

# **Aprendizagem Baseada em Investigação integrada às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências: uma revisão da literatura**

## **Inquiry Based Learning integrated to Digital Information and Communication Technologies in Science Teaching: a literature review**

**Gabriela Girão de Albuquerque**

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Centro Universitário de Volta Redonda (UNIFOA)  
gabbio14@gmail.com

**Rafaela Ferreira dos Santos**

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
rafiferreira22@gmail.com

**Taís Rabetti Giannella**

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
taisrg@yahoo.com.br

### **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo analisar as diferentes abordagens de Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) utilizadas no Ensino de Ciências e o papel das TDIC nestas experiências. A partir da realização de uma revisão de literatura internacional no Portal de Periódicos da CAPES, foram selecionados 17 artigos. Com a análise dos artigos, foram identificadas as seguintes abordagens da ABI: Autêntica (n=9); Guiada (n=4), Metacognitiva (n= 3) e Sociocientífica (n=1). O papel atribuído às TDIC nestes artigos foi: Contextualização de Conteúdos (n= 17); Recurso de Comunicação (n = 17); Ferramenta de Visualização/Manipulação (n= 17); Ferramenta de Comunicação (n = 12) e Kit de Construção (n =7 ). A análise reforça o potencial da ABI integrada às TDIC especialmente na contextualização de conteúdos a partir de visualizações e simulações, que auxiliam na construção e na representação de conhecimento.

**Palavras chave:** Aprendizagem Baseada em Investigação, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, Ensino de Ciências.

### **Abstract**

This work aims to analyze the different approaches of Research - Based Learning (ABI) used in Science Teaching and the role of TDIC in these experiments. Based on a review of the international literature in the Portal of Periodicals of CAPES, 17 articles were selected. With the analysis of the articles, the following ABI approaches were identified: Authentic (n = 9); Guided (n = 4); Metacognitive (n = 3); Sociocientific (n = 1). The role attributed to TDICs in these articles was: Contextualization of Contents (n = 17); Communication Resource (n = 17); Visualization / Manipulation Tool (n = 17); Communication Tool (n = 12); Construction Kit (n = 7). In this sense, the analysis shows the potential of ABI integrated to the TDIC in the context of contents from visualizations and simulations, which help in the construction and representation of knowledge.

**Key words:** Inquiry-Based Learning, Digital Information and Communication Technologies, Science Teaching.

## Introdução

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) integram grande parte das atividades de nosso cotidiano, recebendo cada vez maior atenção do campo educacional pelo seu potencial de geração, difusão e compartilhamento de múltiplas formas de representação do conhecimento (COLL e MONEREO, 2010).

No Ensino de Ciências (EC), diversos autores discutem as possibilidades de integração das TDIC, como forma de superar problemas educativos desta área, tais como a dificuldade de lidar com a acelerada produção/difusão do conhecimento científico e o desafio de ensinar/aprender fenômenos complexos, abstratos e de difícil visualização (LINN, 2004; LUEHMANN & FRINK, 2012).

No entanto, propostas de integração de TDIC que visem a melhoria da qualidade dos processos de ensino-aprendizagem, devem estar situadas em discussão mais ampla sobre formação/educação, em que se inclui o papel de professores e alunos e as metodologias adotadas (KENSKI; MORAN, 2008).

No campo do EC, a partir de uma orientação de base construtivista, diferentes metodologias de ensino-aprendizagem vêm sendo desenvolvidas e analisadas, tendo como objetivo promover uma aprendizagem ativa e autônoma, fortalecendo o pensamento crítico e investigativo (MORTIMER, 2002; QUEIROZ, 2000). Neste contexto, a Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) ganha destaque, apresentando resultados positivos em diferentes pesquisas da área (FLICK & LEDERMAN, 2006; SALIH, 2004).

Nesta abordagem, os estudantes são envolvidos em atividades investigativas por meio da apresentação de situações problema em que devem aplicar os procedimentos científicos que levem a conclusões suportadas por argumentos fundamentados (BLESSINGER & CARFORA, 2014). Estimula-se que os alunos criem perguntas, pesquisem informações, estruturem e conduzam a investigação, analisem os dados, elaborarem conclusões e comuniquem os resultados (NRC, 1996). No entanto, é importante que o estudante se mantenha em estado reflexivo para que compreenda a natureza do trabalho científico em que está envolvido. A alternância entre o fazer e o refletir é que proporciona aos estudantes as habilidades de investigação, bem como um melhor entendimento sobre o que está desenvolvendo. Em outras palavras, o intuito é que os estudantes aprendam a fazer a investigação, bem como aprendam sobre a investigação (FLICK & LEDERMAN, 2006).

Em uma revisão da literatura sobre o uso de TDIC no EC, Ramos et al (2010) identificaram a

ABI como a abordagem mais utilizada dentre os trabalhos analisados, destacando seu potencial em relação aos problemas educativos recorrentes nesta área: desmotivação para aprendizagem de ciências e descontextualização dos conteúdos científicos. Nesta mesma revisão, pode-se observar a existência de diferentes abordagens da metodologia de ABI, assim como formas de integração das TDIC, de acordo com os objetivos pedagógicos.

Neste sentido, tendo em vista o uso crescente da ABI, este trabalho apresenta uma revisão da literatura que buscou identificar as suas diferentes abordagens no EC, assim como o papel atribuído às TDIC nestas experiências.

## Metodologia

Neste trabalho, foi realizada uma revisão sistemática da literatura e o levantamento e a análise dos artigos foram orientados por duas questões: (1) Que tipos de abordagens são utilizados na ABI integrada às TDIC? e (2) Qual é o papel pedagógico das TDIC na ABI?

A busca por artigos foi realizada por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no campo “busca avançada”, restringindo-se o período dos últimos cinco anos.

Os termos utilizados para a busca de artigos foram: computer based inquiry; web based inquiry; technology based inquiry; Internet based inquiry; computer supported inquiry learning. Excluindo os títulos repetidos, foram encontrados 117 artigos.

Como critérios de inclusão de artigos para esta pesquisa foram estabelecidos que os estudos deveriam apresentar resultados de pesquisas empíricas com a utilização de atividades investigativas baseadas em tecnologias, das áreas de ciências ou ciências da saúde. Após uma análise inicial constatou-se que 17 artigos cumpriam estes critérios.

Para a análise dos textos, todos os artigos foram lidos na íntegra para possibilitar a identificação das abordagens de ABI e o papel das TDIC nestas experiências.

Para a análise das abordagens de ABI, foi utilizada a classificação adotada por Ramos et al (2010): “Investigação Científica Autêntica”, focada no fazer ciência e reproduzir o modo e as etapas do processo de pesquisa científica (SQUIRE, 2007); “Investigação Sociocientífica”, focada no desenvolvimento da alfabetização científica dos alunos por meio da resolução de questões sociais relevantes (BARAB et al, 2007); “Investigação Guiada ou Mediada”, em que o professor ocupa papel chave no processo investigativo (KONG et al, 2009); e desenvolvimento da “Metacognição”, onde se prioriza que o aluno adquira consciência sobre o seu aprendizado, permitindo que se autoavale (COTNER et al. 2008).

Para a identificação do papel das tecnologias na ABI, foi utilizada a classificação proposta por BARAB et al (2003): Recurso de Informação, Ferramenta de Comunicação, Contextualização de Conteúdos, Kit de Construção (criação de artefatos que permitam a construção e/ou representação dos fenômenos estudados) e Ferramenta de Visualização/Manipulação.

## Resultados e discussão

O quadro 1 apresenta, em ordem alfabética, as referências dos 17 artigos selecionados para análise e seus respectivos códigos usados ao longo do texto.

Autor(es)	Vol/Nr/Ano	Periódico	Cód
-----------	------------	-----------	-----

Basu et al.	45/1/2015	Research in Science Education	A1
Chang	41/1/2013	Instructional Science	A2
Chang et al.	50/7/2013	Journal of Research in Science Teaching	A3
Donnelly et al.	53/9/2016	Journal of Research in Science Teaching	A4
Hsu et al.	1/1/2016	Computers in Human Behavior	A5
Levy	22/1/2013	Journal of Science Education and Technology	A6
Raes	63/1/2015	Educational Technology Research and Development	A7
Raes et al.	92/1/2016	Computers & Education	A8
Raes et al.	58/1/2016	Computers in Human Behavior	A9
Raes et al.	59/1/2012	Computers & Education	A10
Ryoo et al.	49/2/2012	Journal of Research in Science Teaching	A11
Ryoo et al.	53/7/2016	Journal of Research in Science Teaching	A12
Ryoo et al.	51/02/2014	Journal of Research in Science Teaching	A13
Sun et al.	17/4/2014	Educational Technology & Society	A14
Varma et al.	21/1/2012	Journal of Science Education and Technology	A15
Visintainer et al.	24/1/2015	Journal of Science Education and Technology	A16
Williams et al.	74/1/2012	The American Biology Teacher	A17

Quadro 1: Artigos selecionados para análise

Inicialmente, vale destacar que, de uma maneira geral, todos os artigos problematizam os desafios do EC a partir de um problema educativo comum: a complexidade dos conteúdos, que são abstratos, de difícil visualização/compreensão e dependem de uma rede integrada de conhecimentos.

Dessa forma, reforçando a literatura da área, os artigos analisados criticam os modelos tradicionais de se ensinar ciências, pautados na memorização de informações, geralmente desintegradas e fragmentadas. Propõem, portanto, a ABI integrada às TDIC como uma possível abordagem alternativa, por ser uma estratégia que tem como proposta transformar o papel do aluno no processo de construção do conhecimento, que passa a formular perguntas e direcionar mais ativamente as formas de respondê-las (com levantamento, análise, interpretação e compartilhamento/debate de informações diversas) (PEDASTE et al, 2015). Os autores defendem a importância da participação do aluno nas etapas de investigação para que, a partir de uma situação problema contextualizada e com a realização de diferentes tarefas, ele possa construir seu conhecimento.

A seguir são apresentados os resultados das análises referentes às abordagens de ABI e ao papel das tecnologias quando integradas às atividades de investigação.

### **Abordagens de Aprendizagem Baseada em Investigação**

Nove artigos tiveram como enfoque a “Investigação Científica Autêntica” (A1, A3, A4, A6,

A7, A11, A13, A15, A17), defendendo a ABI como abordagem para o ensino não apenas de determinados conteúdos, mas do modo de fazer e constituir o pensamento científico. De uma maneira geral, nestes trabalhos as atividades eram dispostas em etapas comuns ao processo de investigação científica: 1- Orientação (contextualização do tema), 2- Conceitualização (onde pode haver questionamento e geração de hipóteses), 3- Investigação (compreendida por exploração ou experimentação e interpretação de dados) e Conclusão (fase final). Como discutem Pedaste et al (2015), a fase de Discussão (que inclui comunicação e reflexão) está potencialmente presente ao longo de toda a ABI e se conecta a todas as outras fases, porque pode ocorrer a qualquer momento (discussão em ação) ou mesmo ao final da atividade (discussão sobre a ação). Um exemplo deste enfoque de ABI é visto no trabalho de Ryoo & Linn (2012) (A11), onde foram utilizados diferentes tipos de animações dinâmicas com a temática fotossíntese para que os alunos, a partir das diferentes fases da investigação científica citadas acima, pudessem articular o processo de transformação de energia no contexto das reações químicas durante a fotossíntese.

Destaca-se que as demais abordagens de ABI, apresentadas a seguir, também contam com atividades dispostas em fases de investigação. No entanto, de maneira diferente da abordagem da “Investigação Científica Autêntica”, o enfoque central não é o do desenvolvimento do raciocínio científico.

Quatro artigos apresentaram a abordagem da “Investigação Guiada ou Mediada” (A2, A8, A12 e A14). A problemática destes trabalhos centrava-se na ideia de que “o professor ocupa um lugar chave na condução do processo investigativo, devendo propor questões, prover materiais e oferecer sugestões aos alunos sobre o que observar” (RAMOS et al, 2010, p. 87). Criticam os trabalhos que sobrevalorizam as TDIC, sem se preocupar com o papel central do professor em todas as fases da atividade de investigação, que devem ser enriquecidas com provocações, orientações e explicações (SUN et al, 2014 - A14). Como apontam Ryoo & Linn (2016) (A12), as orientações fornecidas aos alunos à medida que eles integram múltiplas ideias sobre conceitos científicos complexos são fundamentais durante a ABI. Segundo os autores, essas orientações auxiliarão os alunos a usar a evidência coletada durante a atividade de investigação para distinguir as novas ideias de seus conhecimentos prévios, promovendo a compreensão coerente de conceitos científicos complexos.

A ABI com enfoque no desenvolvimento da "Metacognição" foi identificada em três artigos (A5, A9 e A10). Ramos et al (2010) propõem esta categoria baseando-se no trabalho de Cotner et al. (2008) que destacam a importância de os alunos desenvolverem habilidades de auto-aprendizagem, em sua formação como cidadãos. Nestes artigos há um consenso de que os alunos têm dificuldade em regular sua aprendizagem, bem como realizar atividades metacognitivas espontaneamente. Assim, sugerem que a realização de atividades de investigação que contam com a atuação colaborativa entre os alunos e o suporte do professor, podem auxiliar o desenvolvimento de habilidades para a resolução dos problemas propostos. Segundo Brand-Gruwel et al (2009), algumas habilidades desenvolvidas durante a resolução de problemas, na atividade de investigação, são: definir o problema da atividade; pesquisar a informação; examinar a informação; processar a informação e organizar e apresentar a informação. Nos artigos analisados, os autores sugerem que o desenvolvimento de habilidades como estas possibilitam ao aluno momentos de reflexão, para pensar na atividade que está sendo realizada e no por que de estar sendo realizada e isso pode favorecer a gestão de sua aprendizagem.

A abordagem de "Investigação Sociocientífica" foi encontrada em um artigo (A16). Neste caso, o enfoque central não residia na aprendizagem de fatos relacionados a um conteúdo específico, mas no desenvolvimento de habilidades/competências/attitudes para compreender/resolver problemas socialmente relevantes. No artigo de Visintainer et al (2015)

(A16), foram estudados (pelas diferentes fases da ABI descritas acima) os aspectos naturais e antropogênicos responsáveis pelo aquecimento global. O enfoque foi no aprofundamento de como as ações humanas envolvendo o uso de energia contribuem para o aquecimento global. Como discutem Barab et al (2003), na ABI sociocientífica, espera-se que os alunos percebam a complexidade envolvida nos inúmeros processos de tomada de decisão, que integra questões científicas, éticas, econômicas, políticas e sociais.

### **Papel das TDIC na Aprendizagem Baseada em Investigação**

Dentre os artigos analisados, todos destacaram a importância das tecnologias como “Recurso de Informação”, no sentido de criar possibilidades para que o aluno busque as informações necessárias para realizar a atividade construindo seu conhecimento. Giannella (2007) discute que as tecnologias possibilitam ao aluno maior liberdade para buscar e consultar informações para resolver problemas, de acordo com seu nível, necessidade e interesse de aprofundamento no conteúdo. Somado a isso, para este uso das tecnologias como “Recurso de Informação”, é citado em 12 artigos (A2-A4, A7, A8, A10-A16) a importância de os professores fornecerem instruções aos alunos para que compreendam como devem buscar informações pertinentes à realização da atividade. Este aspecto também é apontado na descrição dos usos das tecnologias feita por Barab et al (2003). Como discutem Brand-Gruwel et al (2009), a habilidade de pesquisa e interpretação de informações é central na ABI e pode ser potencializada pelos inúmeros recursos das TDIC.

Todos os artigos analisados apresentam a “Contextualização de Conteúdos” como um dos papéis desempenhados pelas tecnologias. Esta categoria é discutida por Barab et al (2003) no sentido de que as tecnologias podem possibilitar a apresentação do conteúdo contextualizado em múltiplas perspectivas, como por exemplo, matérias de jornais com casos reais, vídeos, simulações, imagens. No estudo de Basu et al (2015) (A1) foi criado um ambiente virtual de aprendizagem para minimizar as dificuldades de entendimento dos alunos sobre as relações entre indivíduos, populações e espécies no ecossistema. Foram utilizadas diferentes formas de representação contextualizada do conteúdo, por exemplo, uma simulação dinâmica que mostra o comportamento dos vários elementos no ecossistema, gráficos da população total de cada espécie ao longo do tempo, recursos textuais e mapas causais permitindo aos alunos identificar a interdependência entre os elementos do ecossistema como relações causa-efeito. Todos os artigos desta categoria mencionam ao menos uma utilização das tecnologias para este propósito, sendo as visualizações dinâmicas a forma mais empregada para contextualizar o conteúdo.

O papel das tecnologias como “Ferramenta de Visualização/Manipulação” também foi identificado em todos os artigos analisados. Barab et al (2003) apresentam a “Ferramenta de Visualização/Manipulação” como possibilidade de tornar mais concretos e de melhor entendimento os conteúdos considerados abstratos e complexos. Nesta categoria todos os artigos defenderam o uso de visualizações (principalmente as dinâmicas) dando ênfase às simulações que possibilitam um determinado fenômeno ser explorado. Ryo & Linn, (2014) (A13) defendem que as visualizações vão para além de permitir a simples observação de fenômenos considerados “não observáveis” já que estas possibilitam um empoderamento dos aprendizes no sentido de visualizar e analisar dados pela transformação e comunicação das múltiplas representações deste fenômeno. Essa interatividade possibilitada pelas visualizações permite que os alunos dirijam sua aprendizagem (encorajando a aprendizagem ativa) (CHANG, 2013). No entanto, nos artigos analisados (A2-A4, A7, A8, A10-A16) os autores também defendem que o uso das visualizações deve ser acompanhado por orientações do professor para que alunos possam distinguir as novas ideias apresentadas na visualização de suas ideias prévias.

Em relação ao papel das tecnologias como “Ferramenta de Comunicação”, 12 artigos (A2, A3, A7-A16) citam a importância da comunicação entre os alunos, realizada com o auxílio das tecnologias, para que dessa forma trabalhem em conjunto para negociar metas, tarefas, práticas e significados. A atribuição de significados (interpretação) ao conteúdo estudado, em uma atividade em que os alunos se comunicam, possibilita que estes cooperem entre si e obtenham melhor entendimento do que estão estudando (KAARTINEN & KUMPULAINEN, 2002; RYOO & LINN, 2014 – A13). No trabalho de Sun et al (2014) (A14) foi elaborado um ambiente virtual de aprendizagem denominado “CSI - Collaborative Science Inquiry” (Investigação Científica Colaborativa) onde haviam espaços para comunicação entre os alunos por meio de Chats e ambientes de trabalho compartilhados. Os autores defendem que estes espaços de comunicação permitiram aos alunos a co-construção, a revisão e reestruturação da atividade realizada, com o intuito de fortalecer o entendimento do conteúdo estudado por meio de processos de colaboração e interação.

O papel das tecnologias como “Kit de Construção” foi identificado em sete artigos (A1, A4, A11-A14, A16). Esta categoria prevê a possibilidade de que as tecnologias forneçam ferramentas para a construção e/ou representação dos fenômenos estudados, como por exemplo, elaboração de esquemas, mapas, vídeos, figuras, etc. Os artigos analisados discutem que nas etapas finais da atividade de investigação os alunos construíram algum tipo de artefato que deveria ser apresentado aos colegas. No trabalho de Sun et al (2014) (A14), por exemplo, como uma das etapas finais da atividade de investigação os alunos deveriam criar esquemas virtuais que representassem um processo de difusão e osmose. O intuito era avaliar a compreensão conceitual desenvolvida pelos alunos já que estavam aplicando o conhecimento a novos contextos. Os artigos analisados justificaram esta etapa como importante processo para fortalecer o entendimento do conteúdo estudado.

## Conclusões

Nesta revisão de literatura, constatou-se que nos artigos analisados há uma crítica a modelos prescritivos e transmissivos de ensino de ciências e um avanço para abordagens mais centradas no aluno, como a ABI, em que espera-se que estes se envolvam na resolução de problemas em processos de investigação. Os artigos reforçam que esta abordagem pode ser potencializada por TDIC que facilitam o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem ricos voltados para a exploração e a descoberta, apoiando os alunos na construção de conhecimento.

No presente artigo, foram apresentadas as abordagens de ABI, bem como o papel atribuído às TDIC nestas experiências.

Em relação às abordagens de ABI, a Investigação Científica Autêntica foi a mais recorrente nos artigos analisados, o que pode estar vinculado ao fato de ser a perspectiva original desta metodologia. Como afirmam Blessinger & Carfora, (2014), a ABI surge como proposta para reforçar a oportunidade de alunos vivenciarem a realidade das etapas do método científico. No entanto, outras abordagens também foram encontradas nos artigos analisados. No que diz respeito aos conteúdos ensinados, a Investigação Sociocientífica, proposta em um dos artigos, chama a atenção para a necessidade de a educação em ciências extrapolar os conteúdos científicos e abordar questões socialmente relevantes, em prol de uma formação cidadã. Destaca-se, também, as abordagens da Investigação Guiada e da Investigação com enfoque na Metacognição, por sua preocupação com o papel docente e com a importância do desenvolvimento de habilidades de auto-aprendizagem, respectivamente.

Em relação ao papel das TDIC na ABI, foram identificados diferentes potencialidades tendo

como base o objetivo da atividade realizada no processo de investigação científica. Todos os trabalhos exploraram as TDIC como Recurso de Informação. No entanto, vale destacar que, de uma maneira geral, as propostas visavam um papel ativo na coleta, sistematização e análise destas informações, diferente das formas usuais centradas no professor como fonte de conteúdo. E, neste sentido, o papel de Recurso de Informação esteve associado ao potencial de Contextualização do Conteúdo, especialmente a partir de Ferramentas de Visualização/Manipulação, também encontrados em todos os trabalhos. Assim, as TDIC ofereciam apoio na forma de experimentação virtual ou manipulação de modelos e na forma de simulações on-line de fenômenos teóricos ou não observáveis. O papel das TDIC como Ferramenta de Comunicação também foi adotado na maioria dos trabalhos (n=16), por meio de interações virtuais com redes de conhecimento fora da sala de aula. Por fim, destaca-se o potencial dos Kits de Construção, favorecendo a atuação do alunos como designers de recursos informacionais, processo no qual podem aprofundar os conteúdos trabalhados experimentando o desenvolvimento e a publicação de produtos concretos.

Os resultados apresentados nesta revisão, assim como em diversos trabalhos do campo, reafirmam a perspectiva da íntima relação entre conteúdos de ensino, abordagens pedagógicas e papel das TDIC (KOEHLER E MISHRA, 2006), uma das questões chave a ser levada em consideração no planejamento de atividades educativas mediadas pelas TDIC.

## Agradecimentos e apoios

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES

## Referências

- BARAB, S. A., LUEHMANN, A.; L. Building Sustainable Science Curriculum: Acknowledging and Accommodating Local Adaptation. **Science Education**, v. 87, n. 4, 2003.
- BARAB, S.A.; SADLER, T.D.; HEISELT, C.; HICKEY, D.; ZUIKER, S. Relating narrative, inquiry, and inscriptions: supporting consequential play. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, 2007.
- BASTOS, F.; NARDI, R. ; DINIZ, R. E. S.; CALDEIRA, A. M. A . Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem de Ciências: revisitando os debates sobre Construtivismo. In: Roberto Nardi; Fernando Bastos; Renato Eugênio da Silva Diniz. (Org.). **Pesquisa em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores**. 1ed.São Paulo: Escrituras Editora, 2004.
- BLESSINGER, P.; CARFORA. Innovative approaches in teaching and learning: an introduction to inquiry-based learning for faculty and institutional development. In BLESSINGER, P.; CARFORA, J. M. **Inquiry-Based Learning for faculty and institutional development: a conceptual and practical resource for educators**, Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited, 2014.
- BRAND-GRUWEL, S.; WOPEREIS, I.; WALRAVEN, A. A descriptive model of information problem solving while using internet. **Computers & Education**, v. 53, n. 4, 2009.
- CHANG, H. Y. Teacher guidance to mediate student inquiry through interactive dynamic visualizations. **Instr Sci**, v. 41, 2013.
- CHANG, H. Y.; LINN, M. C. Scaffolding learning from molecular visualizations. **J Res Sci**



**Teach**, v. 50, 2013.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Artmed Editora, 2010.

COTNER, S.H.; FALL, B.A.; WICK, S.M.; WALKER, J.D; BAEPLER, P.M. Rapid Feedback assessment methods: can we improve engagement and preparation for exams in large-enrollment courses? **Journal of Science Education and Technology**, v. 17, 2008.

FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. **Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education**, The Netherlands: Springer, 2006.

GIANNELLA, T. R. **Inovações no ensino das ciências e da saúde: Pesquisa e Desenvolvimento da Ferramenta Constructore e do Banco Virtual de Neurociência**. 2007. 315f. Tese (Doutorado em Educação, Difusão e Gestão em Biociências). Rio de Janeiro: IBqM-UFRJ. 2007.

KAARTINEN, S., & KUMPULAINEN, K. Collaborative inquiry and the construction of explanations in the learning of science. **Learning and Instruction**, v. 12, n. 2, 2002.

KENSKI, V. M. et al. Educação e comunicação: interconexões e convergências. **Educação & Sociedade**, v. 29, n. 104, 2008.

KONG, S.C.; YEUNG, Y.Y.; WU, X.Q. An experience of teaching for learning by observation: remote-controlled experiments on electrical circuits. **Computers & Education**, v. 52, 2009.

LINN, M. C.; DAVIS, E. A.; BELL, P. Inquiry and technology. **Internet environments for science education**, 2004.

LUEHMANN, A.; FRINK, J. Web 2.0 technologies, new media literacies, and science education: Exploring the potential to transform. In: **Second international handbook of science education**. Springer Netherlands, 2012.

MCNEILL, K. L. Explanation, argument and evidence in science, science class and the everyday lives of fifth grade students. **Annual meeting of the National Association for Research in Teaching**, Philadelphia, PA. 2010.

MISHRA, P., KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, 2006.

MORAN, José Manuel. **Mudanças profundas e urgentes na educação**. Artigo disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/profundas.htm>-Acessado em: 21.12.17

MORTIMER, E. F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **National Science Education Standard**. Washington, DC: National Academy Press. 1996.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review** v. 14, 2015.

QUEIROZ, G. **Professores artista-reflexivos de Física no Ensino Médio**. 330f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2000.

RAMOS, P.; GIANNELLA, T. G; STRUCHINER, M. A Pesquisa Baseada em Design em Artigos Científicos Sobre o Uso de Ambientes de Aprendizagem Mediados Pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino de Ciências. **Alexandria**, v.3, n.1, 2010.

SALIH, A. T. E. Ş. The Effects of Inquiry Based Instruction on the Development of Integrated Science Process Skills in Trainee Primary School Teachers with Different Piagetian Developmental Levels. **Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, v. 24, n. 3, 2004.

SCHEITER, K.; GERJETS, P.; VOLLMANN, B.; & CATRAMBONE, R. The impact of learner characteristics on information utilization strategies, cognitive load experienced, and performance in hypermedia learning. **Learning and Instruction**, v. 19, n. 5, 2009.

SQUIRE, K.D.; JAN, M. Mad City Mystery: developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 5-29, 2007.