

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ROBERTO CAMPOS FROSSARD**

**TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO NO**  
**ENSINO DE FÍSICA: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS**

**BELO HORIZONTE**

**2013**

**ROBERTO CAMPOS FROSSARD**  
**TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE**  
**FÍSICA: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS**

Monografia apresentada ao Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (CECIMIG/FAE/UFMG) como exigência parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Carlos Eduardo Porto Villani

**BELO HORIZONTE**

**2013**

**ROBERTO CAMPOS FROSSARD**

**TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE  
FÍSICA: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS**

Monografia apresentada ao Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (CECIMIG/FAE/UFMG) como exigência parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Carlos Eduardo Porto Villani

Aprovado pelos membros da banca examinadora em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_, com menção  
\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Banca Examinadora

---

---

**BELO HORIZONTE**

**2013**

Dedico este trabalho àqueles que amo...

À minha esposa Flávia, à minha mãe Terezinha e ao meu irmão Emilio, que sempre me forneceram apoio incondicional em todos os momentos e permitiram que todo o meu potencial fosse explorado, tornando possível a conquista de concluir com sucesso mais esta Pós Graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por permitir que eu tivesse força para iniciar várias atividades em paralelo e concluí-las com sucesso. Espero que algum dia os homens consigam enxergar que ciência e religião podem e devem andar juntas, complementando a compreensão de todas as Obras de Deus.

Agradeço os ensinamentos compartilhados com todos os professores da UFMG, em especial os da FAE, que participaram dessa caminhada e, ainda que distantes, apontaram o caminho a ser seguido. Agradeço em especial ao Prof. Carlos Eduardo Porto Villani, meu orientador, pelo seu brilhantismo, maestria na orientação, paciência e confiança no meu trabalho. Não fosse por seu incomensurável apoio, dificilmente teria conseguido concluir com sucesso este trabalho.

Agradeço de maneira insofismável aos colegas de trabalho, irmãos de arma da Força Aérea Brasileira, que em muito contribuíram com este trabalho. Aos meus chefes, pela compreensão e anuência em momentos de “aperto”.

Aos meus chefes do CIAAR, aos meus companheiros de seção e ao Coordenador Alessandro da Faculdade Pitágoras; agradeço por confiarem em mim, pelo apoio prestado e por permitirem um espaço para dedicar-me à produção científica deste trabalho. Também enalteço as palavras de incentivo, sempre me impulsionando para que se pudesse explorar todo o meu potencial.

De maneira mais geral, a todos os amigos, que estiveram juntos a mim nesta caminhada.

Por fim, mais uma vez externo meus sinceros agradecimentos, de coração, à minha esposa Flávia, estrela de luz do meu caminho e felicidade da minha vida, que muitas vezes se absteve de seus planos para me apoiar, sempre acreditando que eu posso cada vez mais. À minha mãe, que desde o início acreditou em mim, mesmo quando eu mesmo às vezes já não acreditava, sempre me abençoando com suas orações e seu carinho materno. Ao meu irmão, que me deu enorme apoio em todas as minhas empreitadas, possibilitando as coisas acontecerem e sempre dando sábios conselhos sobre tudo.

“Os computadores são incrivelmente rápidos, precisos e burros; os homens são incrivelmente lentos, imprecisos e brilhantes; juntos, seus poderes ultrapassam os limites da imaginação.”

*Albert Einstein*

“Quanto mais se aumenta a memória de um computador,  
mais se expande sua complexidade;  
quanto mais se aumenta a capacidade de amar de um ser humano,  
mais se aumenta sua simplicidade.”

*Augusto Cury*

## RESUMO

O trabalho versa sobre a pertinência do uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) como ferramentas no ensino de Física em uma perspectiva investigativa. Procurou-se identificar as diferentes perspectivas do uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação nos processos de ensino e de aprendizagem de Física, bem como as tendências que se apresentam, verificando o alcance, a pertinência e importância atribuída ao assunto por importantes pesquisadores da área de ensino de física. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura sobre o assunto, em especial a Revista Brasileira do Ensino de Física (Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 2). Como principal resultado, destacamos o potencial que as TICs possuem de contribuir para o desenvolvimento de estratégias e atividades de ensino, chamando a atenção para o fato de que, embora uma parte significativa dos artigos investigados tivesse como objetivo avaliar materiais instrucionais que fazem uso das TICs em aulas de Física, estas atividades estão se consolidando como um importante objeto de estudo das pesquisas da área com elevado potencial para que se possam desenvolver atividades de ensino em uma perspectiva de investigação científica.

Palavras-chave: Tecnologias da Informação e da Comunicação; Ensino de Física; Investigação Científica.

## **ABSTRACT**

The work concerns about the relevance of the use of Information and Communication Technologies (TICs) as tools in teaching Physics in an investigative perspective. We sought to identify the different perspectives of the use of Information Technology and Communication in the teaching and learning of physics, as well as trends that present themselves, checking the scope, relevance and importance given to the subject by important researchers in the field of physics teaching. To this end, we conducted a literature review about the subject, particularly the Brazilian Journal of Physics Teaching (Cad Bras. Ens. Fís., Vol. 29, n. 2 Special). As a main result, we emphasize the potential that TICs have to contribute to the development of strategies and teaching activities, calling attention to the fact that, although a significant part of the articles had investigated to evaluate instructional materials that make use of TICs in Physics classes, these activities are consolidated as an important object of study in studies on the field with a high potential for they can develop teaching activities from the perspective of scientific investigation.

Keywords: Information Technology and Communication, Physics Teaching, Scientific Investigation.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AE: Atividades Experimentais

ASC: Atividades Baseadas em Simulações de Computadores

AVM: Adaptação do Vê de Gowin para a Modelagem e simulações computacionais

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBEF: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

CCEF: Caderno Catarinense de Ensino de Física

CECIMIG: Centro de Ensino de Ciências e Matemática

EAD: Educação a Distância

FAE: Faculdade de Educação

OA G/MT: Objeto de Aprendizagem Graxaim/Máquinas Térmicas

TICs: Tecnologias da Informação e da Comunicação

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	10
1.1.A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA: INOVAÇÃO, TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO E A PERSPECTIVA DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NAS AULAS DE FÍSICA .....	10
1.2.OBJETIVO GERAL.....	13
1.3.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
2. O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA NUMA PERSPECTIVA DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA .....	14
3. AS NOVAS TICs E O ENSINO DE FÍSICA NUMA PERSPECTIVA DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA .....	17
4. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	21
5. RESULTADOS.....	24
6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

# 1. APRESENTAÇÃO

## 1.1. A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA: INOVAÇÃO, TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO E A PERSPECTIVA DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NAS AULAS DE FÍSICA

As recentes propostas de reforma da educação básica do sistema educacional brasileiro, comprometidas com a universalização do acesso ao ensino, trazem um conjunto de orientações que pretendem, entre outras coisas, entrar em sintonia com o mundo contemporâneo. Para isso, sugerem a revisão não apenas dos conteúdos escolares, mas também das práticas docentes.

A preocupação atual é pautada em um currículo que:

[...] promova no indivíduo, tanto em termos de desenvolvimento pessoal, quanto em termos do desenvolvimento social, quando ele poderá questionar e posicionar-se, por exemplo, quanto à hegemonia das nações que detêm o poder do conhecimento científico-tecnológico. (GRINSPUN, 1999, p. 28).

Ampliam-se os objetivos educacionais e se espera que os conhecimentos adquiridos na escola tenham sua pertinência para além dos seus muros. De modo geral, pode-se dizer que tal perspectiva é o que se vem chamando de um ensino por competências, ainda que se possa atribuir uma variedade de interpretações a esse termo.

Paralelamente, a escola parece estar sendo questionada quanto a sua capacidade de atender às expectativas dos alunos, incluindo-se as escolhas dos conteúdos a ensinar. Tornam-se cada vez mais comuns por parte desses alunos perguntas do tipo: “por que eu tenho que aprender isso?”. Essa atitude não apenas coloca em questão o que está sendo ensinado, como pode refletir certa ansiedade dos alunos quanto ao fato deles não terem claro que o projeto escolar poderá prepará-los para o que esperam encontrar quando concluírem a formação básica.

Nesse contexto, é desejável que haja inovação no ensino de todas as disciplinas e, particularmente, como no nosso caso, inovação no ensino de Física;

uma vez que tem potencial transformador e pode trazer benefícios diversos à educação. Inovação pode ser definida, inicialmente, a partir do Dicionário de Ciências Sociais:

[...] qualquer pensamento, comportamento ou coisa que é nova por ser qualitativamente diferente das formas existentes (apud BARNETT, 1953, p. 7).

Ou ainda,

[...] inovação é, por definição, um processo aleatório, jamais realizado de antemão, adotando uma trajetória que nada tem de linear, tanto menos que a lógica das funções de uma invenção não coincide necessariamente com a lógica de seus usos: o inventor pensa que aperfeiçoou um produto ou um novo processo para este ou aquele uso, quando, na verdade, as aplicações no mercado podem ser muito diferentes (SALOMON, 1991, p. 103).

É inegável o alcance, a presença e o potencial de inovação advindos da tecnologia na vida diária do homem contemporâneo. Desde a primeira revolução científica, a tecnologia tem se mostrado um importante componente e um dos mais poderosos motores da cultura. Entretanto, na medida em que há um avanço significativo na utilização da tecnologia e nas criações tecnológicas, pouco se tem refletido a respeito da sua da sua efetividade nas diferentes esferas sociais e, particularmente na esfera da educação.

Podemos citar o computador pessoal como o maior artefato tecnológico utilizado para promover mudanças na escola. Entretanto, conforme observado por Valente (1993), os computadores não podem mais ser vistos como o instrumento que ensina o aprendiz. Os computadores devem ser vistos como as ferramentas com as quais o aluno desenvolve algo e, portanto, como um dos recursos que incorporam conhecimento e perspectivas de ensino do professor e a partir dos quais o aprendizado pode ser alcançado, uma vez que, para aprender, o aluno precisa estar em um papel ativo diante do conhecimento.

Assim, na esfera educacional, computadores, projetores multimídia, quadros digitais e outros dispositivos tecnológicos, devem estar associados a um planejamento didático e, conseqüentemente a uma perspectiva de ensino, de tal forma a constituir

recursos mediacionais a partir dos quais a aprendizagem possa se efetivar. Neste contexto, devemos falar em um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum, ou seja, devemos falar das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs). Dedicamos a este tema o capítulo 3 desta monografia, onde apresentamos uma discussão mais detalhada a respeito destes recursos tecnológicos e do seu potencial para promover um ensino em uma perspectiva de ensino de ciências por investigação.

Com a popularização do acesso à internet, conquistada principalmente pela aquisição de dispositivos móveis e portáteis, os conteúdos trabalhados na escola, e em particular, nas salas de aula de Física tendem a deixar de ser atrativos em relação a esses “entes digitais”. Conectados às mais diversas redes sociais (orkut, facebook, etc.), os alunos tem outros interesses e aptidões diferentes de algumas décadas atrás; daí a necessidade de inovação para se adaptarem à nova realidade.

Neste sentido, a simples inserção de dispositivos modernos ou de recursos didáticos associados às novas TICs em salas de aula de Física não garantem, em princípio, a melhoria da qualidade do ensino oferecido aos alunos da sociedade pós-moderna. O saber científico, antes restrito aos livros e à educação tradicional, hoje permeia o mundo digital e online, com bibliotecas e conhecimentos difusos por toda a rede. Da mesma forma, a introdução das TICs nas aulas não garante as mudanças que os atores do cenário educativo clamam.

Diante desse novo contexto e da nova realidade posta a partir da presença das novas TICs na escola, muito se passou a ser pesquisado para se estabelecer relações entre o aprendizado dos conteúdos de disciplinas científicas, tais como a Física, e a utilização de ferramentas tecnológicas na escola. No ensino de Física, em especial, é notória a necessidade de abstração de muitos conceitos e relações matemáticas, que via de regra podem ser melhor entendidas quando visualizadas por meio de uma simulação computacional ou outro tipo de recurso advindo das TICs. Tamanha atenção dedicada ao assunto, a Revista Brasileira do Ensino de Física fez uma edição recente voltada somente para esse tema (Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 2), abordando as questões práticas, empíricas e teóricas de estudos na área.

Entretanto, para que o uso destas novas tecnologias possa contribuir para a melhoria da qualidade da educação, torna-se cada vez mais necessário investigarmos seu impacto ou, mais especificamente, seu potencial para a melhoria da qualidade da educação em Física e para isso devemos levar em consideração uma perspectiva de

ensino mais alinhada com uma proposta de inovação. Neste trabalho estaremos inseridos em uma perspectiva de ensino por “investigação”. Esta perspectiva de ensino é trabalhada no capítulo 2 desta monografia com mais detalhes.

Apesar de não haver um consenso na literatura com relação a esta perspectiva de ensino, Zômpero e Laburú (2011) apresentaram em seu trabalho que existem abordagens com pontos de convergência no que se refere às características para atividades investigativas. Entretanto, estes mesmos autores ressaltam que as diferenças nas abordagens dessas atividades têm proporcionado nomenclaturas diferentes para as chamadas atividades de investigação. Porém, em todos os casos, concorda-se que essas atividades são sempre baseadas em problemas que os alunos devem resolver e que esta proposta de ensino apresenta-se muito diferente da abordagem do ensino tradicional, no qual o professor tem a preocupação de desenvolver uma lista de conteúdos, muitas vezes de modo expositivo, sem proporcionar aos alunos uma reflexão mais profunda (SHERIN et al 2006 apud Zômpero e Laburú, 2011 p. 78).

Finalmente, neste trabalho procuramos contribuir para uma melhor compreensão do potencial oferecido pelas TICs como ferramenta didática e elemento constitutivo dos processos de ensino e de aprendizagem de Física em consonância com uma perspectiva de ensino de Física por investigação. Para isto propomos estudar a pertinência do uso das TICs no ensino de Física, com base no mapeamento de artigos publicados no número especial da Revista Brasileira do Ensino de Física destinado a este tema e apontar as tendências atuais consonantes com uma proposta de ensino numa perspectiva de investigação. Nos próximos subitens, deste capítulo, apresentamos os objetivos (geral e específicos) desta monografia.

## 1.2. OBJETIVO GERAL

Estudar o potencial das Tecnologias da Informação e da Comunicação para a promoção de aulas de Física numa perspectiva de Investigação Científica.

## 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a produção recente na área de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) no Ensino de Física a fim de possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades, tendo em vista subsidiar o trabalho de professores e pesquisadores;
- Discutir a pertinência da utilização das TICs no Ensino de Física;
- Identificar as propostas de uso das TICs compatíveis com as estratégias de ensino de ciências numa perspectiva de investigação científica.

## **2. O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA NUMA PERSPECTIVA DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA**

O ensino sob uma perspectiva investigativa perpassa algumas características que extrapolem a passividade do ensino tradicional. Nesta perspectiva, as atividades planejadas pelos professores são centradas no aluno que passa a ter um papel mais ativo em relação aos processos de ensino e de aprendizagem. Desta forma, as atividades investigativas podem contribuir para o desenvolvimento da autonomia dos alunos em relação a análise de questões, a tomada de decisões, a avaliação das atividades e a resolução de problemas.

Ao longo de uma atividade investigativa, pretende-se, ainda que de maneira implícita e indireta, aprimorar o aprendizado de habilidades científicas, tais como a observação sistematizada de um fenômeno, o planejamento de experimentos e de investigações, o levantamento de hipóteses, a realização de medidas, a interpretação de dados à luz de teorias e reflexões diversas e a construção de modelos e explicações.

No ensino de Ciências por investigação, os alunos interagem, exploram e experimentam o mundo natural. Segundo Bachelard (1996), “todo conhecimento é a resposta a uma questão”, assim, o questionamento e a curiosidade são condições necessárias para a formulação de problemas e, conseqüentemente, para a aprendizagem em Ciências. Em uma investigação, os estudantes são inseridos em processos de pesquisa e exploração, envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados. O objetivo é levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas. Assim, os estudantes têm a

chance de explorar estratégias e recursos para aprender a pensar cientificamente. Quanto às características que uma atividade investigativa deve ter, de acordo com discussões desencadeadas por Carvalho et al. (2004), podemos elencar como essencial que elas devem:

1. ter um problema. O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, ele precisa ser considerado problema pelos alunos, o que implica explorar as ideias que estes têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar delas.
2. ser, sempre que possível, generativas, ou seja, devem desencadear debates, discussões, outras atividades experimentais ou não.
3. propiciar o desenvolvimento de argumentos, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidências, bem como considerar a multiplicidade de pontos de vista em disputa ou a serem coordenados.
4. motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.
5. propiciar a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma.

Ao explorar atividades acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e que permitem o diálogo, o estudante começa a produzir seu próprio conhecimento. Da mesma forma, ao se engajar numa proposta de ensino com caráter investigativo, o professor aumenta as possibilidades de abandonar sua postura de detentor único do conhecimento e pode passar a atuar como mediador nos processos de ensino e de aprendizagem, apresentando-se como um guia no processo de investigação e descoberta de novos conceitos.

Percebe-se, pelas características apresentadas, como o professor deve ocupar um papel central na consecução dos objetivos propostos pelas atividades, uma vez

que estas requerem um planejamento criterioso que possibilite instigar os alunos para que se tenha uma participação efetiva, com envolvimento coletivo e dinamicidade na interação dos alunos entre si e com a atividade propriamente dita.

Alguns objetivos educacionais que se pode alcançar com essa abordagem investigativa, conforme Blosser (1988) são:

- O desenvolvimento de habilidades – de manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar;
- A fixação de conceitos – hipóteses, modelos teóricos, categorias taxionômicas, etc.
- A compreensão de fenômenos da natureza e dos métodos científicos – empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, a existência de uma multiplicidade de métodos científicos e inter-relações entre ciência e tecnologia;
- A adoção de atitudes – curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração e gostar da ciência.

Como pode ser observado, dificilmente se conseguiria alcançar tais objetivos valendo-se unicamente de um ensino tradicional, onde o aluno adota quase que integralmente uma postura passiva ou de simples memorização de conceitos e resolução de problemas e exercícios, de uma maneira mecanicista. Destarte, tem-se o ganho indireto de formação complementar do estudante, explorando um espectro bem maior de habilidades e competências desenvolvidas e potencializadas com essas atividades.

Neste sentido, a perspectiva de ensino de ciências por investigação pode contribuir para uma aprendizagem significativa do conhecimento científico, promover um debate interacionista entre os alunos com uma participação profícua e ampliar o universo de possibilidades com vista na compreensão de determinado conceito ou fenômeno, além de desmistificar o consenso geral de que a ciência possui um caráter fechado, pronto e acabado.

Segundo Ausubel (1982), a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva, não literal e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Assim, a aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem deve fazer algum

sentido para o aluno e, nesse processo, a informação deverá interagir e ancorar-se nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Entende-se que a aprendizagem significativa se verifica quando o banco de informações no plano mental do aluno se revela, através da aprendizagem, por descoberta e por recepção. O autor define este conhecimento prévio como "subsunçor". Os subsunçores são estruturas de conhecimento específicos que podem ser mais ou menos abrangentes de acordo com a frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunto com um dado subsunçor.

Fica evidente então que o foco das atividades investigativas está na aprendizagem por parte dos alunos, que percorrem determinado caminho para a construção de seu próprio conhecimento, passando a ser sujeito ativo no processo, diferentemente do que ocorre no ensino tradicional. Percebe-se que não se trata somente de uma técnica ou ferramenta de ensino, mas sim uma mudança de postura e comportamento tanto por parte dos alunos quanto por parte do professor. Acredita-se, portanto, que atividades com perspectiva investigativa tenham um potencial de ensino muito elevado. Dentro dessa perspectiva investigativa e interacionista, é crescente a utilização dos meios de Tecnologia da Informação e Comunicação como mediadores dessas atividades.

### **3. AS NOVAS TICs E O ENSINO DE FÍSICA NUMA PERSPECTIVA DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA**

Na área de ensino constatamos a presença de diversos recursos tecnológicos que podem ser utilizados para facilitar e/ou aprimorar os processos de ensino e de aprendizagem de uma forma mais lúdica, interativa e possivelmente mais efetiva.

É da responsabilidade dos professores, em geral, proporcionar aos seus alunos experiências de aprendizagem eficazes que possam combater as dificuldades mais comuns, fazendo uso, sempre que possível, de instrumentos pedagógicos que envolvam e motivem os educandos. Para que esse processo seja eficiente, é desejável que os professores possuam treinamentos constantes alinhados com as novas tecnologias, com vistas a ampliar sua prática docente.

Segundo Hestenes e Prado (2002), os métodos tradicionais de ensinar Física são inadequados para um mundo em constante transformação. Como afirmam

Lawson e McDermott (1987), não se pode esperar que os alunos entendam a Física se os conceitos complexos e abstratos são apresentados através de verbalizações e apresentações pictóricas de baixo poder de comunicação.

A necessidade de se diversificar os métodos de ensino que revertam o insucesso escolar tem sido objeto de estudo de vários cientistas e educadores modernos que veem no computador uma ferramenta útil, prática e com uma ampla gama de possibilidades de utilização no campo pedagógico e no ensino da Física (FIOLHAIS, TRINDADE, 1999). Considerando as várias tecnologias presentes na atualidade, as TICs compreendem os recursos tecnológicos que possibilitam a transmissão de informação através de diferentes meios de comunicação, como o jornalismo (impresso, televisivo, radiofônico e eletrônico), livros, computadores, smartphones, tablets, etc. Elas promovem o acesso e a veiculação das informações a todas as formas de ação comunicativa, em todas as partes do mundo. Hoje não podemos ver mais as mídias como um simples suporte tecnológico.

É importante ressaltar que as TICs exploram interações perceptivas, emocionais, cognitivas e comunicativas com as pessoas. Além disso, elas apresentam uma lógica e uma linguagem bem singular. É conveniente apontar que as mídias interferem em nossa forma de pensar e agir, bem como na maneira como nos relacionamos e adquirimos conhecimento. Com a propagação acelerada das TICs, a informação não é mais objeto exclusivo da educação. Hoje, as informações tornaram-se parte integrante da cultura mundial. Com isso, altera-se o modelo educacional que promove no aluno um saber acumulado (Kenski, 2003).

As TICs transformam continuamente a maneira como se transmite, dissemina e assimila o conhecimento, porque a aquisição de competências torna-se um processo múltiplo e contínuo, tanto em suas fontes, como em suas formas e vias de acesso. As novas tecnologias promovem alterações nas relações de poder porque ampliam os locais e os tempos de busca de saberes e competências. O processo atual não é mais plano, linear e unidimensional; mas sim amplo, disponível em rede e difundido instantaneamente em todas as partes do mundo.

As TICs podem ser caracterizadas como recursos didáticos nos processos de ensino e de aprendizagem, interagindo e integrando professores e alunos em espaços de interação e reflexão: o espaço da mediação. O desenvolvimento das TICs, sua possível aplicação na prática pedagógica, em especial para os docentes que atuam no ensino de Ciências da Natureza (Física, Química, e Biologia) para os diversos

níveis de ensino, e a avaliação de como essa aplicação interfere, atua e media os processos de ensino e de aprendizagem, tem culminado com a produção de uma série de trabalhos na área.

Paralelamente a esse processo, no cenário atual, os alunos estão frequentemente interagindo com um mundo repleto de recursos tecnológicos. As escolas, os professores e demais educadores não podem ignorar essa realidade. Faz-se necessário que eles possam ensinar o estudante a entender, conviver e utilizar adequadamente essa tecnologia. Esse desafio tem ganhado destaque e é objeto de preocupação e/ou discussão em todas as áreas do ensino em quase todo o mundo. As TICs podem desempenhar um papel importante nessa tarefa, pois quando empregadas criteriosamente pelo professor, se transformam numa ferramenta de valor inestimável para o aprendizado e numa fonte de estímulo à criatividade.

No dias atuais, com uma enorme gama de recursos tecnológicos presentes nas escolas, não se pode dissociar ou conceber um ensino e aprendizado de ciências sem a interação professor–aluno–conhecimento–tecnologia, onde se estabelece uma conexão entre as ideias prévias dos alunos e o conhecimento científico vigente. Essa articulação, mediada pela tecnologia e pelo professor, pode permitir ao aluno reestruturar sua percepção de mundo ao entrar em contato com o conhecimento científico. Dentro desta perspectiva, deve-se haver uma seleção adequada dos conteúdos de Ciências, que muitas vezes envolvem teorias científicas que são grandes sínteses, mas distam da realidade do aluno, com uma linguagem muito formal e de difícil acesso a todos.

Dessa maneira, é fundamental a inserção de métodos de ensino que contemplem a experimentação, a elaboração de hipóteses, as discussões, as relações elaboradas entre os fenômenos e as ideias, a produção e leitura de textos informativos, a pesquisa bibliográfica, a busca de informação por fontes variadas, a produção de desenhos, tabelas, gráficos e esquemas de textos, o confronto dos resultados com as hipóteses e a elaboração de perguntas e problemas. Nesse sentido, as atividades de cunho investigativo têm se mostrado eficazes por envolver diversos desses elementos fundamentais. Estes procedimentos são essenciais no ensino das ciências, favorecendo o envolvimento, a interação, o interesse e a curiosidade pelo conteúdo que está sendo trabalhado. Sendo assim, o professor necessita utilizar instrumentos didáticos diversificados sem se deter exclusivamente ao livro didático (BRASIL, 1999). Dessa forma, os recursos tecnológicos são de

grande valia para o processo de ensino-aprendizagem no momento em que atuam como ferramentas de mediação para estimular a construção do conhecimento, que será alcançada por meio das relações de significado estabelecidas entre os diversos elementos citados.

Embora o conhecimento científico seja fundamental para a formação do aluno, o seu desenvolvimento cognitivo, aliado à sua experiência de vida, faixa etária, situação cultural e social, são essenciais para sua aprendizagem. A utilização de atividades investigativas associadas ao uso das TICs podem mediar de forma eficiente e promover a interseção entre esses universos, muitas vezes paralelos. Permite-se com essas atividades valorizar as respostas dos alunos, para que eles possam desenvolver suas faculdades de julgamento, desenvolver a criticidade e a habilidade de absorver os diferentes conceitos, procedimentos, atitudes e valores.

Em sua obra, Weissmann (1998, p.52) destaca:

Esperamos que o aluno coloque em prova a sua capacidade criativa, que desenvolva um espírito crítico, que valorize e coloque em prática o rigor, que se interesse por comunicar o resultado de seus trabalhos e que seja capaz de trabalhar de forma cooperativa, de fazer-se novas perguntas e de procurar caminhos criativos para colocar em prova as suas ideias.

O computador deve dar as condições dos alunos exercitarem a capacidade de procurar e selecionar informação, resolver problemas e aprender a aprender (ALEGRE, 2005). Pode-se perceber que as TICs provocam mudanças. Com o uso das TICs, o educador terá de refletir sobre as várias formas de construção do conhecimento. Por isto, deverá repensar a metodologia e os processos de ensino e de aprendizagem num ambiente interativo e dinâmico.

O uso das TIC nos processos de ensino e de aprendizagem é estratégico. Essa estratégia é ajudar o desenvolvimento do conhecimento em grupo e do aprendizado contínuo, facilitando aos educadores e discentes o compartilhamento de problemas, perspectivas, ideias e soluções. Nesse sentido, percebe-se o enorme potencial educacional do uso das TICs no ensino de ciências numa perspectiva de ensino por investigação. No capítulo seguinte pode-se perceber a importância e magnitude que o tema tem adquirido com o crescente número de publicações em periódicos de relevância nacional.

## 4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Torna-se cada vez mais recorrente o tema das TICs no ensino de Física e Ciências como um todo, tendo uma enorme gama de artigos publicados em periódicos de destaque nacional e internacional, a ponto de ter uma edição especial do Caderno Brasileiro de Ensino de Física com artigos sobre o assunto, que passa a ser objeto de pesquisa do presente trabalho.

Para a elaboração deste trabalho foram selecionados onze artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. Especial 2, um periódico nacional relevante na área de ensino de Física, tendo obtido Qualis B1 em educação, de acordo com classificação da CAPES. Todos os artigos desta edição abordam o tema Tecnologia da Informação e Comunicação no ensino de Física, o que nos permite uma análise bastante ampla dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos na área de ensino de Física no Brasil, uma vez que são encontrados artigos provenientes de diversos autores e instituições situadas em diferentes estados, ao mesmo tempo em que são publicações de fácil acesso e de circulação nacional.

Consideramos que uma análise de relatos de experiências pedagógicas de diferentes instituições de ensino e de ambientes de aprendizagem diversos nos permita inferir sobre as características de uso das TICs, seu potencial pedagógico, a forma como podem ser utilizadas, os pontos em comum e algumas recomendações de uso que podem ter relevância para o sucesso de atividades mediadas pelas TICs.

O periódico em questão teve sua origem na década de oitenta do século XX, quando foi criado o Caderno Catarinense de Ensino de Física – CCEF (1984 – 2001). O CCEF surgiu de uma ideia entre alguns professores do Departamento de Física da UFSC, cujo grande objetivo foi criar um instrumento que permitisse a interação (troca de experiências educacionais, sugestões de experimentos, etc.) entre todos os professores, em especial do 2º grau (hoje Ensino Médio), do Estado de Santa Catarina (EDITORIAL, 1984), vindo mais tarde, desde 2002, receber a denominação de Caderno Brasileiro de Ensino de Física – CBEF e, assim, ganhar um caráter mais nacional. Segundo os editores (EDITORIAL 2002), as alterações neste periódico (ficha catalográfica, resumo dos artigos em inglês, data de recebimento e de aceite dos artigos...), a partir do número um de 2002, foi para melhor adequá-lo ao elenco de exigências constantes no instrumento que orientou a avaliação de periódicos

científicos na área de Educação, pela CAPES, no ano de 2001. Tais modificações ensejaram a retomada da discussão, diante da conjuntura atual, sobre o caráter de regionalidade que o termo Catarinense conferia à revista.

Quanto à classificação recebida, o Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Tal processo foi concebido para atender as necessidades específicas do sistema de avaliação e é baseado nas informações fornecidas por meio do aplicativo Coleta de Dados. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção. A estratificação da qualidade dessa produção é realizada de forma indireta. Dessa forma, o Qualis afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção, a partir da análise da qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, periódicos científicos. A classificação de periódicos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por processo anual de atualização. Esses veículos são enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C - com a menor qualidade do estrato.

Para a implementação da pesquisa, foi necessário um mapeamento geral dos artigos, inserindo em um quadro suas principais características, objetivos, resultados, etc. Tal procedimento foi fundamental para estabelecer uma análise mais ampla e geral, uma vez que, apesar de tratarem de um mesmo tema (TICs no ensino de Física), os artigos apresentam diferentes formas de aplicação, interpretação e propostas de ensino; devendo ser portanto considerados pontualmente. Sem a elaboração do mapa, dificilmente conseguiríamos estabelecer as relações pretendidas no trabalho e identificar, dentre outras características, o potencial das TICs como ferramentas de mediação em propostas de ensino de caráter mais investigativo.

Os trabalhos foram inicialmente analisados e tiveram seus principais aspectos individuais estratificados dentro de grandes eixos de caracterização que permitissem analisar suas características e enfoque. Essa extração dos dados nos permitiu a elaboração de um quadro geral do conjunto de artigos que é apresentado no capítulo 5. Em uma segunda etapa estes mesmos trabalhos foram analisados procurando-se detectar diferentes aspectos metodológicos relacionados com o uso das TICs, sendo que cada categoria posteriormente poderia ensejar dados para identificação de pontos de convergência, divergência ou ainda uma nova perspectiva ainda não explorada ou

elucidada.

Para que fosse feita uma análise qualitativa consistente e uma discussão profícua, buscou-se identificar nos artigos as seguintes características: o problema de pesquisa e objetivo do trabalho, os métodos de pesquisa e obtenção de dados, se as atividades possuíam características com propósito investigativo, o propósito de uso das TICs, os resultados encontrados e as recomendações de uso das TICs. A partir dessas características estratificadas buscou-se identificar, dentre outras coisas, o potencial investigativo das atividades, ou seja, a capacidade e possibilidade de realizar adaptações nessas atividades, de modo que se possa viabilizar sua utilização com um viés investigativo. Buscou-se ainda identificar o potencial educacional de uso e aplicação dessas atividades, levando-se em conta as mediações proporcionadas pelo uso das TICs. O quadro permite ainda identificar pontos comuns e divergentes entre as publicações e relacioná-las dentro de determinado aspecto analisado.

As categorias utilizadas para a análise dos trabalhos foram estabelecidas a partir da leitura dos artigos, buscando-se encontrar similaridades em relação aos âmbitos da pesquisa e em face da discussão sobre o uso das TICs no ensino de Física e Ciências. No capítulo 5 apresentamos o quadro analítico com a categorização dos artigos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. Especial 2.

## 5. RESULTADOS

O quadro abaixo explicita as principais características que se pretende analisar nos artigos. Na horizontal temos o eixo das publicações. Cada linha representa um dos artigos analisados. Na vertical temos o eixo de caracterização, onde as colunas representam as características principais em que se buscou estratificar as diferentes propostas de pesquisa dos artigos. Neste sentido, procuramos estabelecer parâmetros comuns para comparar as diferentes características relativas ao uso das TICs no ensino de Física.

QUADRO 1: CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS DO CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA – V. 29, NUMERO ESPECIAL 2

		CARACTERIZAÇÃO					
		Problema de Pesquisa / Objetivo	Métodos de Pesquisa	Propostas de uso das TICs	Atividades com propósito investigativo?	Resultados Encontrados	Recomendações para o uso das TICs em sala de aula
ARTIGOS – CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA – V. 29, N ESPECIAL 2	1 - Ensino de Física Colaborativo Mediado pelo Wiki do Moodle: descrição e análises dos casos de estudos	Estudar como a mediação tecnológica livre pode potencializar a integração das TICs no ensino-aprendizagem de física consolidando-se em um modo de produção que tem como princípio a colaboração sob uma perspectiva dialógico-problematizadora.	Descrição e análise dos casos estudados tendo como foco o ensino-aprendizagem de física, colaborativo e dialógico-problematizador, mediado pelo wiki do Moodle. Explora-se o caráter de produção colaborativa de hipermídia de Física mediada pelo wiki e pelo moodle.	Propõe uma construção colaborativa do conhecimento científico por meio do estudo e aplicação das ferramentas tecnológicas em disciplinas da formação dos professores de física nas Universidades, com vistas em uma possível extensão dessa forma de construção do conhecimento para a atividade do futuro docente.	Tendo em vista que a meta das atividades do wiki era a de produzir colaborativamente problematizações em torno de situações-problema; e ainda que as contribuições do conhecimento partiam dos próprios estudantes que, colaborativamente, produziam seu próprio material, pode-se depreender algumas características investigativas nas atuações propostas pela ferramenta. Se devidamente exploradas e mediadas pelo professor, podem sim ser bastante investigativas.	O conteúdo cultural do diálogo-problematizador é essencial nesse processo de ensino-aprendizagem colaborativo. Especificamente no âmbito do Ensino de Física, esse princípio se torna organizador e potencializa a produção colaborativa mediada pelas TIC. No tripé diálogo problematizador, colaboração e autonomia, na perspectiva da educação como prática da liberdade, a mediação tecnológica educacional wiki do Moodle é mais do que um viável-possível. O wiki do Moodle se torna ferramenta imprescindível, inclusive como objeto cognoscente, na prática colaborativa e dialógico-problematizadora de Física mediada pelas TIC para compreender seus limites e suas potencialidades. Pesquisar ativamente a produção colaborativa no Ensino de Física (ação-reflexão-ação) mediado pelo wiki do Moodle requer atuação nas seguintes frentes: pesquisa bibliográfica constante na área educacional; atualização tecnológica educacional da referida mediação; docência em Física mediada pela referida tecnologia; e pesquisa de avaliação tipo survey das atividades de estudo de Física mediadas pelas TIC.	Torna-se necessário incorporar na prática escolar presencial, semipresencial e a distância, ferramentas tecnológico-educacionais mediadoras e potencializadoras (sob a forma de TIC livres na Internet) desse processo de construção colaborativa, comunicativa e de autoria do conhecimento escolar. A participação ativa na produção escolar em C&T se torna imprescindível (no Moodle com a ferramenta wiki, por exemplo), gerando e sustentando colaboração dialógico-problematizadora na perspectiva da prática educacional como liberdade.

		<b>Problema de Pesquisa / Objetivo</b>	<b>Métodos de Pesquisa</b>	<b>Propostas de uso das TICs</b>	<b>Atividades com propósito investigativo?</b>	<b>Resultados Encontrados</b>	<b>Recomendações para o uso de TIC em sala de aula</b>
<b>2 - Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico</b>		<p>Produzir um embasamento teórico para a utilização das simulações computacionais mediadas pelo computador, e através de um roteiro de aula inserir a simulação como ferramenta de ensino de física, na tentativa de proporcionar uma aprendizagem efetiva.</p>	<p>Método de pesquisa composto, em síntese, pelas seguintes etapas:</p> <p>Escolha do conteúdo – Efeito Fotoelétrico.</p> <p>Elaboração da sequência de Atividades - produto educacional que envolve o uso de simulações computacionais, na forma de textos e vídeos, com a função de promover ou realçar subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos aprendizes, para alunos do terceiro ano do Ensino Médio.</p> <p>Pré-teste - tentativa de atender à essência da teoria de aprendizagem de Ausubel, ou seja, de conhecer a estrutura cognitiva e os conceitos prévios dos alunos.</p> <p>Organizadores Prévios - Uso de simulação computacional com um roteiro de atividades.</p> <p>Organizador Explicativo e Teste Final.</p>	<p>Propõe uma sequência de atividades utilizando simulação computacional com vistas em uma aprendizagem efetiva, de forma significativa, que possa ser retida no cognitivo por muito tempo quando comparada com os conceitos adquiridos por meios convencionais de ensino.</p>	<p>Tendo em vista a estrutura da pesquisa e o método de aplicação e coleta dos dados, não é possível concluir que a atividade proposta seja investigativa. Por si só a simulação computacional contempla algumas características investigativas, mas a aplicação de pré testes e a estrutura ligeiramente "fechada" fogem um pouco às premissas de uma atividade investigativa.</p>	<p>A observação da aplicação das atividades propostas mostra que a apresentação dos organizadores prévios, com vídeos e textos, é considerada, por parte dos alunos, como uma aula normal, tornando-a pouco interessante. Contudo, durante a aplicação da simulação computacional, observa-se uma curiosidade dos alunos em testar aquela ferramenta, e que em toda a atividade, a parte mais interessante e que provocou uma maior participação com perguntas e questionamentos foi observada no uso das simulações computacionais. Após aplicação das atividades propostas, houve um ganho no grau de inclusividade dos conceitos, e a utilização da simulação computacional em muito contribuiu para esse resultado, pois foi através dela que os alunos puderam testar suas hipóteses.</p>	<p>A importância do professor no processo de aquisição do conhecimento, na seleção do material, na escolha da simulação, organização da estrutura a ser aplicada e no esclarecimento de dúvidas em relação ao conteúdo. Acredita-se que seja importante a utilização da simulação computacional como ferramenta de ensino, de forma a ser explorada em meios coerentes e em consonância com outras ferramentas já utilizadas pelo professor. A utilização da simulação computacional como ferramenta de ensino, de forma a ser explorada em meios coerentes e em consonância com outras ferramentas já utilizadas pelo professor.</p>
<b>3 - Conteúdos de métodos computacionais em material instrucional para o ensino de Física</b>		<p>Estudar as características de um material instrucional digital desenvolvido utilizando alguns softwares úteis no ensino da Física, que oferecem recursos interessantes e estão disponíveis para os sistemas operacionais Linux e Windows. Espera-se que ele possa cumprir o papel de orientar o professor e motivá-lo para desenvolver o seu próprio material didático</p>	<p>A pesquisa gira em torno da análise, aprofundamento e discussão de quatro softwares que podem ser úteis no ensino de Física. Apresenta-se então como uma investigação sobre um material instrucional digital que tenha que oferecer recursos interessantes de forma a incentivar o usuário a criar os próprios materiais didáticos para uso na sua prática docente.</p>	<p>Baseia-se em quatro softwares. O material foca a tradicional planilha eletrônica, um software de modelagem e animação, um software de elaboração de testes eletrônicos e um software de construção de mapas conceituais. O material instrucional elaborado é organizado em seis capítulos, com dois capítulos dedicados a cada um dos dois primeiros softwares estudados, e um capítulo focando cada um dos demais softwares. Ele é apresentado na forma de hipertexto, detalhando os procedimentos a serem seguidos na utilização de cada software, sempre focando um exemplo de interesse no ensino da Física, introduzido no começo do capítulo. Os principais recursos de cada um dos softwares são apresentados a partir de uma situação-exemplo de Física, que serve como ilustração para demonstrar a sua utilização. Neste sentido a proposta visa oferecer uma nova ferramenta sem que se faça menção explícita a uma perspectiva específica de ensino.</p>	<p>Apesar de não falar explicitamente nem propor este tipo de atividade, é notório que os softwares apresentados podem ser utilizados em atividades investigativas, desde que devidamente mediadas pelo professor; principalmente o software de criação de mapas conceituais, onde os estudantes podem expor e estruturar as suas ideias para posterior debate e discussões, que podem ser exploradas de maneira investigativa.</p>	<p>A apresentação do material na forma de um hipertexto combinando um tutorial de uso do software com uma contextualização na Física parece ter agradado aos professores-alunos do curso de especialização de física para a educação básica. O material didático descrito poderá ser útil em outros contextos. No Ensino Superior, em uma disciplina de Licenciatura em Física, ele servirá para o professor que desejar lançar mão de recursos computacionais. Na escola, um professor com maior motivação e aptidão no uso da informática poderá utilizá-lo, ou mesmo adaptá-lo, para promover e difundir o uso da informática educacional entre seus colegas. Espera-se que o usuário, após se familiarizar com esse material, adquira autoconfiança suficiente para descobrir e utilizar outros softwares que ofereçam recursos interessantes para apoiar as suas atividades didáticas.</p>	<p>Ao elaborar o material instrucional com os softwares, sugere-se ao usuário que escolha uma de três opções de abordagem didática:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. preparação com o software de material a ser utilizado em aula, pelo professor, como auxílio no ensino de um determinado tópico de Física;</li> <li>2. preparação de material semelhante, mas a ser utilizado pelo aluno no laboratório de informática da escola;</li> <li>3. elaboração de um tutorial simplificado que permita ao aluno desenvolver ele mesmo um recurso ilustrativo de algum assunto do currículo.</li> </ol>

	<b>Problema de Pesquisa / Objetivo</b>	<b>Métodos de Pesquisa</b>	<b>Propostas de uso das TICs</b>	<b>Atividades com propósito investigativo?</b>	<b>Resultados Encontrados</b>	<b>Recomendações para o uso das TICs em sala de aula</b>
<b>4 - Uma abordagem conceitual e fenomenológica dos postulados da física quântica</b>	Discutir qualitativamente as possibilidades de utilizar as TICs como instrumentos para promover a apropriação dos postulados da Física Quântica, dirigido principalmente aos professores de Física de Ensino Médio, mas que pode ser adequada também para alunos de Ensino Superior. Busca-se fornecer uma espécie de "tradução" do formalismo quântico como uma proposta no sentido de introduzir o assunto com uma linguagem mais apropriada para os professores do Ensino Médio, na qual os postulados são apresentados em uma base conceitual e fenomenológica. A partir dessa discussão, espera-se que os professores se sintam mais encorajados a elaborar formas de transpô-la para a sala de aula.	O método gira em torno de uma discussão sobre os postulados da Física Quântica. Como compreender esses conceitos sem um maior formalismo matemático? Na tentativa de encontrar uma resposta, uma abordagem educacional para o ensino da Física Quântica foi delineada. Esta abordagem é baseada na reformulação dos postulados da Física Quântica, cuja abordagem matematizada foi substituída pela abordagem operacional. Com isso, objetiva-se contornar as dificuldades decorrentes do formalismo matemático.	Por meio de um software de interferência quântica o trabalho explora discussões de forma qualitativa sem o rigor matemático.	Poderia ser aplicada de forma investigativa, entretanto a proposta do trabalho fica voltada quase que exclusivamente a discussões qualitativas sobre os postulados da Física Quântica. Apesar de não apresentar propostas investigativas, ao fixar como meta uma transposição didática para a sala de aula existe a possibilidade de ser explorada como tal.	Discussões teóricas com vistas a contornar as dificuldades decorrentes do formalismo matemático. Espera-se que os professores se sintam mais encorajados a elaborar formas de transpô-la para a sala de aula.	A abordagem conceitual aqui apresentada pode contribuir para uma transposição didática para as salas de aula do Ensino Médio, na qual os alunos poderiam experimentar um primeiro encontro com a Física Quântica. Professores de Física do Ensino Médio podem trabalhar com muitos conceitos importantes sem que se faça uso intensivo de formalismo matemático. Acredita-se que uma discussão envolvendo estado, autoestados, observáveis, superposição, projeção e probabilidade pode dizer muito mais sobre Física Quântica aos alunos do que qualquer abordagem tradicional baseada na radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico e modelos atômicos semiclássicos.
<b>5 - Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física</b>	Avaliar se os princípios dos Ciclos de Modelagem de David Hestenes podem constituir uma alternativa para amparar metodologicamente atividades que integrem Atividades Experimentais (AE) e Atividades Baseadas em Simulações de Computadores (ASC). Os atores partem do princípio de que ASC e AE são recursos potencialmente complementares que podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos de Física e promover uma melhor concepção de Ciência por parte dos estudantes. Nesse contexto, propõe-se avaliar também o uso dos softwares Tracker e Modellus para explorar os limites do domínio de validade de um de pêndulo simples durante um ciclo de modelagem.	Nessa experiência, os dados foram coletados por meio de observações realizadas durante o desenvolvimento das atividades, de mensagens eletrônicas enviadas pelos estudantes antes da execução dos ciclos de modelagem, de gravações em vídeo das discussões em grande grupo dos ciclos com o uso dos quadros brancos, e de gravações em áudio de entrevistas semiestruturadas. Devido à indisponibilidade de alguns alunos, essas entrevistas, realizadas cerca de um mês após o término do semestre letivo, foram conduzidas com sete dos treze estudantes participantes do estudo. O foco da coleta de dados esteve voltado para a avaliação dos seguintes aspectos associados aos ciclos de modelagem: - a aprendizagem do conteúdo e de procedimentos; - a importância da discussão final em grande grupo para o compartilhamento - as dificuldades enfrentadas pelos alunos na realização das atividades; - o uso dos quadros brancos para que os estudantes apresentem seus modelos teóricos de significados;	Propõe a utilização de ciclos de modelagem. Acredita-se que a aprendizagem de Física perpassa pelo domínio de situações que forneçam sentido aos seus conceitos. Dessa forma, princípios teóricos são melhor aprendidos a partir de modelos, pois eles fornecem contexto para os princípios teóricos promovendo situações que dão sentido aos conceitos a serem aprendidos. Um ensino contextualizado é resultado das escolhas didáticas do professor, envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido; evidenciando as relações entre os modelos e a realidade, possibilitam o desenvolvimento de um ensino de Física contextualizado.	As atividades propostas com o uso das simulações computacionais para modelagem são do tipo aberta e de certo modo investigativas, pois os estudantes-professores são instigados a deixar a posição passiva de aluno e têm de atuar ativamente. O autor retrata inclusive o desconforto dos estudantes com a abertura da atividade. A condução do trabalho instigou discussões em grupo e a proposição de modelos.	Dificuldade dos estudantes, todos docentes de Física, em participar de uma atividade na qual eles possuíam liberdade para delinear suas ações. Já a modelagem matemática se mostrou um obstáculo significativo para eles. As discussões em grande grupo, que constituíram o último estágio dos ciclos conduzidos neste estudo, mostraram-se bastante proveitosas. Por meio das discussões dos alunos, pôde-se observar um salto de qualidade nos seus discursos (melhor linguagem científica). Ficou evidente o entusiasmo dos estudantes em buscar e explorar os desafios propostos nas atividades. A sensação durante os ciclos de modelagem era de que a aprendizagem dos alunos ocorria de forma mais sólida. No que tange à epistemologia da Física, pois claramente as atividades favoreciam a ancoragem de conceitos como "idealização", "modelo", etc., na estrutura cognitiva dos estudantes.	Os ciclos de modelagem devem ser utilizados com parcimônia. Mesmo se tratando de um público alvo composto por alunos de pós-graduação que já estudaram conceitos de modelagem científica, a amostra analisada demonstrou dificuldades para compreender a proposta das atividades. Em função disso, é fundamental que sua implementação ocorra aos poucos, com atividades intermediárias em que somente alguns dos aspectos dos ciclos de modelagem sejam utilizados.

	Problema de Pesquisa / Objetivo	Métodos de Pesquisa	Propostas de uso das TICs	Atividades com propósito investigativo?	Resultados Encontrados	Recomendações para o uso das TICs em sala de aula
6 - Objeto de Aprendizagem: Máquinas Térmicas	Investigar o potencial didático de um Objeto de Aprendizagem (OA) junto a alunos de licenciatura em física cursando a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física.	Busca-se verificar o potencial didático de um Objeto de Aprendizagem (OA) como material didático de apoio em Termodinâmica. Foi investigado junto a alunos de licenciatura em física cursando a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física. Além disso, vem sendo utilizado regularmente na disciplina Termodinâmica, ministrada a alunos do quinto ou sexto semestres, respectivamente, dos cursos de bacharelado ou licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria.	Propõe a implementação de um Objeto de Aprendizagem no ensino de Máquinas Térmicas. Espera-se que os alunos, ao trabalharem com Objeto de Aprendizagem Graxaim/Máquinas Térmicas OA G/MT, percebam que o ciclo de Carnot é apenas um entre uma infinidade de outros ciclos que podem ser implementados pelas máquinas térmicas. Além disso, o OA G/MT mostra como os processos irreversíveis acarretam uma diminuição da eficiência da máquina. O OA G/MT permite, inclusive, que, a partir de um ciclo irreversível, seja feito, paulatinamente, o ajuste da máquina de forma a minimizar as trocas irreversíveis de calor até que se chegue à máquina de Carnot.	O Objeto de Aprendizagem em questão não foi desenvolvido exatamente para ser explorado como uma atividade investigativa, todavia é possível se desenvolver uma atividade que tenha características investigativas utilizando o OA como ferramenta. Para os autores é preciso abordar o assunto sobre máquina térmica com uma ênfase tal que não obscureça sua função tecnológica, de modo que possa ser vista como uma transferência de energia, sob qualquer forma, de um subsistema a outro.	O potencial didático deste OA foi investigado junto a alunos de licenciatura em física cursando a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física. Além disso, vem sendo utilizado regularmente na disciplina Termodinâmica, ministrada a alunos do quinto ou sexto semestres, respectivamente, dos cursos de bacharelado ou licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria. Os resultados com esses grupos mostram que este OA é um material didático valioso para facilitar o processo de ensino-aprendizagem desse tópico central da termodinâmica.	Uma possível atividade que o professor pode sugerir a seus alunos é tentar descobrir que valores de $V_1$ e $V_2$ farão com que o ciclo do Tipo 5 reproduza o Ciclo de Carnot, ou seja, elimine seus processos irreversíveis. Analogamente, pode-se pedir que façam o mesmo com o ciclo do Tipo 6, porém, agora, para obter a máquina térmica de Carnot operando como um refrigerador (ciclo tipo 2). A busca da solução é feita através da eliminação das trocas irreversíveis de calor. É preciso que o gás atinja a mesma temperatura do RTF (ou RTQ) no momento em que se estabelece o contato diatérmico.
7 - El uso del diagrama AVM como instrumento para la implementación de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico en actividades de modelación computacional para la enseñanza de la Física	Avaliar uma proposta didática formulada com o objetivo de propiciar ao estudante uma aprendizagem significativa crítica mediante a introdução de elementos fundamentais de modelagem científica através do uso de modelos computacionais de diagramas AVM, buscando assim uma melhor compreensão do processo de produção do conhecimento científico.	Pretende-se mensurar o alcance do uso de modelagem computacional, fazendo uso de um diagrama AVM, que articula e relaciona os princípios físicos estudados, bem como apresenta uma proposta didática para aplicação e coleta de dados.	Propõe a aplicação de diagramas em atividades que envolvem modelagem computacional. É apresentada uma tabela na qual são descritas as etapas para atividades e coletas de dados, detalhando quais atividades podem ser propostas, o objetivo de cada uma e a duração dessas atividades.	O próprio Diagrama AVM, tema central do trabalho, possui características investigativas, uma vez que possui as fases de formulação de perguntas foco, a relação percepção-representação do sistema, a compreensão, interpretação e discussão em grupo possibilitando troca de conhecimento, a relação entre modelo e realidade e o uso de estratégias educacionais que se utilizem de atividades didáticas propostas.	A incorporação em sala de aula de elementos fundamentais de modelagem científica abordados nas atividades de modelagem computacional fazendo uso do diagrama AVM possibilita a implementação de todos os princípios da teoria de aprendizagem significativo crítico em sala de aula, permitindo que os estudantes enriqueçam suas concepções acerca da ciência e modelagem científica como um processo fundamental na construção do conhecimento científico.	É apresentada uma proposta didática para a modelagem computacional com diagrama AVM à luz da teoria de aprendizagem significativo crítico em sala de aula, desenhada para a formação de futuros professores de Física. O detalhamento da proposta de atividades está descrito no Quadro 2. Acredita-se que se deva dedicar um tempo maior para aplicar as atividades, pois dificilmente se poderia lograr êxito em pouco tempo de dedicação.

	<b>Problema de Pesquisa / Objetivo</b>	<b>Métodos de Pesquisa</b>	<b>Propostas de uso das TICs</b>	<b>Atividades com propósito investigativo?</b>	<b>Resultados Encontrados</b>	<b>Recomendações para o uso das TICs em sala de aula</b>
<b>8 - Produção de conhecimentos sobre ensino de Física na modalidade a distância: tendências, lacunas, perspectivas e relações com a produção do ensino</b>	Apresentar uma revisão bibliográfica sobre as pesquisas em ensino de Física na modalidade a distância a partir de levantamento em bancos de teses e dissertações produzidas pelos programas de pós-graduação no país e em periódicos constantes no Qualis.	O estudo foi dividido em duas partes: uma categorização e identificação de aspectos gerais da produção de conhecimentos no campo do ensino de Física sobre educação a distância e, posteriormente, um melhor detalhamento de aspectos selecionados e um diálogo com os saberes e as reflexões da prática do curso em andamento na IES, a partir de documentos internos e, em parte, publicados. Os dados foram obtidos por meio das buscas nos sítios de cada um dos programas de pós-graduação da área, totalizando sessenta e sete programas em quarenta e sete instituições. Procurou-se identificar os orientadores de tais pesquisas e, posteriormente, informações nos respectivos currículos Lattes. Essa pesquisa sistematizada categorizou as produções em relação ao programa/instituição, autor/título, orientador(a)(s), ano. Toda a análise, ou seja, o conjunto dos resultados apresentados, restringiu-se aos títulos e resumos, na primeira fase do trabalho.	Não há proposta de utilização das TIC, pois o trabalho discorre sobre a produção em EAD sem entrar no mérito de aplicação de uma ou de outra tecnologia.	Não há proposta de atividade, pois trata-se de um levantamento de dados e discussão de outros trabalhos.	Foram publicados cento e vinte e um artigos selecionados sobre Educação a Distância. Destes, sessenta e sete tratam de questões relacionadas à EaD de uma maneira ampla, sem restringirem-se a uma disciplina específica; vinte e quatro artigos são relacionados com o ensino de Física e trinta e um com o ensino de Matemática. Pode-se perceber, também, o crescimento do número de publicações relativas ao ensino de Física a distância da década de 90 para a primeira década do século XXI. Apenas entre os anos de 2006 e 2010 foram publicados dezesseis artigos. Dos vinte e quatro trabalhos localizados, 33,3% (oito) foram publicados no ano de 2008. De modo geral, também se nota o esforço de que os recursos tecnológicos utilizados propiciem contato dos professores com a produção de pesquisas da área, a exemplo do trabalho de Rezende (2003). Os dados permitem concluir que se trata de uma produção ainda pequena, embora crescente.	Embora a literatura geral sobre educação a distância já tenha se debruçado sobre algumas dessas questões, transpostas para o ensino de Física, elas podem ganhar contornos diferentes e ter seu escopo ampliado. O fato das tecnologias de interações virtuais serem eminentemente escritas e, portanto, fazerem uso da linguagem verbal, representa um novo campo de possibilidades de estudos envolvendo o papel simultâneo e o entrelaçamento das linguagens verbal e (áudio) visual e verbal e matemática e (áudio) visual no ensino de Física.
<b>9 - Um jeito de fazer hipermissão para o ensino de Física</b>	Discutir os requisitos e os princípios utilizados na criação de materiais didáticos hipermissão com a intenção de evidenciar as bases teóricas e metodológicas do processo de elaboração e de produção de materiais didáticos digitais para uso no ensino de física para possibilitar que, a partir de seu uso, possa-se, também, construir um instrumento de avaliação.	Discutiu-se os requisitos e princípios utilizados na criação dos materiais didáticos digitais hipermissão. Pretende-se apresentar alguns dos materiais elaborados e suas características. É importante ressaltar que a maior parte deles foi elaborada para disciplinas de Física Básica de um curso de licenciatura em Física na modalidade a distância do Consórcio CEDERJ de agosto de 2004 a fevereiro de 2007. Pensando no conceito de objetos de aprendizagem, podem-se separar algumas "partes" em recursos digitais, tais como animações, simulações, exercícios virtuais, aplicativos, laboratórios virtuais e jogos.	Propõe a elaboração de materiais didáticos fazendo uso de recursos hipermissão, que envolve animações, simulações, jogos e laboratórios virtuais, para uso no ensino de física.	Todos os materiais digitais em hipermissão apresentados podem ser utilizados em atividades investigativas, apesar da autora não explicitar seu uso.	A elaboração e a produção de materiais didáticos hipermissão apresentam-se como uma forma interessante e promissora para o desenvolvimento de materiais didáticos para o ensino de física e de ciências. A hipermissão tem como característica a busca por disponibilizar informação no menor tempo e com a maior clareza possível. Uma avaliação preliminar (SILVA; BARROSO, 2008) feita em momentos semipresenciais de uma disciplina presencial com estudantes do curso de Licenciatura em Física do IF/UFRJ1, que envolveu aspectos de avaliação de conteúdo e de percepção em relação ao sistema hipermissão, os estudantes manifestaram facilidade no uso dos aplicativos, e houve uma ligeira correlação entre as manifestações positivas a respeito desse uso e o desempenho no teste de avaliação de aprendizagem.	O intuito é viabilizar uma educação online que propicie uma aprendizagem efetiva e que procure valorizar diferentes formas de apresentação dos conteúdos. Trata-se, portanto, de um processo complexo que envolve a formação de equipes multidisciplinares, alto investimento de tempo e recursos. Entretanto, após a sua produção e disponibilização, podem ser utilizados em diferentes contextos, em diferentes sistemas operacionais, por muitas pessoas ao mesmo tempo. Exigem muita reflexão, coerência e clareza sobre os objetivos de aprendizagem, sobre as opções de interatividade e a relevância da visualização no ensino.

	Problema de Pesquisa / Objetivo	Métodos de Pesquisa	Propostas de uso das TICs	Atividades com propósito investigativo?	Resultados Encontrados	Recomendações para o uso das TICs em sala de aula
10 - Ambientes de modelagem computacional no aprendizado exploratório de Física	Investigar a integração de ambientes computacionais no aprendizado exploratório em ciências a partir de relações entre ciência e tecnologia com o foco tanto na visão de ciência como investigação quanto na visão de tecnologia como design.	Para a estruturação das atividades de modelagem, foi estabelecida uma metodologia de trabalho denominada de Passos de Construção de Modelos (CAMILETTI, 2001), que consiste na: 1º: Definição do sistema a ser estudado 2º: Escolha do fenômeno de interesse no sistema escolhido 3º: Listagem das variáveis relevantes 4º: Construção do modelo no papel a partir de relações causais 5º: Representação do modelo no ambiente de modelagem 6º: Simulação do modelo construído 7º: Validação do modelo a partir da análise de seu comportamento em relação ao comportamento esperado do fenômeno em estudo. Essa metodologia tem o objetivo de levar o estudante a refletir sobre o fenômeno abordado, preparando-o para a construção e representação de um modelo inicial no papel, para, então, ir ao computador representá-lo no ambiente de modelagem computacional	Relata a experiência do desenvolvimento de ambientes de modelagem computacional e investigação sobre sua utilização em diferentes contextos educacionais, buscando o desenvolvimento de habilidades e entendimento dos limites, das possibilidades e das relações entre esses dois conceitos a partir da transversalidade nas ações de implementação através de temas básicos de todo o currículo. A modelagem computacional é entendida como um elo para a construção dessa perspectiva de trabalho, uma vez que a natureza da modelagem propicia a exploração e/ou construção de mundos artificiais, podendo levar o estudante a engajar-se no processo de aprendizagem por ele mesmo, ou seja, no processo de aprendizagem exploratória em ciências.	Trata-se de uma atividade com diversos elementos de atividades investigativas. Segundo o autor: "Assim, a modelagem, seja ela de papel e lápis, física, matemática ou computacional, pode representar uma alternativa concreta para o ensino da Física. Na visão de ciência como investigação, que busca o entendimento do mundo que nos rodeia, a modelagem mimetiza os passos desse processo na medida em que promove (NRC, 1996; NSF, 1996): _ Observação; _ Levantamento de hipóteses; _ Proposição de questões; _ Análise de fontes de informação na busca do que já é conhecido; _ Revisão do que já é conhecido à luz de evidências experimentais; _ Planejamento e condução de experimentos; _ Utilização de ferramentas e técnicas adequadas para coletar, analisar e interpretar dados; _ Utilização do pensamento crítico e lógico entre evidências e proposição de respostas, explicações e predições; _ Consideração de explicações alternativas; _ Comunicação de resultados."	Os resultados relatados no artigo apontam que a integração de ambientes computacionais ao ensino da Física a partir da modelagem computacional quantitativa, semiquantitativa e qualitativa, vem se revelando uma estratégia promissora. Nesse contexto, o foco não é na tecnologia, mas sim em conteúdos curriculares específicos estruturados em Módulos Educacionais e baseados nos Passos de Construção de Modelos. Nessa perspectiva, o estudante é levado a refletir sobre o seu conhecimento prévio em relação ao tema abordado, sobre suas concepções que dão suporte a esse seu conhecimento e sobre os conceitos científicos em estudo para promover sua evolução conceitual, levando-o a articular processo e conhecimento na medida em que utiliza o raciocínio científico e o pensamento crítico na construção de seu entendimento sobre a Física.	Parece que a clássica tríade professor-aluno-material instrucional também perde o sentido, quando a tecnologia é associada a material instrucional, uma vez que ela perpassa ou impregna todas as dimensões de nossas vidas, incluindo a vida escolar: a tecnologia está tornando-se invisível (NORMAN, 1998), daí a necessidade do foco no conhecimento em qualquer proposta de ensino mediada por tecnologias.
11 - Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da Física	Estudar o uso de animações com foco na história da Ciência explorando vários aspectos sobre a natureza da ciência e da investigação científica, como a presença de não observáveis em uma teoria, a pluralidade metodológica, a transitoriedade do conhecimento, resistências à aceitação de novos instrumentos, conceitos e teorias, e a problemática das revoluções na ciência.	Descrevem-se no trabalho cinco animações em flash desenvolvidas para a disciplina Evolução dos Conceitos da Física, do Curso de Licenciatura em Física na Modalidade a Distância (Prolicen) da Universidade Federal de Santa Catarina e discutem-se algumas de suas potencialidades educacionais, como materiais potencialmente significativos.	Propõem o uso de animações com foco na história da Ciência. Teoricamente, elas têm o potencial de promover a aprendizagem pela resolução de problemas quando, ao fornecer ao aluno uma introdução à temática mais generalizada dos segmentos da disciplina, utilizando novas representações visuais, propõem inúmeros questionamentos de caráter histórico-epistemológico que visam suscitar a inquietação, a reflexão e o debate, próprios à forma como a disciplina é pensada. Assim, com o devido fundamento histórico, são explorados vários aspectos sobre a natureza da ciência e da investigação científica, como a presença de não observáveis em uma teoria, a pluralidade metodológica, a transitoriedade do conhecimento, resistências à aceitação de novos instrumentos, conceitos e teorias, e a problemática das revoluções na ciência.	Em partes, pois os autores defendem que as animações sejam amplamente exploradas, inclusive com discussões em grupo. Certamente as animações têm potencial investigativo e podem ser utilizadas como tal, apesar dos autores não fazerem nenhuma menção explícita direta de alguma atividade investigativa, mas fazem recomendações de uso que possuem algumas características investigativas.	As animações desenvolvidas para a disciplina de Evolução dos Conceitos da Física, quando devidamente mediadas pelo professor e subsidiadas pelos materiais e recursos usados na disciplina, podem suscitar interessantes discussões de Natureza epistemológica. Elas auxiliam na associação de novas perspectivas ao conhecimento físico e abrem espaço para o enriquecimento de subsunçores (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN; 1980; MOREIRA, 2006) relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes. No curso de uma aprendizagem significativa, os subsunçores iniciais relativos a um certo domínio do conhecimento são alterados, tomando-se mais elaborados, inclusivos, e mais capazes de ancorar novas ideias dentro desse mesmo domínio (MOREIRA, 1999).	É importante que materiais potencialmente significativos estejam vinculados a tarefas de aprendizagem potencialmente significativas. No caso das animações, nota-se que alguns dos conceitos por elas abordados podem ser significativos para os estudantes logo de início, enquanto que outros talvez não. É na medida em que o aprendiz se apropria das leituras indicadas pelo docente que aqueles conceitos ainda dotados de potenciais significados podem se tornar efetivamente significativos.

## 6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De modo geral, os artigos apresentados no Quadro 1 nos permitem identificar os aspectos de ensino e pesquisa, explicitando diferentes ênfases metodológicas associadas aos trabalhos analisados e aos resultados obtidos. Estes artigos apresentam constatações sobre a realidade escolar que interessam particularmente ao ensino de Física. Nos próximos parágrafos apresentamos nossas análises realizadas ao compararmos os 11 (onze) artigos caracterizados no Quadro 1 em cada uma das 6 (seis) categorias destacadas em suas respectivas colunas.

Inicialmente, quanto aos “Problemas de Pesquisa / Objetivos” caracterizados nestes artigos, identifica-se que há duas fortes tendências onde, por um lado, estudos que buscam avaliar materiais instrucionais que fazem uso das TICs em aulas de Física visando estabelecer novas alternativas para a melhoria da qualidade do ensino desta disciplina (artigos 3,4,6 e 9). No artigo 4, por exemplo, busca-se uma tradução do formalismo matemático da física quântica para uma linguagem mais operacional. Por outro lado, se concentram os estudos nos quais os autores procuram desenvolver ou construir referenciais teóricos que auxiliem os professores e, principalmente, os pesquisadores a compreenderem o papel que as TICs desempenham ou poderiam vir a desempenhar no ensino de Física (artigos 1, 2, 5, 7, 10 e 11). No artigo 2 fica explicitada a preocupação em se produzir um embasamento teórico para a utilização das simulações computacionais por parte dos professores ao estabelecer de um roteiro de aula inserir a simulação como ferramenta de ensino de física. Finalmente, também verificamos um artigo (artigo 8) que faz uma revisão bibliográfica visando apresentar as características e as novas possibilidades ou tendências da modalidade de ensino de Física à distância que possui um ambiente virtual muito propício ao uso das novas Tecnologias da Informação e da Comunicação.

Na categoria “Métodos de Pesquisa” percebe-se certo antagonismo na forma de obtenção de dados e busca por respostas a problemas de investigação. Considerando que o método de pesquisa pode ser entendido como sendo o procedimento que se segue para estabelecer o significado dos fatos e fenômenos para os quais se dirige o interesse científico, em alguns casos foi observado que a metodologia não confronta nem valida dados nem mesmo apresenta uma estratégia clara de pesquisa, mas somente se atém a apresentar e/ou aplicar um software,

simulação ou modelo (artigos 3, 4, 7 e 11). Nesses casos, a metodologia não se encontra explicitada e deve ser inferida a partir dos procedimentos que permitiram as discussões dos resultados. Por exemplo, nos artigos 7 e 11, após a apresentação dos softwares e animações, passa-se diretamente para a aplicação não sistematizada e discussão dos dados. Por sua vez, outras publicações fazem questão de elencar os procedimentos a serem seguidos para obtenção dos dados (artigos 1, 2, 5, 6, 8, 9 e 10). Dentro desses artigos percebe-se um esforço em se delinear um método coerente, com vistas à obtenção de registros e dados que permitam de fato analisar e confrontar hipóteses e teorias, a aplicação das TICs e analisar os resultados obtidos sob o prisma de determinado método/procedimento adotado. Como exemplo, podemos destacar o artigo 2 que descreve as etapas do método adotado, passando pela elaboração de uma sequência de atividades, pré-teste, organizadores prévios, organizadores explicativos e teste final. De maneira geral, alguns poucos trabalhos não se preocuparam tão enfaticamente em verificar a validade do seu respectivo objeto de estudo, mas tão somente discutir algo que se admite previamente como verdadeiro (hipótese da pesquisa).

No que tange às “Propostas de uso das TICs”, cada artigo faz menção à utilização das TICs relatadas e estudadas nos seus respectivos trabalhos. Assim, percebe-se que as propostas de utilização estão divididas em três focos: um desenvolvido para aplicação direta em sala de aula com os alunos (artigos 2, 5, 6, 7, 10 e 11), outro foco centrado nos docentes para o planejamento e desenvolvimento de atividades (artigos 1, 3, 4 e 9), e por fim uma pesquisa sem proposta de aplicação, cujo foco está na análise situacional e no estudo sobre as implicações educacionais na área de Física em EaD (artigo 8). Cumpre salientar que uma característica salta aos olhos: apesar do maior número de artigos estar centrado na aplicação com alunos, boa parte desses artigos foram explicitamente desenvolvidos para alunos de graduação em Física (artigos 5, 6 e 11). Dessa forma, as pesquisas apontam certa preocupação com a formação dos professores, evidenciando a necessidade de instigar os novos professores a fazerem uso dos recursos que as TICs podem proporcionar.

Na categoria “Atividades com propósito investigativo?” percebe-se que a grande maioria dos trabalhos apresenta elevado potencial para que se possa desenvolver atividades com propósito investigativo. Alguns artigos fazem menção explícita ou ainda apresentam proposta de atividade que abarca características de

atividades investigativas (artigos 1, 5, 7 e 10), demonstrando o potencial de ensino dessas atividades. Outros artigos, por sua vez, apresentam grande potencial investigativo desde que seu elemento / objeto de estudo das TICs seja devidamente mediado, de modo que possa ser preparada uma atividade que explore esse potencial (artigos 3, 6 e 11). O artigo 11 por exemplo, traz a utilização de softwares que exploram a história da física, porém de maneira pouco interativa. Poderiam ser exploradas características de uma atividade investigativa, como a indução de um problema científico que determinado grande pensador se debruçou. Após a definição e instigação do problema, o docente mediador ou o próprio software poderiam apresentar algumas proposições para a explicação e solução desse problema, explorando cada uma delas. A posteriori, as propostas devidamente argumentadas e justificadas seriam trazidas à tona em uma discussão em grupo, que pode ser em ambiente virtual ou não. Por fim, após esgotar o assunto e exaurir as possibilidades de exploração do problema e do tema, poderia ser introduzida a animação completa como forma de síntese e que estaria passível inclusive de críticas. Concluindo, o artigo 4 não apresenta potencial investigativo tão evidente e o artigo 8 não propõe atividade nenhuma devido à natureza da sua pesquisa não contemplar utilização direta das TICs.

Já quanto aos “Resultados Encontrados”, percebe-se de maneira geral que as teorias e hipóteses suportadas ao longo dos textos são ratificadas e corroboram de maneira significativa para a melhoria do ensino, dentro de seus respectivos eixos de pesquisa e análise. Ainda que de maneira indireta, incitando professores ou alunos de graduação em física, percebe-se essa preocupação em apresentar novas propostas / caminhos para que se tenha uma melhor compreensão, de maneira significativa, dos conceitos da física. Com fim exemplificativo dessa visão, o artigo 3 conclui que a apresentação do material na forma de um hipertexto combinando um tutorial de uso do software com uma contextualização na Física parece ter agradado aos professores-alunos do curso de especialização de física para a educação básica; e complementa afirmando que na escola, um professor com maior motivação e aptidão no uso da informática poderá utilizá-lo, ou mesmo adaptá-lo, para promover e difundir o uso da informática educacional entre seus colegas. Já o artigo 4 foi o único que não explicita seus resultados, mas tão somente faz alusão à expectativa de que o trabalho encoraje professores a elaborar formas de transpor para a sala de aula.

Por fim, a categoria “Recomendações para uso das TICs em sala de aula” denota o papel prático de aplicação daquilo que foi estudado. Nesta seção, discute-se sobre os benefícios, ganhos e até mesmo dificuldades para a implementação do objeto de estudo de cada trabalho. Por exemplo, o artigo 9, que versa sobre hipermídia no ensino de física, explicita que o real intuito é viabilizar uma educação que propicie uma aprendizagem efetiva e que procure valorizar diferentes formas de apresentação dos conteúdos, porém é um processo complexo que envolve a formação de equipes multidisciplinares, alto investimento de tempo e recursos. Sendo assim, após a sua produção e disponibilização, que podem ser utilizados em diferentes contextos e sistemas operacionais por muitas pessoas ao mesmo tempo, exigem muita reflexão, coerência e clareza sobre os objetivos de aprendizagem, sobre as opções de interatividade e a relevância da visualização no ensino. Essas e outras recomendações são realmente pertinentes pois consistem, em última análise, numa ratificação de determinadas teorias e resultados, ou ainda numa validação empírica dos resultados encontrados. Em sua grande maioria são alusivas a procedimentos de sala de aula, seja para alunos do Ensino Médio, seja para alunos do Ensino Superior ou professores da área.

As análises realizadas nos permitiram destacar dificuldades gerais encontradas no ensino de Física associadas a problemas de aprendizagem de tópicos específicos que focam conteúdos que: (1) privilegiam a aprendizagem da matemática em detrimento da aprendizagem que envolve os fenômenos físicos em seus aspectos conceituais, e (2) são caracterizados pela complexidade dos conteúdos abordados (em especial a Física Moderna). Diante da problematização apresentada, as TICs são trazidas para o debate, destacando-se a sua presença cada vez maior na sociedade e a possibilidade de utilização dessas TICs como uma forma autêntica e eficaz a fim de mediar esta relação ensino-aprendizagem.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho procuramos contribuir para uma melhor compreensão do potencial oferecido pelas TICs como ferramenta didática e elemento constitutivo dos processos de ensino e de aprendizagem de Física em consonância com uma perspectiva de ensino de Física por investigação. Para isto, desenvolvemos um

estudo onde procuramos refletir sobre a pertinência do uso das TICs no ensino de Física, com base no mapeamento de artigos publicados no número especial da Revista Brasileira do Ensino de Física que se dedicou a trabalhos que tiveram como tema o uso das TICs no ensino de Física.

Fizemos um quadro analítico, onde caracterizamos os artigos publicados nesta revista, que nos permitiu ter uma visão mais ampla sobre a produção de pesquisas nesta área. Em seguida, analisamos o quadro com os artigos categorizados procurando verificar quais as principais tendências de uso das TICs apresentadas pelos pesquisadores e se estas tendências apresentavam potencial para o desenvolvimento de um ensino de física numa perspectiva de investigação científica.

Através do conjunto de artigos analisados verificou-se que são amplas as possibilidades de utilização das TICs com atividades que exploram características investigativas. A grande maioria dos artigos, ainda que não explicitado em seus textos, evidenciam um potencial investigativo muito grande. Tendo como premissa que, uma mesma atividade pode ser investigativa ou não, dependendo de como é aplicada e explorada, observamos que praticamente todas as propostas de uso das TICs podem ensejar uma atividade investigativa por permitir explorar boa parte das características de uma atividade investigativa. Sendo assim, ainda que os autores não tratem a proposta de utilização das TICs em seus trabalhos como uma atividade investigativa, fica evidente o seu potencial para tal.

Ainda que essas atividades apresentem limitações inerentes às suas próprias características, acredita-se que quando conduzidas adequadamente elas também podem contribuir para um aprendizado significativo, propiciando o desenvolvimento de importantes habilidades nos estudantes, como a capacidade de reflexão, de efetuar generalizações e de realização de atividades em equipe. Portanto, a adequada condução das atividades pode ser considerada novamente como um elemento indispensável e fundamental para que seja alargado o leque de objetivos e o desenvolvimento de posturas e habilidades que podem ser promovidos através de atividades dessa natureza.

Conceber as Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação como recursos didáticos ou mediadores na perspectiva da temática do ensino e da aprendizagem em Física, pressupõe a discussão sobre a importância das teorias que fundamentam o processo pedagógico. As teorias de ensino e de aprendizagem encontram-se divididas em enfoques ou abordagens que se baseiam em uma

determinada compreensão sobre a forma como ocorre a construção do conhecimento. Mizukami (1986) apresenta uma caracterização dessas abordagens, destacando a possibilidade de identificá-las em função de suas raízes epistemológicas.

Boa parte dos trabalhos analisados apresentou uma discussão sobre os processos de ensino e de aprendizagem, destacando-se a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1982). Ainda assim, alguns trabalhos mantêm a ideia instrumentalista do ensino de Física, para os quais o uso das TICs é apresentado apenas para facilitar processos de aquisição e análise de dados em atividades mais tradicionais que receberiam com estas ferramentas um ganho em termos de melhoria de sua qualidade.

Apesar da importância de se aprimorar cada vez mais os métodos de coleta de dados em um laboratório de Física, a falta de relação entre o desenvolvimento das “ferramentas” e o uso que se faz delas implica em considerar que as coisas não possuem uma história e alimentam a ideologia de que a ciência está pronta e acabada, levando-se a se pensar, que não é necessário compreender o processo, uma vez que a “tecnologia” cumpriria este papel. Fica sendo então considerada como um facilitador na coleta de dados, plotagem de gráficos, etc. não fazendo correlação direta com a aprendizagem significativa por parte do estudante.

Outros autores, por sua vez, defendem o emprego de atividades com o propósito de investigação e/ou resolução de problemas, que pode possibilitar aos alunos o teste de hipóteses, propiciando o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e até mesmo de reelaboração de explicações causais, aspectos que contribuiriam para facilitar a reflexão e, conseqüentemente, o progresso intelectual dos estudantes.

Muito se têm estudado sobre as TICs, os impactos educacionais e reflexos positivos que podem trazer seu uso. Vimos também que as TICs podem estar alinhadas a essas atividades com perspectiva investigativa, mas ainda assim notamos um número limitado de artigos que falam diretamente sobre o assunto e essa relação. Fica então um desafio e um espaço em aberto: o que poderia ser feito para mudar uma perspectiva de uso instrumental das TICs para uma perspectiva de ensino por investigação? Certamente se carece de mais estudos para responder a este questionamento.

Neste sentido, concluímos este trabalho destacando o potencial que as TICs possuem de contribuir para o desenvolvimento de estratégias e atividades de ensino,

chamando a atenção para o fato de que, embora uma parte significativa dos artigos investigados tivesse como objetivo avaliar materiais instrucionais que fazem uso das TICs em aulas de Física, estas atividades estão se consolidando como um importante objeto de estudo das pesquisas da área com elevado potencial para que se possam desenvolver atividades de ensino em uma perspectiva de investigação científica.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRE, Laíze M. P. Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação, na prática docente, numa Instituição de Ensino tecnológico. Tese de Doutorado, Campinas, UNICAMP, 2005.

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARNETT, H.G. Innovation: the basis of cultural change. New York, McGraw-Hill, 1953.

BLOSSER, P. Matérias em pesquisa de ensino de Física: O papel do laboratório no ensino de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ohio - EUA, 5, mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: bases legais/ Ministério da Educação – Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Médio e Tecnológica, 1999.

CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA – V. 29, NÚMERO ESPECIAL 2. Santa Catarina: UFSC,

REVISTA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO CONTEMPORÂNEA. Rio de Janeiro: ANPAD, 1996-2001.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo; v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

GRINSPUN, M. P. S. Educação tecnológica. In: GRINSPUN, M. P. S. (Org.). Educação tecnológica: desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999. p. 25-73.

HESTENES, D., WELLS, M., SWACKHAMER, G.(1992). Force Concept Inventory. The Physics Teacher, March, 30: 141-153.

KENSKI, V. M. Tecnologias e ensino presencial e a distância. 4ª. ed. Campinas: Papirus, 2006.

LAWSON, R., MCDERMOTT, L. (1987) Student Understanding of the Work-Energy and Impulse Momentum Theorems. American Journal of Physics, vol. 55, pp. 811-817.

MIZUKAMI, Maria. G. N. Ensino: As abordagens do Processo. São Paulo: EPU, 1986.

SALOMON, Délcio Vieira. Como fazer uma monografia. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993. 294p.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. Em Aberto, Brasília, v. 12, p. 2-16, Janeiro - Março 1993.

WEISSMANN, Hilda Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões/ organizado por Hilda Weissmann; trad. Beatriz Affonso Neves – Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZÔMPERO, A.F.; LAMBURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, set./dez. 2011.

