

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E ATIVIDADE EXPERIMENTAL:
ferramentas educacionais para auxiliar o ensino de física

**COMPUTATIONAL SIMULATION AND EXPERIMENTAL
ACTIVITY:** educational tools to aid the teaching of physics

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL Y ACTIVIDAD EXPERIMENTAL:
herramientas educativas para auxiliar la enseñanza de física

Silvete Coradi Guerini

Professora Doutora da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
São Luís-MA, Brasil.
silvete@gmail.com

Elisiany dos Santos Brito

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB) - UFMA.
São Luís-MA, Brasil.
elisianybrito@bol.com.br

Shuanne Machado Castro

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Física - UFMA
São Luís-MA, Brasil.
shu.anne@hotmail.com

Resumo: Este trabalho é resultado de uma pesquisa de caráter experimental realizada em uma escola pública estadual na cidade de São Luís, Maranhão, durante o primeiro semestre de 2015. A pesquisa foi desenvolvida pensando nas dificuldades relatadas pelos professores e alunos relativos ao ensino e a aprendizagem dos temas eletrostática e eletromagnetismo na abordagem sobre força elétrica, campo elétrico, resistores e suas associações, magnetismo, indução magnética, geradores e capacitores e suas associações, dentre outros assuntos. As simulações computacionais e os experimentos foram utilizados como ferramentas auxiliares no processo de aprendizagem de alunos do terceiro ano do ensino médio, seguindo três etapas: inicialmente, aplicou-se um questionário para verificar conhecimentos específicos dos temas a serem abordados; na segunda etapa, foram realizadas atividades utilizando simulações computacionais e práticas experimentais; e, por último, foi reaplicado o questionário inicial, a fim de verificar o desenvolvimento dos estudantes com o uso das duas ferramentas. A pesquisa mostrou que o uso das duas ferramentas proporcionou aos estudantes aprendizagem mais significativa, sendo que simulações computacionais mostraram maior potencial de inserção na escola como ferramentas auxiliares, por demandar menor custo para sua manutenção e menor tempo para o planejamento das aulas, quando comparado com as atividades experimentais. O uso destas ferramentas possibilitou uma nova visão da disciplina de física para os estudantes participantes.

Palavras-chave: Ensino de Física. Simulações computacionais. Atividades experimentais. Aprendizagem e ensino.

Abstract: This work is the result of an experimental research realized in a state public school on city of São Luís, Maranhão, during the first semester of 2015. The research was developed considering the difficulties reported by teachers and students to teach and learn of the electrostatic and electromagnetism subjects, such as electric force, electric field, resistors and their associations, magnetism, magnetic induction, generators and capacitors and their associations and others subjects. The Computational simulations and experiments were used as auxiliary tools in the learning process of students of third year high school students following three stages: initially a questionnaire was applied to verify the specific knowledge of the topics to be addressed; on the second stage was realized activities using computational simulations and experimental practices; and finally the initial questionnaire was reapplied to verify the student's development with the two tools. The research showed that the use of both tools provided the students a learning effective, and computational simulations showed greater potential for insertion in the school as auxiliary tools, because they

demand less cost for their maintenance and less time for class planning when compared with experimental activities. The use of these tools have possibility a new insight into the physics discipline for the participating students.

Keywords: Physics teaching. Computer simulations. Experimental activities. Learning and teaching.

Resumen: Este trabajo es el resultado de una investigación de carácter experimental realizado en una escuela pública en la ciudad de São Luís, Maranhão, durante el primer semestre de 2015. La investigación fue desarrollada teniendo en cuenta las dificultades señaladas por los profesores y estudiantes para la enseñanza y el aprendizaje de los temas: la electrostática y el electromagnetismo en el enfoque de la energía eléctrica, campo eléctrico, resistencias y sus asociaciones, el magnetismo, la inducción magnética, generadores y condensadores y sus asociaciones, entre otros asuntos. Las simulaciones computacionales y los experimentos fueron utilizados como herramientas auxiliares en el proceso de aprendizaje de alumnos del tercer año de la enseñanza media, siguiendo tres etapas: inicialmente se aplicó un cuestionario para comprobar el conocimiento específico de los temas a tratar; en la segunda etapa se realizaron actividades utilizando simulaciones computacionales y prácticas experimentales; y finalmente se volvió a aplicar el cuestionario inicial para verificar el desarrollo conseguido la utilización de las dos herramientas. La investigación demostró que el uso de las dos herramientas proporcionó a los estudiantes un aprendizaje más significativo, y que las simulaciones computacionales mostraron un mayor potencial para la inserción en la escuela como herramientas auxiliares por las exigir menores costos para su mantenimiento y menos tiempo para la planificación de clases, en comparación con actividades experimentales. El uso de estas herramientas posibilitó una nueva visión de la disciplina de física para los alumnos participantes.

Palabras clave: Enseñanza de Física. Simulaciones computacionales. Actividades experimentales. Aprendizaje y enseñanza.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física, no Brasil, ainda utiliza, quase exclusivamente, a metodologia clássica de exposição de conteúdos. As aulas de física ainda são ministradas com enfoques excessivamente teóricos, com aplicação mecânica de fórmula e repetidos exercícios propostos nos tradicionais livros textos. No estado do Maranhão, o resultado do uso desta metodologia intensifica os problemas do ensino nas escolas públicas que, nos últimos dois anos, alcançou as mais baixas médias do país, em programas de avaliação nacional e internacional (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2014, 2015).

Atualmente, as perspectivas para o ensino de física, no Brasil, são apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacional para o Ensino Médio (PCNEM). Estes Parâmetros propõem que o aluno aprenda a interpretar fatos, fenômenos e processos naturais, construa o conhecimento através de competências adquiridas, em contrapartida ao ensino de memorização, e compreenda objetos do seu cotidiano. Para isso, o conhecimento em física deve ser visto como um processo histórico, objeto de contínua transformação, diferentemente, do que ocorre no ensino de física nas escolas brasileiras, em que a aprendizagem por memorização e a execução de exercícios repetitivos são atividades centrais na rotina da escola, de forma que, em geral, os alunos não percebem a presença e a correlação do que é aprendido com situações do cotidiano. Por outro lado, muitos professores não possuem formação necessária para um ensino inovador, conduzindo a disciplina de física de forma abstrata, com memorização de fórmulas e muitos cálculos.

Nas últimas décadas, como destacam Pena e Filho (2008), houve um grande aumento de pesquisas sobre ensino de física, no sentido da compreensão dos problemas relativos ao ensino dessa ciência, porém, pouco se avançou na questão do uso dos resultados das pesquisas em sala de aula. Isso devido à grande resistência da aplicação destes resultados, visto que a prática concreta dos professores da área ainda é marcada por perspectivas tradicionais de ensino e aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos da própria educação, seja por problemas na própria formação do professor.

Para Pena e Filho (2008) e Araújo e Abib (2003), fatores importantes como o surgimento da Revista Brasileira em Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CDEF) estimularam um aumento no número de pesquisas existentes na área de ensino de física nas últimas décadas, mas constataram, até o período da pesquisa, ausência da execução destas pesquisas em sala de aula.

Tentando mudar a realidade das escolas e levando em consideração os avanços tecnológicos, principalmente na área da informática, pesquisadores iniciaram estudos utilizando computadores, tendo em vista facilitar o aprendizado em aulas de física. A modelagem, então, começou a ser pensada como um novo instrumento de aprendizagem (CHAVES; SHELLARD, 2005, p. 199).

Rosa (1995) faz uma análise de vários artigos de revistas, abordando o ensino de física ou ciências, exceto à revista Tecnologia Educacional, divulgados entre os anos de 1980 a 1992, que apontam a utilidade e o interesse do uso do computador no ensino. Desta análise, destaca-se, primeiramente, o uso em simulações. Em relação às características pedagógicas, observa-se que não há preocupação dos autores em relação aos efeitos do computador em sala de aula e nem do detrimento de outros meios pedagógicos em substituição ao uso de computadores. Há também a falta de preocupação nas avaliações dos resultados e de teorias de aprendizagem que justifiquem o uso do computador em sala de aula. O autor, ainda, ressalta que foram poucos artigos que se preocuparam em avaliar a utilização de computadores.

Em 1981, um grupo de pesquisadores, com ênfase no estudo de Piaget, criaram o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) que utilizava o **Logo** (ferramenta computacional) para investigação de processos mentais de crianças com dificuldades em aprendizagem. Na década de 80, houve grande interesse do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCT) para disseminação da informática na sociedade, o que incentivou a realização de várias pesquisas e criações de programas voltados para educação, como a Associação Portuguesa de Telemática Educativa (EDUCOM) e o Programa de Informática Educacional (PROINFE) (NASCIMENTO, 2007).

Para Nascimento (2007), o PROINFE foi criado com o objetivo de desenvolver a informática no ensino, no Brasil, apoiado em fundamentação pedagógica sólida e atualizada, e priorizava a realização de atividades voltadas à capacitação de professores e técnicos dos diferentes sistemas de ensino, desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada, implantação de centros de informática educativa, produção, aquisição, adaptação e avaliação de softwares educativos. Atuou, também para facilitar a aquisição de equipamentos computacionais por parte dos sistemas de educação pública, implantação de rede pública de comunicação de dados, incentivo a cursos de pós-graduação na área, bem como acompanhamento e avaliação do programa.

No início dos anos 90, foi criado o primeiro plano de ação integrada que visava um forte programa de formação dos professores e a ampliação de centros de ensino. Já em 2007, foi decretada a lei 6.300, na qual o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) estabelece o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação, nas redes públicas de educação básica.

O MEC disponibiliza, em seu portal, um repositório com objetos educacionais que auxiliam no ensino, tais como: simulações, textos, vídeos, experimentos e músicas e ainda promove diferentes programas que incentivam a proliferação da informatização nas escolas, como, por exemplo, o Programa Banda Larga na Escola.

Outra estratégia que propõem melhorar o ensino de física e incentivar os alunos a se interessarem mais pelo ensino da área é o uso de experimentos nas aulas de física. Peruzzo (2013) destaca que, no Brasil, no Ensino Médio, é raro o uso de experimentos em sala de aula. As justificativas para a ausência do uso de experimentos se dá, segundo a autora, por vários fatores, como, por exemplo: falta de atividades preparadas, recursos insuficientes para compra e reposição de equipamentos, pouco tempo para o professor

planejar e montar o experimento, número excessivo de alunos por sala e despreparo do docente.

Por outro lado, Araújo e Abib (2003) destacam que o uso da experimentação como estratégia no ensino de física tem sido alvo de numerosas pesquisas na área, até o fim dos anos 2000. Os artigos analisados em sua pesquisa mostram que todos os autores defendem o uso da experimentação, baseados em dois pressupostos: capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse (favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem), e tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a ciência. Apesar de existirem várias pesquisas que reforçam o uso dos experimentos em sala de aula, a implementação de atividades experimentais nas escolas como parte integrante do currículo, ainda se encontra muito longe da realidade.

2 METODOLOGIA

Durante a execução deste trabalho, seguimos os passos atribuídos a pesquisa experimental propostos Chizzotti (1998): determinação do problema, organização da pesquisa, execução de pesquisa de campo e redação de texto. A pesquisa de campo foi desenvolvida em três etapas, conforme os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1994). Inicialmente, foi aplicado um questionário aberto com nove questões discursivas, contendo perguntas referentes à eletricidade e eletromagnetismo. Este tema foi escolhido com base nas dificuldades de ensino-aprendizagem relatadas pelos professores e alunos, a exemplo do que mostra Dorneles, Araújo e Veit (2006).

Na segunda etapa, realizamos as atividades de simulação e de experimentos com objetivo de ensinar os conteúdos trabalhados, sendo diferenciadas pela forma como foram realizadas, utilizando o laboratório de informática e o laboratório de física da escola, respectivamente. Nesta etapa, a construção do conhecimento foi orientada pela professora responsável pela disciplina, que forneceu explicações e suportes, durante a execução das atividades. As simulações utilizadas foram colhidas no portal do MEC, do programa Banco Internacional de Objetos Educacionais (SEED). Os experimentos foram desenvolvidos a partir das simulações escolhidas, de tal modo que os dois tipos de atividades, simulações e experimentos abordassem os mesmos conteúdos.

Na terceira etapa, reaplicou-se as questões específicas dos temas trabalhados nas simulações e nos experimentos. Esta etapa visava avaliar se as atividades realizadas pelos estudantes os auxiliaram a melhor compreender os conceitos de eletricidade e magnetismo.

As atividades foram realizadas com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, do Centro de Ensino Liceu Maranhense – uma escola pública estadual na cidade de São Luís, Maranhão – aplicadas em três turmas, com aproximadamente 40 alunos cada, e desenvolvidas durante o primeiro semestre de 2015. Cada turma foi dividida em dois grupos, igualmente distribuídos. Um grupo desenvolveu estudos apenas com as simulações, enquanto o outro grupo estudou apenas com experimentos. A escolha dos integrantes de cada grupo foi feita de acordo com a lista de presença da turma: números pares participaram de uma atividade, enquanto os de números ímpares de outra. Isso se fez necessário devido à falta de materiais para todos os estudantes e devido ao número demasiado de alunos por turma. Os grupos ficaram sob orientações distintas: os que desenvolveram atividades experimentais ficaram sob responsabilidade da professora da disciplina, enquanto os que utilizaram as simulações ficaram sob orientação da primeira autora, concluinte do curso de licenciatura em física.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O questionário aplicado como atividade inicial, composto por nove questões, envolveu especificamente os temas eletricidade e magnetismo, focando os tópicos cargas elétricas, eletrostática, resistores, capacitores, campo elétrico e eletromagnetismo. Teve como objetivo analisar o conhecimento prévio dos alunos. O questionário, aplicado nas três turmas, foi respondido individualmente e sem consultas, em aulas de 45 minutos. Todas as perguntas eram abertas e foram elaboradas de maneira impessoal e direta. Após a realização das atividades, aplicou-se novamente o questionário, a fim de verificarmos possíveis distinções de aprendizagem entre os alunos que desenvolveram atividades de simulações e os que realizaram experimentos.

Inicialmente, analisamos o número de estudantes que responderam todas as perguntas propostas no questionário, antes e depois das atividades de simulação ou experimento, sem levarmos em consideração se as questões foram respondidas de maneira correta ou não. Constatamos que, aproximadamente, 25% dos alunos responderam todo o questionário, antes de realizarem as atividades. Após realizarem as atividades com simulações ou experimentos, aumentou para 50% o número de alunos que responderam todo o questionário, sendo que, nesta etapa, os alunos apresentaram maior clareza e domínio de conteúdo em suas respostas.

Numa segunda etapa, selecionamos somente as respostas corretas ao questionário aplicado antes e depois das atividades de simulação e de experimento e calculamos por turmas o percentual de acertos. Os resultados estão mostrados na tabela 1. Para a construção desta tabela, computamos o número de estudantes que responderam cada questão e as respostas fora do contexto foram consideradas erradas. Fazendo uma média das questões respondidas corretamente pelos estudantes, podemos observar que houve melhora nas respostas, após a realização das atividades de simulação e de experimento. Destacamos que os temas carga elétrica e eletrostática eram familiares aos alunos, constatado pela média das respostas das três turmas, ao apresentaram poucas alterações depois de realizadas as atividades de simulações e de experimentos. Por outro lado, as respostas nos temas resistor e capacitores, as quais levam em consideração os dispositivos (questões 3 a 5), as respostas antes e depois mostram aumento significativo de acertos, após a realização das atividades de simulações e de experimentos, sendo a Turma A com maior desempenho. Na questão 3, que trata do tema linhas de campo elétrico, observamos desempenho significativo dos alunos após a realização da atividade, simulação ou experimento. A questão 7, sobre o entendimento do que seja eletromagnetismo, a Turma A teve acertos de 70% a mais em relação as respostas iniciais. As Turmas B e C também apresentaram aumentos significativos de respostas corretas, após realizarem as simulações e os experimentos.

Na questão 8, referente a ímãs, as três turmas mostraram ter conhecimento prévio do tema e as atividades desenvolvidas pareceram não ter contribuído significativamente para aumento do número de acertos das respostas. Embora a Turma A mostre aumento significativo na questão 8c, as Turmas B e C diminuiu o número de acertos, pois, nesta atividade, observamos que os alunos estavam dispersos, com conversa entre eles, mostrando pouco interesse na atividade.

Na questão 9, sobre indução eletromagnética, observamos que os alunos desconheciam o fenômeno e que, mesmo após realização das atividades de simulações e de experimentos, a maioria dos estudantes apresentou dificuldades para responder à questão corretamente.

Tabela 1 – Acertos percentuais dos alunos das Turmas A, B e C antes (depois) de realizarem as atividades com simulações e de experimentos

Questionário	Turma A (%)	Turma B (%)	Turma C (%)
1. O que você entende por carga elétrica?	24 (61)	45 (44)	52 (61)
2. Explique o que é eletrostática.	35 (61)	62 (44)	56 (61)
3. Explique o que você entende por um resistor elétrico.	6 (41)	7 (60)	20 (41)
4. O que seria associação de resistores e para que serve?	0 (25)	7 (40)	12 (26)
5. O que é um capacitor elétrico? E associação de capacitores?	0 (60)	0 (68)	12 (60)
6. O que são linhas de campo elétrico?	0 (51)	7 (60)	8 (51)
7. O que você entende sobre Eletromagnetismo? Explique.	3 (73)	21 (51)	40 (84)
8. Diga o que ocorre nas seguintes situações:			
(a) Caso eu corte um ímã em dois pedaços, o que ocorrerá? E se cortasse em quatro ou mais pedaços?	21 (39)	45 (48)	44 (49)
(b) É possível obter um único polo, ou seja, um único polo norte ou um único polo sul?	24 (47)	45 (44)	52 (49)
(c) Em quantos pedaços terei que dividir o ímã para separar o polo norte do polo sul?	9 (43)	38 (41)	36 (43)
9. O que você entende pela Lei de Faraday?	0 (5)	0 (0)	4 (10)

Fonte: Elaborada pelas autoras.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a execução das atividades, foram observadas características dos estudantes e o ambiente em que a pesquisa foi realizada.

A professora e a graduanda, responsáveis pela construção das atividades com os alunos, constataram déficit de atenção dos estudantes, ao dispersarem, com facilidade, a atenção daquilo que estava sendo estudado. Embora as turmas fossem do terceiro ano do ensino médio, os alunos apresentaram dificuldades em fazer simples operações matemáticas, como soma de frações e somas simples.

As atividades com simulações foram desenvolvidas usando um computador para dois alunos, mas ambos realizaram as atividades e conseguiram, com o auxílio da graduanda, resolver as tarefas propostas.

Nas atividades experimentais, o déficit de atenção foi maior do que com os estudantes que realizaram as simulações, o que atribuímos ao número reduzido de material para uso no laboratório. Constatamos, também, que as simulações computacionais apresentaram limitações de execução, nem todas as atividades estudadas na teoria puderam ser representadas nas simulações computacionais, a exemplo dos circuitos, que somente alguns puderam ser montados nos simuladores. Nas atividades experimentais, as limitações se deram pela ausência de materiais associada ao alto custo para adquiri-los. O tempo disponível a montagem dos experimentos e de assistência aos 40 alunos, seja no laboratório experimental, seja no de simulação, é outro desafio, como evidencia a professora das turmas em depoimento sobre a experiência na realização das atividades:

Nas escolas públicas de nossa cidade, em geral, não há um profissional disponível para ajudar o professor nas atividades extraclasse. No caso das ciências, não existe um técnico ou outro professor dedicado ao laboratório. Para nós professores que estamos em sala de aula com toda a gama de atividades burocráticas a serem cumpridas, assumir mais uma tarefa – atuar nos laboratórios – se torna bem complicado. Se considerarmos ainda, a grande quantidade de alunos em sala (cerca de 40), a dificuldade aumenta mais ainda, sendo desestimulo para nós professores tentar inserir em nossas práticas educacionais as experiências em laboratório. A realização destas atividades enriqueceram bastante meu trabalho ao explorar diferentes formas de trabalhar os conteúdos na aula, inclusive despertaram em muitos alunos um brilho nos olhos ao verem os fenômenos acontecendo na sua frente.

Percebemos que o uso de diferentes ferramentas para auxiliar as aulas trouxe nova perspectiva para os alunos, mas também, foi uma experiência enriquecedora para

a professora das turmas. As dificuldades para a execução das atividades experimentais, como o número de alunos por turmas, excessiva carga de trabalho e ausência de um professor auxiliar nos laboratórios, evidenciam que a simples existência de laboratório não garante seu uso pelos alunos.

Em relação aos espaços em que foram realizadas as atividades, o laboratório de física possui bons equipamentos, a maioria em perfeitas condições de uso, mas, devido à ausência de disponibilidade de professores na escola, são pouco utilizados. Por outro lado, no laboratório de informática, que possui 14 computadores funcionando, no período em que foi utilizado em nossas atividades, o ar condicionado da sala não funcionou, causando desconforto aos alunos e prejudicando o rendimento da aprendizagem das aulas.

Esse estudo permitiu mostrar possibilidades de utilização, em escolas públicas, de dois recursos essenciais para o ensino da física, simulações computacionais e atividades experimentais. Mostrou também que, mesmo diante das dificuldades estruturais da escola pública, é possível o uso de diferentes recursos nas aulas de física, como fator importante para melhor compreensão dos conceitos estudados.

Tendo por base este trabalho, consideramos que as atividades envolvendo simulações computacionais são mais viáveis de serem realizadas, considerando a diversidade de simulações disponíveis no portal do MEC, o interesse e a habilidade dos alunos pelo uso de computadores.

Destacamos ainda a possibilidade de estimular os alunos e os professores a utilizar o Banco Internacional de Objetos Educacionais, levando em consideração que podem ser utilizados fora do ambiente escolar e ainda é pouco conhecido por professores da escola básica.

A utilização de ferramentas, como simulações computacionais e atividades experimentais, são possíveis de serem realizadas no ensino da educação básica em disciplinas como a física para proporcionar a aprendizagem científica e cultural da população brasileira, mas em algumas situações as dificuldades estão muito além da disposição e dos esforços dos professores em motivar seus alunos para a aprendizagem, dependendo também de políticas públicas de incentivos para a educação e órgão governamentais responsáveis.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. *Física para o Brasil: pensando o futuro*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Ensino de Física, 2005.
- CHIZZOTTI, A. *Pesquisas em ciências humanas e sociais*. São Paulo: Cortez, 1998.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. *Metodologia do ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- DORNELES, P. F. T.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I - circuitos elétricos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Resultados do Censo Escolar 2014 – Maranhão*. Disponível em: < <http://inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA.
Resultados do Enem 2015 das Escolas com ensino médio Integrado à Educação Profissional
Disponível em: < http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/confira-os-resultados-do-enem-2015-das-escolas-com-ensino-medio-integrado-a-educacao-profissional/21206 >. Acesso em: 01 nov. 2016.

NASCIMENTO, J. K. F. *Informática aplicada à educação*. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

PENA, F. L. A.; FILHO, A. R. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. *Caderno Brasileiro Ensino Física*, v. 25, n. 3, p. 424-438, dez. 2008.

PERUZZO, J. *A física através do experimento: termodinâmica, ondulatória e óptica*. Irani (SC): [s.n.], 2013. v. 2.

ROSA, P. R. S. O uso de computadores no ensino de física: parte I - potencialidades e uso real. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 182-195, mar./jun. 1995.