

Educação a Distância (EaD) em Física Médica

Wellington Furtado Pimenta Neves-Junior¹

Cecília Maria Kalil Haddad²

Fernando Sequeira Sousa³

Ivan Torres Pisa⁴

NEVES-JUNIOR, W.F.P. et al. Distance education within medical physics. *Interface - Comunic., Saude, Educ.*, v.15, n.39, p.1199-1206, out./dez. 2011.

Pre-service and in-service education relating to medical physics have peculiar characteristics since this is an interdisciplinary field with constant technological evolution. In countries like Brazil, several barriers exist, such as small numbers of professionals who are geographically poorly distributed, low financial resources and few options for information access, thereby hindering and delaying the incorporation and dissemination of new techniques that could have an impact on healthcare quality. This literature review evaluated the role of distance education within medical physics, and portrayed its applicability through identifying relevant experiences. Studies have shown that distance education within this field presents interesting characteristics, such as high pedagogical effectiveness and economic efficiency, which enables massive use of multimedia resources with wide geographical coverage, in a manageable way. Therefore, distance education has potential to overcome the barriers and meet the needs.

Keywords: Higher education. Pre-service education. Education continuing. Distance education. Medical Physics.

A formação inicial e continuada de profissionais de física médica possui características peculiares por ser uma área interdisciplinar, de evolução tecnológica constante. Em países como o Brasil, existem barreiras como: pequeno número de profissionais, geograficamente mal distribuídos, baixos recursos financeiros, e poucas opções em termos de acesso à informação, dificultando a incorporação e disseminação de novas técnicas que impactam na qualidade do atendimento em saúde. Esta revisão da literatura se propôs a avaliar o papel da EaD na educação de físicos médicos, retratando sua aplicabilidade mediante a identificação de experiências relevantes. Os trabalhos mostram que a EaD tem características interessantes para a área, tais como alta efetividade pedagógica e eficiência econômica, possibilitando o uso massivo de recursos multimídia, com grande abrangência geográfica e de forma gerenciável. Portanto tem potencial para superar as barreiras e suprir carências da área.

Palavras-chave: Educação Superior. Formação inicial. Educação continuada. Educação a Distância. Física Médica.

^{1,2} Departamento de Radioterapia, Centro de Oncologia, Hospital Sírio-Libanês. Rua Dona Adma Jafet, 91, Bela Vista. São Paulo, SP, Brasil. 01.308-050. wfmjunior@hsl.org.br

³ Pós-Graduação em Informática em Saúde, Universidade Federal de São Paulo.

⁴ Departamento de Informática em Saúde, Universidade Federal de São Paulo.

Introdução

A física médica é um ramo da física altamente especializado, interdisciplinar e que lida com tecnologias e métodos em constante evolução. Essas características fazem com que a educação tanto em nível de formação quanto de atualização profissional tenha características peculiares, sobretudo por envolver diferentes áreas do conhecimento (ciências exatas, biológicas e da saúde), e, também, necessariamente ter de acompanhar os rápidos avanços da tecnologia médica. As principais áreas de atuação da física médica são: radiologia diagnóstica e intervencionista, medicina nuclear e radioterapia (ABFM, 2011).

Um dos principais desafios do ensino em física médica é a própria criação de recursos e materiais educacionais devido à alta especificidade, grande volume e necessidade de reformulação periódica (Tabakov, 2005).

Tal contexto representa uma grande dificuldade para a capacitação de novos profissionais, e, especialmente, para atualização dos que já estão no mercado de trabalho. Como reflexo, a falta de profissionais atualizados, muitas vezes, impede a incorporação de técnicas mais modernas e complexas na prática clínica (Barton, Thode, 2010; Routsis et al., 2010).

Essa realidade é ainda mais agravada em cenários de países em desenvolvimento, entre os quais o Brasil é um exemplo. O país conta com relativamente poucos profissionais, que são geograficamente mal distribuídos num território de grandes dimensões (mais concentrados nas regiões Sul e Sudeste, e, em menor número, no Nordeste e, sobretudo, no Norte), onde os recursos financeiros também são mal distribuídos. As únicas opções disponíveis no Brasil para educação profissional continuada são: a participação em congressos, ou a realização de estágios de curta duração em centros considerados de referência – ambos naturalmente concentrados nas regiões em que existem mais profissionais trabalhando. Portanto, considerando as questões geográficas e econômicas e as opções disponíveis, verifica-se um panorama constituído de um conjunto de barreiras que não só dificultam, mas, até mesmo, impedem os profissionais de se manterem atualizados; especialmente aqueles de regiões mais carentes e distantes e os que trabalham em centros menores, com menos recursos e que, por vezes, nem têm possibilidade de se ausentar, por um período estendido, para uma atividade de estágio ou treinamento, por exemplo.

Este trabalho tem por objetivo revisar o papel da Educação a Distância (EaD) aplicada à física médica frente às carências e dificuldades do ensino profissionalizante, sobretudo no âmbito da atualização profissional. São apresentados exemplos de casos publicados em literatura e, também, a experiência do Brasil, que mostram que a EaD é uma ferramenta a ser explorada para suprir as necessidades da área.

Materiais e métodos

Realizou-se uma revisão da literatura em busca de artigos descrevendo experiências de uso da EaD em Física Médica. Foram utilizadas as bases de dados Science Direct⁵ e ISI Web of Knowledge⁶, filtrando-se pelas seguintes áreas de interesse: física, oncologia, radiologia, medicina nuclear e imagens médicas, ciência e tecnologia – outros tópicos, ciências da vida e biomedicina – outros tópicos, e SciELO⁷. Os termos utilizados nas buscas foram: “*distance learning*” OU “*e-learning*” E “*medical physics*”. Não foi feita nenhuma restrição quanto à data da publicação.

⁵ ELSEVIER, B.V. **Science Direct**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 19 ago. 2011.

⁶ THOMSON REUTERS. **ISI web of knowledge**. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com/>>. Acesso em: 19 ago. 2011.

⁷ SciELO - **Scientific Electronic Library Online**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 19 ago. 2011.

Os resultados obtidos por meio das buscas foram ordenados por relevância, e foram selecionados artigos que detalhavam experiências práticas de EaD nas áreas principais de física médica. Foram incluídos, também, artigos que discutem ensino em física médica, focando em metodologias à distância. Foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: artigos não relacionados com física médica; artigos que apenas citavam EaD como opção, mas não traziam um projeto real de curso baseado em EaD; artigos que tratavam de cursos de EaD voltados especificamente para temas não diretamente relacionados com a física médica.

Dos artigos identificados, foram selecionados trabalhos que apresentavam projetos de relevância continental para serem apresentados em maior detalhe.

Resultados

A busca na base Science Direct resultou em 55 artigos e, após se aplicarem os critérios de seleção, 16 foram considerados relevantes. O resultado da busca na base Web of Knowledge resultou em 80 artigos, dos quais dez foram considerados relevantes (seis deles coincidiram com resultados da base Science Direct). Nenhum artigo foi encontrado a partir da busca na base SciElo. No total, foram identificados vinte artigos tratando especificamente de discussões e experiências quanto ao uso de EaD para a educação e treinamento de físicos médicos. Na busca por uma experiência brasileira, somente foi encontrado um trabalho apresentado em congresso sob forma de pôster. Destes, serão apresentadas três experiências de maior impacto e a experiência brasileira (Inca, 2010) ainda não publicada em formato de artigo.

Dentre eles, destaca-se o projeto desenvolvido por um consórcio entre diversas universidades e hospitais da Europa, focado no desenvolvimento de ensino de radiologia médica, denominado EMERALD (<http://www.emerald2.net>) (Tabakov et al., 2005). Trata-se de um projeto privado, composto originalmente por três módulos, compreendendo os seguintes temas: Física da Radiologia Diagnóstica por Raios-X, Física da Medicina Nuclear e Física da Radioterapia. O sistema desenvolvido foi também reutilizado para a construção de mais dois módulos: Ultrassom Diagnóstico e Ressonância Magnética Nuclear. O conceito de treinamento do EMERALD baseia-se no desenvolvimento de habilidades e competências por meio da execução prática de tarefas específicas. Cada módulo contém uma série de capítulos, organizados em um calendário estruturado, onde a duração de cada elemento foi cuidadosamente selecionada, e, também, uma sequência de, aproximadamente, cinquenta tarefas que, em conjunto, gradualmente irão construir a competência necessária. Cada tarefa é apresentada com um tempo mínimo para ser completada, levando, em média, de um a dois dias de trabalho, embora algumas possam ser estendidas por períodos maiores em função de disponibilidade limitada de equipamentos. Todas as atividades precisam ser supervisionadas por um profissional da área, que também deve acompanhar todo o processo de aprendizado. No total, são necessários oitenta dias (quatro meses) para se completar cada módulo. O material didático de cada módulo de treinamento é composto por um livro do estudante (com teoria e tarefas práticas) e um cd-rom contendo uma biblioteca de imagens. Tal material também está disponível numa plataforma WEB composta por textos em PDF contendo *links* para a biblioteca de imagens aberta separadamente. Para exemplificar o método de ensino, em um dos capítulos do módulo Física da Radiologia Diagnóstica por Raios-X, intitulado "Tubo de Raios-X: Radiação de Fuga e Filtros", o aluno deve: executar experimento para determinar qual é o ponto de maior fuga de radiação pela blindagem de um tubo de raios-X; medir a exposição neste ponto e determinar a taxa de dose e, também, executar experimento para avaliar a filtração total de saída do tubo de raios-X, determinando a camada semirredutora em alumínio.

Outro projeto interessante a ser destacado é o denominado Curso de Ciências Aplicadas da Oncologia (ASOC) (Barton; Thode, 2010), que é patrocinado por um grupo de 17 países integrantes do Acordo Cooperativo Regional da Ásia e Pacífico para Pesquisa, Desenvolvimento e Treinamento em Ciências Nucleares e Tecnologia, com o apoio da Agência Nacional de Energia Atômica (IAEA). Este projeto é voltado para o treinamento não só de físicos médicos em radioterapia, mas, também, para médicos radioterapeutas, técnicos de radioterapia (que executam tratamentos e operam as máquinas) e

demais profissionais envolvidos na área (enfermagem, psicólogos etc.). O objetivo do ASOC é prover aprendizado à distância via CD-ROM para complementar o ensino local, sobretudo em países de baixa e média renda, onde, apesar de haver possibilidade de treinamento clínico, o acesso é muito limitado ao ensino especializado em tópicos fundamentais de Radioterapia, como Radiobiologia e Física das Radiações. Nesses países, é necessário que os profissionais façam parte do treinamento fora do país e, com o ASOC, espera-se diminuir esta necessidade. O material do curso está disponibilizado gratuitamente na internet, podendo ser feito o download pelo site: <http://www.iaea.org/Publications/Training/Aso/register.html>. No total, são oitenta módulos, cada um equivalente a uma hora de ensino, agrupados em oito tópicos: Comunicação, Avaliação Crítica, Anatomia Funcional (oncologicamente relevante), Biologia Molecular, Patologia e Patogênese, Cuidados com o Paciente (Ciência Paliativa), Física e Tecnologia das Radiações, Radiobiologia, Terapia Sistêmica para Câncer (Quimioterapia, Terapia Endócrina e Imunomoduladores).

De acordo com Routsis et al. (2010), o crescente número de evidências apontando para os benefícios clínicos do uso de Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT, uma modalidade de radioterapia de alta complexidade) fez com que a técnica passasse a ser altamente recomendada como opção de tratamento para os pacientes da Inglaterra. No entanto, a implantação clínica da nova tecnologia foi muito lenta (problema que, atualmente, também pode ser verificado no Brasil). Uma das razões identificadas para este fato foi a necessidade de se aumentar a confiança dos profissionais que compõem o corpo clínico de oncologia, melhorando a compreensão e habilidades técnicas que são requisitos para IMRT – na prática, o que se verifica é que o maior desafio à implantação deste tipo de tecnologia é o da equipe de físicos médicos, em virtude de novos conceitos, ferramentas, sistemas e mecanismos de controle de qualidade indispensáveis para IMRT. Dentre as várias soluções apontadas pelos autores, as técnicas de EaD foram destacadas como ferramenta principal pela facilidade em termos de acessibilidade e pela possibilidade de atualização rápida do material. Foram desenvolvidos um conjunto de três projetos, incluindo um ambiente virtual tridimensional, que simula uma sala de radioterapia, que permitiu aos estudantes desenvolverem aptidões práticas e físicas sem consumir tempo de recursos clínicos.

No Brasil, a EaD vem sendo usada com sucesso na área da saúde (Leite et al., 2010; Paulon, Carneiro, 2009; Bernardo et al., 2004), em especial na radiologia (Pires et al., 2008; Ferreira Junior et al., 2007; Ângelo, Schiabel, 2002), e, inclusive, no desenvolvimento de ferramentas voltadas para o público leigo (Falcão et al., 2009). Apesar de não ter sido possível identificar nenhum artigo científico relatando a experiência brasileira com EaD em Física Médica, no Brasil, a EaD está sendo utilizada na formação e reciclagem de físicos médicos em radioterapia, por intermédio de uma iniciativa pioneira, na América Latina, do Programa de Qualidade em Radioterapia (PQRT) do Instituto Nacional do Câncer (INCa) (<http://www.inca.gov.br/pqrt>). Atualmente, são oferecidos dois cursos totalmente gratuitos: “O elétron na radioterapia” e “Braquiterapia de alta taxa de dose para físicos”, tanto em português quanto em espanhol. A metodologia dos cursos é totalmente à distância, e os alunos recebem um kit composto por um livro e um cd-rom; além disso, há um Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle), com uma biblioteca digital e recursos para interação entre alunos e tutores dos cursos (profissionais de reconhecida competência na área). A proposta pedagógica do curso, segundo Souza, Alves e Araújo (2010), “fundamenta-se nos princípios básicos do construtivismo, que reconhece o indivíduo como agente ativo de seu próprio conhecimento, construindo significados e definindo sentidos e representações da realidade de acordo com suas experiências e vivências”. Portanto, ambos os cursos trabalham tanto bases teóricas quanto, sobretudo, propostas de atividades práticas e tarefas a serem desenvolvidas pelos alunos em seus respectivos serviços, que devem, inclusive, submeter seus resultados experimentais e relatórios para avaliação dos tutores.

O curso “O elétron na radioterapia” tem carga horária de quarenta horas, com duração de sessenta dias, e é subdividido em três módulos de aprendizagem: “Utilização de feixes de elétrons em aceleradores clínicos (histórico, processo de produção e aplicações)”; “Os equipamentos de dosimetria e os métodos de calibração”, e “Controle de Qualidade”. Segundo dados fornecidos pelo coordenador do projeto, Roberto Solomon de Souza, através de comunicação pessoal, desde 2005, o curso vem sendo oferecido até duas vezes ao ano, totalizando, até agora, nove turmas com 158 alunos inscritos. A

oferta da versão em espanhol do curso se iniciou em 2009 e, até então, foram três turmas, com um total de 41 alunos de dez países diferentes (América Latina e Europa). Resultados observados pelo PQRT, através de avaliações em aceleradores lineares de elétrons no Brasil, apontam que, antes de o curso ser oferecido, cerca de 35% dos equipamentos estavam com seus fatores de calibração fora da tolerância especificada pelo protocolo TRS 398 (IAEA, 2000), enquanto em levantamentos atuais, foram verificados que 25% dos equipamentos ainda se encontram nesta situação. Apesar de o número de equipamentos não conformes ainda ser alto, houve uma melhora significativa durante o período em que o curso foi oferecido.

O curso “Braquiterapia de alta taxa de dose para físicos” tem carga horária de vinte horas e duração de trinta dias, e é subdividido em quatro unidades: “A radioatividade e a braquiterapia: abordagem histórica”, “Aspectos clínicos da braquiterapia”, “A calibração e seus equipamentos” e “O controle de qualidade e prevenção de acidentes”. Também, de acordo com dados fornecidos por Souza, o curso, iniciado em 2009, formou quatro turmas, com um total de 77 alunos. A edição em espanhol do curso foi iniciada recentemente, em 2010, sendo que a primeira turma teve nove inscritos de quatro países diferentes.

Discussão

Em vista do cenário da educação profissional em Física Médica, métodos e ferramentas de EaD têm sido aplicados e apresentam um grande potencial para superar as barreiras apresentadas (Barton, Thode, 2010; Routsis et al., 2010; Tabakov, 2005; Woo, Ng, 2003). Segundo Tabakov (2005), o uso das vantagens da EaD é quase “imperativo” para a educação e treinamento profissional em Física Médica, e as três principais razões são:

- a) Efetividade pedagógica (melhor aprendizado);
- b) Eficiência econômica;
- c) Aprendizado gerenciável.

De acordo com Sprawls (2005), a efetividade do aprendizado pode ser definida como o resultado de uma atividade educacional em termos da habilidade demonstrada por um aluno em realizar tarefas específicas resolutoras de problemas de sua profissão ou ocupação. Nestes termos, o enriquecimento no aprendizado promovido pela EaD, especialmente quando aplicada ao ensino de ciência e tecnologia, está diretamente relacionado com a possibilidade de melhorar a qualidade dos materiais didáticos a serem disponibilizados ao aluno (Tabakov, 2005). A EaD possibilita a combinação de diferentes tipos de mídia, que vão além do tradicional discurso verbal, simbologia matemática e representações em quadro-negro, tais como: a utilização de imagens, vídeos, animações, esquemas interativos que simulam experimentos e dispositivos que facilitam, em muito, a compreensão de fenômenos, aproximando-se muito mais da realidade e tornando a experiência de aprendizado muito mais efetiva. No caso do ensino em Física Médica, o benefício não está somente na possibilidade da inclusão de um grande volume de imagens, mas, especialmente, no uso de simulações para explicar e ilustrar as bases científicas e o funcionamento complexo de vários tipos de tecnologias e equipamentos utilizados na área médica, tais como: tomógrafos de ressonância magnética, tomografia por emissão de pósitrons (PET), radioterapia com modulação da intensidade do feixe, ultrassonografia etc.

A EaD oferece alta eficiência econômica, uma vez que torna possível que cada professor tenha mais alunos, com uma grande abrangência geográfica que independe da distância, já que tanto professores quanto alunos não precisam se deslocar para participar das atividades, sejam elas baseadas em interações não sincronizadas (através de troca de mensagens ou fóruns) ou em tempo real (Woo, Ng, 2003). Outro fator economicamente importante é o fato de os materiais desenvolvidos para EaD serem de fácil atualização, o que é fundamental num contexto tão dinâmico quanto a Física Médica. Aliado a isto, o uso da internet como meio de entrega de conteúdo de forma quase instantânea faz com que a EaD seja uma estratégia praticamente incomparável em termos de dinamismo (Tabakov, 2005; Woo, Ng, 2003).

Com relação ao gerenciamento do aprendizado, a incorporação de questionários interativos ao longo de módulos permite avaliar a compreensão do assunto por parte do aluno e, inclusive, liberar acesso a

novos conteúdos de forma gradual, à medida que notas mínimas são alcançadas. Um modelo de aplicação deste método, no gerenciamento de ensino em engenharia biomédica, foi descrito por Hutten, Stiegmarei e Rauchegher (2005). No caso de cursos de atualização profissional em Física Médica, os alunos devem ter à disposição equipamentos necessários para a rotina de trabalho e que podem ser utilizados em exercícios e experimentos práticos, cujos resultados podem ser enviados como forma de método de avaliação.

As características da EaD viabilizam a disseminação efetiva do conhecimento, para, inclusive, áreas geograficamente distantes e remotas, de forma economicamente eficiente e gerenciável. Sendo assim, trata-se de uma ferramenta de impacto social, que está sendo utilizada na capacitação de profissionais de física médica com o intuito de melhorar a qualidade do atendimento em saúde – um dos exemplos é o curso ASOC, promovido pela IAEA (Barton, Thode, 2010).

O Brasil, apesar de ainda carecer muito de investimentos para modernização da tecnologia em saúde, nos últimos anos, tem avançado neste processo graças à boa situação econômica e por recentes reajustes de valores da tabela do SUS, especialmente para procedimentos de radioterapia (Brasil, 2010). Apesar de não haver dados oficiais, este contexto tem levado instituições a investirem em novos equipamentos e tecnologias, como, por exemplo, a Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT). Sendo assim, pode ser prevista uma demanda crescente por profissionais qualificados, que deve ser suprida, sobretudo, através da atualização daqueles que já estão no mercado de trabalho. Frente a este panorama, conforme foi discutido, a EaD pode ser aplicada no Brasil, onde existem instituições e universidades com experiência em preparar cursos nos moldes de EaD. Porém, por se tratarem de assuntos específicos relacionados com tecnologias ainda pouco disseminadas, há necessidade de serem realizadas parcerias com centros de referência, que já tenham experiência com tais tecnologias. Portanto, com base em experiências e ideias relatadas em literatura, qualquer curso de EaD para Físicos Médicos no Brasil deve, idealmente, agregar pessoas com experiência em preparar cursos de EaD, Físicos Médicos especialistas e com experiência no tema; e, ainda, com incentivos e promoção de associações de classe (i.e.: ABFM, Colégio Brasileiro de Radiologia, Sociedade Brasileira de Radioterapia etc.) e, sobretudo, subsídio de órgãos governamentais nacionais e internacionais (como a IAEA).

Conclusão

As experiências abordadas nesse artigo mostram que o modelo de ensino a distância foi aplicado em diferentes contextos e realidades. Especificamente no Brasil, a experiência do PQRT mostra que este tipo de modelo de ensino é válido e aplicável às realidades do Brasil e da América Latina, e, inclusive, revela uma demanda importante a ser suprida. É fundamental que outras iniciativas deste tipo sejam criadas para atender, especialmente, à preparação de profissionais de física médica para tecnologias emergentes no Brasil, tais como: radiocirurgia, IMRT, tomografia por emissão de pósitrons (PET), tomógrafos de raios-X de última geração, entre outras.

A EaD é uma ferramenta que tem muito a oferecer para a educação em física médica, proporcionando vantagens únicas e, inclusive, desempenhando uma importante função social, contribuindo para a disseminação de informação e melhoria na qualidade do atendimento na área da saúde.

Agradecimentos

A Roberto Solomon de Souza, por, gentilmente, ter cedido dados atualizados sobre os cursos à distância promovidos pelo PQRT.

Colaboradores

Wellington Furtado Pimenta Neves-Junior foi o responsável pela idealização do trabalho, pesquisa, redação e revisão do manuscrito; Cecília Maria Kalil Haddad e Fernando Sequeira Sousa responsabilizaram-se pela revisão crítica e correção do manuscrito. Ivan Torres Pisa trabalhou na orientação, redação e revisão crítica final do manuscrito.

Referências

- ÂNGELO, M. F.; SCHIABEL, H. Uma ferramenta para treinamento na avaliação de imagens mamográficas via Internet. **Radiol. Bras.**, v.35, n.5, p.259-65, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FÍSICA MÉDICA - ABFM. Disponível em: <http://www.abfm.org.br/nabfm/n_home_fm.asp>. Acesso em: 19 ago. 2011.
- BARTON, M. B.; THODE, R. J. Distance learning in the applied sciences of oncology. **Radiother. Oncol.**, v.95, n.1, p.129-32, 2010.
- BERNARDO, V. et al. Web-based learning in undergraduate medical education: development and assessment of an online course on experimental surgery. **Int. J. Med. Inf.**, v.73, n.9-10, p.731-42, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde - SAS. Portaria nº420, de 25 de agosto de 2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 ago. 2010. Seção 1, p.81.
- FALCÃO, A.E.J. et al. InDeCS: método automatizado de classificação de páginas web de saúde usando mineração de texto e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). **J. Health Inf.**, v.1, n.1, p.18-24, 2009.
- HUTTEN, H.; STIEGMAIER, W.; RAUCHEGGER, G. KISS: a new approach to self-controlled e-learning of selected chapters in Medical Engineering and other fields at bachelor and master course level. **Med. Eng. Phys.**, v.27, n.7, p.611-6, 2005.
- INCA - Programa de Qualidade em Radioterapia - PQRT. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/pqrt/>>. Acesso em: 19 ago. 2011.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **TRS 398**: absorbed dose determination in external beam radiotherapy: an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2000. Disponível em: <http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrip/pdf_files/CoPV11b.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2011.
- FERREIRA JUNIOR, C.J. et al. Construção e avaliação de um programa educacional multimídia para o estudo da análise cefalométrica na Odontologia. **Rev. Inst. Cien. Saude**, v.25, n.2, p.179-85, 2007.
- LEITE, M. T. M. et al. Educação médica continuada online: potencial e desafios no cenário brasileiro Online continuing medical education: potential and challenges in the Brazilian context. **Rev. Bras. Educ. Med.**, v.34, n.1, p.141-9, 2010.
- PAULON, S.M.; CARNEIRO, M.L.F. A educação a distância como dispositivo de fomento às redes de cuidado em saúde. **Interface - Comunic., Saude, Educ.**, v.13, p.747-57, 2009.
- PIRES, S.R.; MEDEIROS, R.B.; ELIAS, S. QualIM®: software para treinamento na interpretação de imagens médicas digitais. **Radiol. Bras.**, v.41, n.6, p.391-5, 2008.

ROUTSIS, D. et al. Education and training for Intensity-modulated radiotherapy in the UK. **Clin. Oncol.**, v.22, n.8, p.675-80, 2010.

SOUZA, R.S.; ALVES, V.G.L.; ARAÚJO, A.M.C. A contribuição dos cursos a distância do programa de qualidade em radioterapia na atualização dos físicos médicos do Brasil e da América Latina. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE FÍSICA MÉDICA, 5., 2010, Cusco. **Anais...** Cusco, 2010. 1 cd-rom.

SPRAWLS, P. Re-engineering the process of medical imaging physics and technology education and training. **Med. Eng. Phys.**, v.27, n.7, p.625-32, 2005.

TABAKOV, S. et al. Development of educational image databases and e-books for medical physics training. **Med. Eng. Phys.**, v.27, n.7, p.591-8, 2005.

TABAKOV, S. e-Learning in medical engineering and physics. **Med. Eng. Phys.**, v.27, n.7, p.543-7, 2005.

WOO, M.K.; NG, K.H. A model for online interactive remote education for medical physics using the internet. **J. Med. Int. Res.**, v.5, n.1, p.e3, 2003.

NEVES-JUNIOR, W.F.P. et al. Educación a Distancia (EaD) en Física Médica. **Interface - Comunic., Saude, Educ.**, v.15, n.39, p.1199-1206, out./dez. 2011.

La formación y la educación continua de profesionales en física médica tiene características únicas, es un campo interdisciplinario, donde la tecnología está en evolución constante. Países como Brasil, tienen barreras como: número reducido de profesionales, geográficamente distribuidos de forma desigual, escasos recursos financieros y pocas opciones en términos de acceso a información, dificultando la incorporación y difusión de nuevas técnicas que afectan la calidad de atención en salud. Esta revisión de literatura evalúa el papel de EaD en la educación de físicos médicos, retratando su aplicabilidad mediante identificación de experiencias relevantes. Artículos muestran que EaD tiene características interesantes para la física médica, como alta eficacia pedagógica y eficiencia económica, permitiendo uso masivo de recursos mediáticos, con amplia cobertura geográfica y de forma manejable. Por lo tanto, la herramienta tiene potencial para superar los obstáculos y satisfacer las necesidades del área.

Palabras clave: Educación superior. Educación continua. Educación a distancia. Física Médica.

Recebido em 23/03/11. Aprovado em 11/08/11.