%)	–	–	–
E	14(2,7%)	10(1,9%)	17(3,3%)	0(0,0%)	–	–
P	2(0,4%)	0(0,0%)	4(0,8%)	1(0,2%)	0(0,0%)	–
O	74(14,3%)	20(3,9%)	39(7,5%)	7(1,4%)	2(0,4%)	13(2,5%)

A análise da diagonal (integração entre conceitos vinculados na mesma categoria) permite identificar que a categoria de conceitos Ambiente apresentou elevada frequência (23,7%), enquanto as categorias Economia e Política não apresentaram proposições. Valores baixos foram verificados para as relações diagonais nas categorias Sociedade (5,2%) e Ciência/Tecnologia (1,5%).

A análise dos campos não diagonais (integração entre conceitos de categorias diferentes) permite identificar que as relações entre as categorias Sociedade e Ambiente (18,5%) apresentaram o maior valor. Nesse caso, 12,5% das proposições apresentaram conceitos da categoria Sociedade como conceito inicial (Sociedade - termos de ligação → Ambiente); 6,0% das proposições apresentaram conceitos da categoria Ambiente como conceito inicial (Ambiente- termos de ligação → Sociedade). Isso pode ser explicado pelo fato de que o conceito “crescimento populacional” (categoria Sociedade) ter sido escolhido como o conceito inicial do MC. Os menores valores de frequência foram observados para as categorias de conceitos Economia e Política. Essas categorias apresentaram baixos valores de frequência para todas as relações estabelecidas entre os conceitos nos MCs.

Os resultados da Tabela 2 evidenciam o impacto das estratégias na elaboração de mapas conceituais propostas nesse trabalho. Os conceitos estimulados nas estratégias para elaborar MCs (Figura 2) e que foram discutidos pelo professor (desenvolvimento científico-tecnológico, mudanças climáticas, crescimento populacional) aparecem com maior frequência nos MCs. Por outro lado, os conceitos que não foram estimulados nas estratégias para elaborar MCs e que foram discutidos pelo professor (aspectos políticos e econômicos) aparecem em menor frequência.

Os MCs da Figura 3 ilustram baixa (Figura 3a) e alta (Figura 3b) relação entre o conhecimento científico e tecnológico e ao mesmo tempo, as influências sociais, econômicas e políticas para o tema das mudanças climáticas.

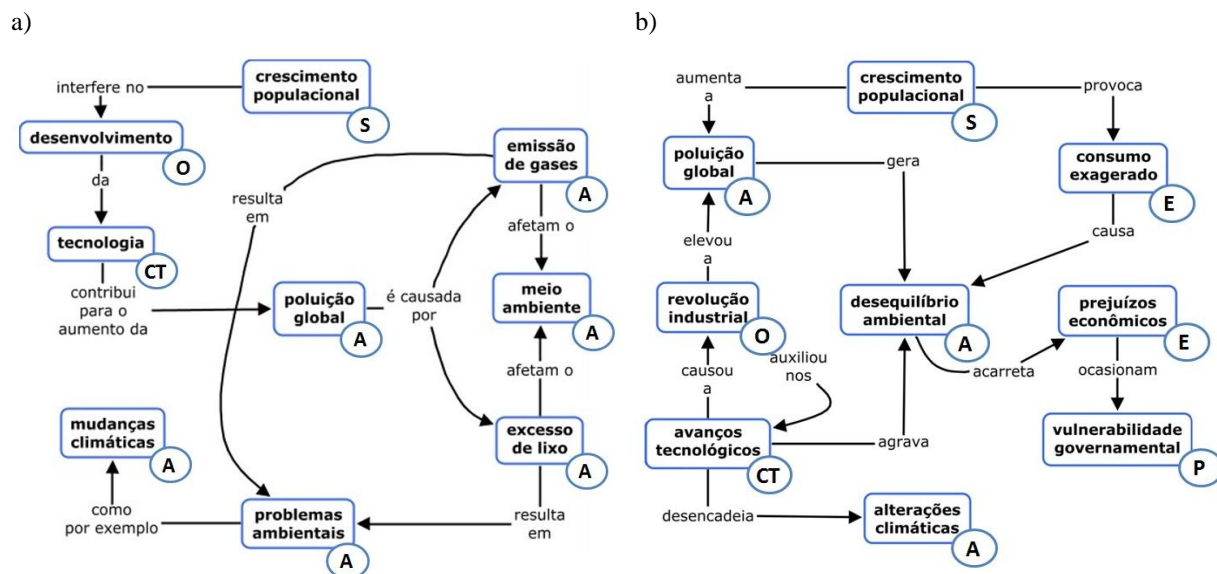


Figura 3. MCs com (a) baixa e (b) alta relação entre as categorias de conceitos: Ambiente (A) Ciência e Tecnologia (CT), Sociedade (S), Economia (E), Política (P) e Outros (O).

O MC da Figura 3a apresentou conceitos oriundos das categorias: Ambiente, Sociedade, Ciência e Tecnologia (estimulados nas estratégias para elaborar mapas conceituais) e Outros. Esse MC não apresenta as categorias Economia e Política (não estimuladas nas estratégias para elaborar MCs). Além disso, o aluno que elaborou esse MC não respondeu adequadamente a pergunta focal do MC ao abordar problemas ambientais (excesso de lixo) que tem pouca relação com as mudanças climáticas. As relações presentes nesse MC indicam baixa articulação entre as diferentes áreas do conhecimento. O MC da Figura 3b apresentou relações entre o conhecimento científico e tecnológico e ao mesmo tempo, as influências sociais, econômicas e políticas para o tema das mudanças climáticas (conceitos estimulados e não estimulados nas estratégias para elaborar MCs). As relações são potenciais indicadores da habilidade desse aluno de pensar criticamente no contexto da educação para sustentabilidade, a partir da habilidade de considerar o todo para entender as partes como descrito na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 2008).

Considerações finais

O planejamento instrucional é importante para o uso adequado dos MCs na sala de aula, já que eles não estimulam o pensamento crítico quando utilizados de forma ingênua. Nós acreditamos que as estratégias para elaborar MCs, a fim de estimular o pensamento crítico são promissoras para ajudar o professor a refletir sobre as suas opções instrucionais. Esse trabalho apresenta estratégias para elaborar MCs a fim de estimular o pensamento críticos dos alunos no contexto educação para sustentabilidade, a partir delas, outros estudos devem ser feitos para verificar a validade dessa ideia nas diferentes áreas do ensino de ciências e nos diferentes níveis de escolaridade.

Agradecimentos

CNPq e FAPESP.

Referências

- BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Petrópolis: Vozes, 2008.
- COFFEY, J. W.; CARNOT, M. J.; FELTOVICH, P. J.; FELTOVICH, J.; HOFFMAN, R. R.; CAÑAS, A. J., et al. **A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support** (No. Technical Report submitted to the US Navy Chief of Naval Education and Training). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition, 2003.
- CORREIA, P. R. M.; INFANTE-MALACHIAS, M. E.; GODOY, C. E. C. From theory to practice: the foundations for training students to make collaborative concept maps. In: A. J. CAÑAS; J. D. NOVAK; REISKA, P.; AHLBERG, M. K. (Ed.). **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping. Tallin, Estonia**; Helsinki, Finlândia: OÜ Vali Press, 2008.
- CORREIA, P. R. M.; VALLE, B. X.; DAZZANI, M.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 7, p. 678-685, 2010.
- DAVIES, M. Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? **Higher Education**, v. 62, n. 3, p. 279-301, 2011.
- DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A. J. Concept maps: experiments on dynamic thinking. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 3, p. 448-465, 2007.
- MCCLUNE, B.; JARMAN, R. Critical reading of science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 6, p. 727-752, 2010.
- MEYER, J. H. F.; LAND, R. Threshold concepts and troublesome knowledge (2): epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. **Higher Education**, v. 49, n. 3, p. 373-388, 2005.
- MILLER, J. D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.
- NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**, NY: Routledge, 2010.
- THOMAS, I. Critical Thinking, Transformative Learning, Sustainable Education, and Problem-Based Learning in Universities. **Journal of Transformative Education**, v. 7, n. 3, p. 245-264, 2009.
- TSUI, L. Fostering critical thinking through effective pedagogy: Evidence from four institutional case studies. *The Journal of Higher Education*, v. 73, n. 6, p. 740-763, 2002.
- WIEMAN, C. Science education for the 21st century; A scientific approach to science education. **AIP Conference Proceedings**, p. 19-28, 2007.