

Fundamentos de astronomia e astrofísica na modalidade a distância:

Uma disciplina para alunos de graduação em física

(*Fundamentals of Astronomy and Astrophysics by distance learning: A course for undergraduate Physics students*)

Maria de Fátima Oliveira Saraiva¹, Alexei Machado Muller, Eliane Angela Veit

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Recebido em 2/2/2015; Aceito em 31/5/2015; Publicado em 30/9/2015

A educação a distância (EAD) é uma importante alternativa para o ensino superior, mas na área de astronomia ainda há carência de materiais educacionais e avaliações sobre a qualidade de cursos ministrados nesta modalidade de ensino. Neste artigo relatamos uma experiência de cinco semestres consecutivos (de 2011/2 a 2013/2) em que uma disciplina de astronomia, do currículo de graduação em física na UFRGS, foi ministrada na modalidade EAD. Apresentamos o material didático elaborado e aplicado através da plataforma Moodle. A avaliação da aprendizagem foi feita através de atividades propostas no ambiente virtual e de provas presenciais. Considerando os resultados globais dos cinco semestres, verificamos que: os índices de aprovação entre os estudantes da licenciatura tiveram uma pequena melhora comparada aos resultados dos cinco semestres anteriores, em que a disciplina foi oferecida somente na modalidade presencial; a procura pela turma noturna (oferecida em EAD) aumentou levemente e as taxas de evasão não sofreram alteração significativa. Ficou aquém do esperado a interatividade entre os alunos no ambiente virtual. Concluímos que a disciplina oferecida na modalidade EAD manteve a qualidade de ensino-aprendizagem no mesmo nível da disciplina presencial e que, para alguns alunos, o ensino a distância pode ser mais efetivo do que o presencial. Entretanto, há necessidade de aperfeiçoar a metodologia para atingir um número maior de estudantes.

Palavras-chave: astronomia, educação a distância, ensino superior, material didático.

Distance education is an important option for higher education; however, the Astronomy field still lacks educational material and assessments of the quality of courses taught in this modality. In this paper, we report an experience of five consecutive semesters (from 2011/2 to 2013/2) in which an Astronomy course for undergraduate students of Physics at UFRGS was delivered via distance education. We describe the teaching material that was developed and implemented on the Moodle platform. Learning was assessed by online activities and face-to-face exams. Considering the overall results after five semesters, we found that: passing rates among students showed a small improvement compared to the results of the previous five semesters, when the course was offered only in the face-to-face classroom mode; demand for evening classes (delivered through distance education) increased slightly; and dropout rates did not change significantly. Interactivity among students in the virtual environment was below expectations. We conclude that the quality of distance teaching and learning is the same as in the face-to-face mode, and that, for some students, distance education can be more effective than traditional methods. Nevertheless, improvements are necessary in order to reach a larger number of students.

Keywords: astronomy, distance learning, higher education, courseware.

1. Introdução

A educação a distância (EAD)² é uma realidade no Brasil e no mundo. Apesar do preconceito de que ainda é cercada, aos poucos essa modalidade de ensino vai perdendo o estigma de baixa qualidade para se estabelecer não apenas como meio de ampliar o acesso ao ensino superior, mas principalmente pelo seu potencial de me-

lhorar da qualidade de ensino [1,2]. Na última década, as tendências mais promissoras têm convergido para um modelo misto, parte presencial, parte a distância [1,3,4] e já existem indicações de que esse modelo pode ser mais eficiente do que o totalmente presencial [5].

Explorar a facilidade de acesso ao ensino superior oferecida pela EAD é especialmente importante na formação e no aperfeiçoamento de professores de física

¹E-mail: fatima@if.ufrgs.br.

²Neste artigo adotamos a sigla EAD como sinônimo de educação a distância *online*.

para atender à reconhecida carência desses profissionais no Ensino Médio [6-8]. A possibilidade de sucesso dessa medida é apoiada por uma pesquisa de Santana [9], na qual ele mostra que os alunos de licenciatura egressos de cursos EAD são absorvidos mais rapidamente no mercado de trabalho do que os egressos de cursos presenciais, sem distinção salarial no ato da contratação.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) oferece cursos na modalidade EAD desde 2007, quando passou a integrar a Universidade Aberta do Brasil [10]; a partir de 2010 a UFRGS passou a incentivar o desenvolvimento de tecnologias para EAD aplicáveis não apenas aos cursos a distância, mas também aos cursos presenciais. Isso nos motivou a propor a oferta, na modalidade EAD, de uma disciplina de astronomia que faz parte do currículo dos cursos de graduação em física. A disciplina, chamada Fundamentos de Astronomia e Astrofísica (identificada pelo código FIS02010), é oferecida pelo Departamento de Astronomia, semestralmente, em três turmas em diferentes turnos: manhã, tarde e noite. Propusemos usar a modalidade EAD na turma da noite, visando principalmente alunos do curso noturno de licenciatura em física, visto que muitos desses alunos trabalham e têm maior dificuldade de comparecer às aulas com a frequência necessária ao ensino presencial.

Para possibilitar a oferta de FIS02010 na modalidade EAD, elaboramos um módulo didático contendo todo o conteúdo programático da disciplina. Tomamos como base o hipertexto *Astronomia e Astrofísica* [11], que fora desenvolvido ao longo de vários anos, com a finalidade primeira de servir de literatura básica atual, em português, de fácil acesso e gratuita, para os alunos dessa disciplina.

Neste artigo apresentamos o material produzido e relatamos a sua aplicação em uma turma noturna da disciplina Fundamentos de Astronomia e Astrofísica, ministrada na modalidade EAD, durante cinco semestres letivos consecutivos a partir de 2011/2³ [12]. Uma descrição circunstanciada da primeira aplicação desse material, assim como maior fundamentação teórica, consta na dissertação de mestrado de Müller [13].

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 realizamos uma breve revisão da literatura sobre disciplinas e cursos de astronomia a distância existentes no Brasil; na seção 3 explicamos como funciona a disciplina em cujo contexto este trabalho foi realizado e na seção 4 apresentamos o referencial pedagógico utilizado; o material didático produzido é descrito resumidamente na seção 5; na seção 6 relatamos o desenvolvimento da disciplina durante cinco semestres letivos, incluindo os procedimentos de avaliação utilizados e os

resultados obtidos; na seção 7 fazemos uma comparação do desempenho médio dos estudantes da disciplina na modalidade EAD com o desempenho dos estudantes da mesma disciplina na modalidade presencial; na seção 8 descrevermos a avaliação discente e expomos as considerações finais na seção 9.

2. Astronomia no ensino superior a distância

Uma pesquisa rápida na internet revela um grande número de cursos de astronomia a distância oferecidos por instituições de ensino superior; já em 1998, Jones [14] estimava em 250 o número de universidades oferecendo esses cursos, em todo o mundo. No entanto, considerando apenas o Brasil, a situação fica bem diferente, o que não é de estranhar tendo em vista que ainda temos poucos cursos de graduação em astronomia mesmo na modalidade presencial: atualmente existe, no país, apenas dois cursos de bacharelado em astronomia e quatro cursos de bacharelado em física com habilitação (ou ênfase) em astronomia (ou astrofísica) [15].

Fora do âmbito desses cursos voltados especificamente à formação de astrônomos, e que são, em sua maioria, recentes,⁴ disciplinas de astronomia são ofertadas em cursos que têm fronteira com essa matéria, como física, geografia, ciências e algumas engenharias [16] e, principalmente nos últimos anos, em cursos de licenciaturas em ciências naturais, devido à necessidade de formar os professores para atender às demandas curriculares surgidas com a inclusão de tópicos de astronomia no currículo do Ensino Fundamental e Médio.

Atualmente, vários cursos de licenciatura em física têm disciplinas de astronomia em seu currículo, embora a maioria seja em caráter optativo: no levantamento de Roberto e cols. [17], dos 132 cursos de licenciatura em física que participaram do ENADE 2011, 62 oferecem disciplinas de astronomia, sendo que em apenas 20 dessas a disciplina é obrigatória.

Com a expansão das licenciaturas a distância, promovida pelas iniciativas governamentais voltadas à melhoria na formação dos professores, foram abertos vários cursos de licenciatura em física e em ciências nessa modalidade, alguns dos quais têm a astronomia em seu currículo. Assim, é através desses cursos que a astronomia vai se tornando presente na educação a distância também nas instituições de ensino superior brasileiras, seja como disciplina, seja como conteúdo de outra disciplina, ou ainda como curso de extensão.

³Resultados parciais desse estudo foram publicados nos anais do II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. Tomamos a liberdade de aqui usar alguns excertos desse texto.

⁴A grande maioria dos astrônomos brasileiros fez a graduação em física, consolidando sua formação de astrônomo/astrofísico no mestrado e no doutorado. As instituições que oferecem pós-graduação em astronomia podem ser encontradas na página da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), disponível em <http://www.sab-astro.org.br/posgrad> ou no capítulo 2 do livro *História da Astronomia no Brasil* (2013), disponível em [urlhttp://www.mast.br/HAB2013/index.html](http://www.mast.br/HAB2013/index.html).

2.1. Astronomia como disciplinas em cursos EAD

O curso de Licenciatura em Física a distância da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) oferece uma disciplina de astronomia optativa, chamada “Introdução à Astronomia e à Astrofísica”, conforme relatos de Caetano e Dias [18] e Caetano e Hickel [19]. A disciplina tem carga horária de 60 h e a ementa abrange todos os campos da astronomia. Os materiais didáticos usados são hiperfídias, textos apostilados, livros, vídeo aulas, jogos, simulações, experiências, originados na própria Unifei ou em outras instituições; a avaliação é feita por meio do desempenho nas aulas virtuais (no ambiente TelEduc) e na prova presencial. Até 2011 a disciplina mantinha grande procura, com 50% dos alunos do curso optando por fazê-la, e índice de aprovação de 60%, bem acima da média dos índices de aprovação das demais disciplinas do curso.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a disciplina de astronomia faz parte do currículo obrigatório nos cursos de licenciatura a distância de física, geografia, biologia, química e matemática. Como relatam Germano e cols. [20] e Costa e Germano [21], o material didático básico é impresso, com conteúdo estruturado em 15 aulas correspondentes a 90 h de carga horária no total. O conteúdo dá ênfase a assuntos básicos associados a concepções alternativas, ao papel histórico da astronomia no desenvolvimento da civilização humana e à compreensão da nossa visão do universo e do nosso lugar nele. A avaliação é feita predominantemente através de duas provas escritas presenciais (80% da nota), com os restantes 20% da nota constituídos pela avaliação sobre a participação no ambiente virtual e realização das atividades. No contexto dessa disciplina, Germano e cols. analisaram o efeito da introdução de questionários *online* como ferramenta de aprendizagem, concluindo que os alunos usaram frequentemente os questionários e os avaliaram como úteis para orientar seu estudo, mas a ferramenta não teve o efeito esperado na melhoria da interação através do ambiente virtual. Já o trabalho de Costa e Germano aborda a dificuldade na compreensão do fenômeno das fases da Lua pelos alunos da disciplina, tema retomado na dissertação de mestrado de Costa [22], em que o autor apresenta um hiperfídia produzido para o ensino desse conteúdo.

O curso de Licenciatura em Física a distância da Universidade Federal de Santa Catarina, iniciado em 2006, também tem na sua grade curricular uma disciplina introdutória de astronomia, chamada “Tópicos de Astrofísica”, oferecida em caráter eletivo, conforme consta na grade curricular do curso [23]. Não encontramos referências a essa disciplina em nenhum artigo.

2.2. Astronomia como conteúdo de outra disciplina em cursos EAD

Na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), os cursos de licenciatura a distância do consórcio CEDERJ abordam tópicos de astronomia nas disciplinas introdutórias de física ou de ciências, como mencionado nos trabalhos de Silva e Barroso [24] e Silva [25, 26]. Nesses artigos, as autoras abordam a produção de um hiperfídia sobre fenômenos astronômicos básicos - estações do ano, fases da Lua e eclipses - criando levando em conta as dificuldades previamente detectadas na compreensão dos conceitos de astronomia abordados no material impresso da disciplina e os princípios construtivistas da aprendizagem. As bases teóricas e metodológicas do processo de elaboração desse hiperfídia e de outros abordando conceitos de física são amplamente discutidas, destacando a complexidade do processo e a importância de envolver uma equipe multidisciplinar para produzir bons materiais didáticos desse tipo. A parte do hiperfídia que trata das fases da Lua foi objeto de estudo na dissertação de mestrado de Fagundes [27], que conclui que seus resultados demonstram que o hiperfídia tem contribuição relevante para o aprendizado do fenômeno de que ele trata, embora seu uso autônomo não seja efetivo para todos os alunos.

A Universidade Federal de São Paulo (USP), em parceria com a Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), desde 2010 oferece um curso de graduação semipresencial de licenciatura em ciências, conforme relato de Picazzio [28]. Esse curso tem o currículo estruturado em oito módulos temáticos, sendo que o módulo 1 - Terra e universo, aborda conteúdos de astronomia. A avaliação da aprendizagem é baseada em provas presenciais (60% da nota) e atividades *online* (40%). Segundo Picazzio, os resultados dos primeiros quatro anos indicam que: há necessidade de ajustes do projeto pedagógico do curso, em particular quanto ao módulo 1, que apresenta a maior taxa de reprovação; a procura pelo curso diminuiu desde 2010; a taxa de evasão se mantém alta, porém em queda; o desempenho dos alunos que comparecem às atividades é comparável à dos alunos dos cursos presenciais; o índice de satisfação com o curso é maior do que entre os alunos da licenciatura presencial.

2.3. Astronomia como curso de extensão EAD

Desde 2011 o Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia em Astrofísica, INCT-A, com sede no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (IAG/USP), oferece um curso de astronomia a distância para professores da escola básica, com a finalidade de possibilitar o aperfeiçoamento e capacitação em astronomia para professores desse nível de ensino. Como descrevem Scarinci e Gonçalves [29], o curso foi fundamentado em princípios construtivistas, usando como materiais didáticos roteiros de aprendizagem, vídeoaulas,

atividades práticas presenciais e textos de aprofundamento, e como recursos interativos enquetes, fóruns, *chats* (discussões *online* síncronas) e encontros presenciais. A avaliação da aprendizagem foi feita levando em conta atividades semanais (40%) e duas provas presenciais (60%). Na análise da primeira aplicação do curso, ministrado em 2011, os autores relatam que os alunos apreciaram muito os roteiros de estudo e as vídeo-aulas, mas apresentaram ressalvas quanto aos textos de aprofundamento, considerados muito extensos ou difíceis.

Provavelmente existem outros cursos além dos mencionados nos parágrafos anteriores, porém sem divulgação nas revistas especializadas.

Os trabalhos consultados, mesmo os que não apresentam resultados conclusivos, em geral dão uma perspectiva otimista para a continuidade das iniciativas tomadas. Nota-se que a avaliação da aprendizagem tem uma componente presencial predominante na maioria dos casos, refletindo o recomendado pelos referenciais do ensino superior a distância [30]. O uso de livro texto como material didático é mencionado em quatro casos, mas não encontramos relatos sobre a produção desses materiais específicos, nem sobre sua avaliação. Em termos de carga horária e conteúdo, a disciplina da UNIFEI é a que tem maior similaridade, com a disciplina no contexto da qual foi realizado o presente trabalho, descrita a seguir.

3. A disciplina Fundamentos de Astronomia e Astrofísica do Curso de Física da UFRGS

A disciplina Fundamentos de Astronomia e Astrofísica (FIS02010), é uma disciplina com carga horária de 60 h, correspondendo a quatro créditos. Tem o objetivo de introduzir os estudantes de física aos conhecimentos do domínio da astronomia e aos métodos de observação utilizados pelos astrônomos, estimulando a aplicação dos conceitos de física à interpretação das observações astronômicas. É oferecida pelo Departamento de Astronomia semestralmente, em três turmas, sendo duas diurnas (uma pela manhã e outra pela tarde) e a terceira noturna.

Tendo sido, desde 1971⁵ até 2009, a única disciplina obrigatória de astronomia no currículo do curso de bacharelado em física, e uma das duas únicas disciplinas obrigatórias do currículo da licenciatura em física, sua ementa foi planejada com a preocupação de cobrir todas as áreas da astronomia, de forma que o conteúdo programático é amplo, abrangendo assuntos que vão desde os conhecimentos astronômicos herdados dos povos antigos até as descobertas mais recentes no campo da cosmologia. A matemática utilizada na disciplina é simples, mas alguns cálculos são exigidos, o que a dife-

rencia de outras disciplinas introdutórias de astronomia voltadas a um público mais amplo.

A partir de 2010, quando o curso de Bacharelado em Física da UFRGS foi dividido em quatro ênfases - astrofísica, física básica, física computacional e materiais e nanotecnologia - FIS02010 foi mantida como obrigatória para as duas primeiras (astrofísica e física básica), passando a ser opcional para as outras duas, e também para o recentemente criado curso de engenharia física. Nos dois cursos de licenciatura - licenciatura em física (diurna) e licenciatura em física - noturno, continuou sendo obrigatória. Nas grades curriculares dos quatro cursos em que é obrigatória aparece na segunda etapa (segundo semestre do curso) tendo como pré-requisito Física Geral I (mecânica).

O conteúdo programático está dividido em três áreas: a primeira aborda astronomia fundamental, mecânica celeste e sistema solar (movimentos diurnos dos astros na esfera celeste, estações do ano, fases da Lua e eclipses, movimentos dos planetas, gravitação, planetologia comparada, corpos menores do sistema solar); a segunda trata, basicamente, de física estelar (distâncias astronômicas, conceitos básicos de fotometria, conceitos básicos de espectroscopia, estrutura e fonte de energia do Sol, evolução estelar) e a terceira aborda galáxias e cosmologia (Via Láctea, meio interestelar, galáxias, universo em grande escala, expansão do universo, introdução à cosmologia).

Apesar de, usualmente, haver dois professores ministrando a disciplina, um sendo responsável por duas turmas e outro pela terceira, todos seguem o mesmo conteúdo programático e a mesma bibliografia, que tem como texto básico o livro *Astronomia e Astrofísica* [31] e o hipertexto de mesmo nome [11], além de uma extensa bibliografia complementar. Ao introduzir a modalidade EAD na turma noturna, mantivemos o mesmo conteúdo, mas introduzimos um novo item na bibliografia básica, constituído pelo material didático que apresentamos neste artigo.

A avaliação prevista no plano de ensino tradicional é composta predominantemente por três provas de conhecimentos (uma para cada área), que contribuem com no mínimo 80% da nota final, sendo que trabalhos propostos (um ou dois por cada área) e a participação em aula podem contribuir com no máximo 20% da nota.

Nos semestres em que a turma noturna funcionou na modalidade a distância o peso das provas foi reduzido para valorizar a avaliação através do ambiente virtual, como será explicado na seção 6.10. Na próxima seção apresentaremos o referencial pedagógico adotado na preparação da disciplina na modalidade EAD.

⁵A disciplina recebeu diferentes siglas desde então, devido a alterações curriculares, mas a súmula da disciplina se manteve praticamente a mesma desde a criação do Departamento de Astronomia da UFRGS, em 1971.

4. Referencial pedagógico

Ao buscar um suporte teórico de aprendizagem, nos apoiamos na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, e na teoria da interação social de Vygotsky, ambas com pressupostos adaptáveis à EAD. A aprendizagem significativa é frequentemente utilizada na aplicação de TICs ao ensino de física, seja na construção de ambientes virtuais [32], de objetos de aprendizagem [33, 34]), de animações [35] ou hiper mídias [36,37], e nos orientou especialmente no que tange à organização do material educacional. O sociointeracionismo de Vygotsky é um dos princípios básicos da aprendizagem colaborativa em ambientes de EAD [38, 39] e procuramos aplica-lo no planejamento da dinâmica das aulas.

Ausubel defende que o fator isolado de maior influência na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe [40], pois a aprendizagem depende crucialmente da interação entre a nova informação e a já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Assim, para que a aprendizagem seja significativa, o aluno precisa já ter algum conhecimento prévio que possa servir de “âncora” (*subsunçor*) ao novo conhecimento. Além disso, o aluno precisa estar *disposto a aprender* de forma significativa e o material de ensino deve ser *potencialmente significativo* para o indivíduo que aprende, ou seja, deve ser estruturado de forma lógica e ser relacionável aos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do aluno [40,41].

Dois processos mentais relacionados devem acontecer na aprendizagem significativa: a *diferenciação progressiva* - a incorporação progressiva de detalhes diferenciados a partir de um conceito mais geral - e a *reconciliação integradora* - a habilidade de compreender as diferenças e similaridades entre os conceitos abordados e seus graus de abrangência. Do ponto de vista instrucional, Ausubel refere-se a esses dois processos como princípios programáticos, que devem ser observados no planejamento do material de ensino [41].

Já para Vygotsky, o elemento crucial para a aprendizagem é a interação social. Segundo ele o desenvolvimento do indivíduo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre [42]. A aprendizagem ocorre do exterior para o interior do indivíduo, precedendo o seu desenvolvimento.

Um conceito importante na teoria de Vygotsky, relacionado à aprendizagem em sala de aula, presencial ou a distância, é o de *zona de desenvolvimento proximal*, que é definida como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, medido por sua capacidade de resolver problemas de forma independente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, medido por meio da solução de problemas sob a

orientação de alguém ou em colaboração com companheiros mais capazes [41]. Na visão de Vygotsky, o intercâmbio de significados na zona de desenvolvimento proximal do educando é fundamental para a aprendizagem e também para o desenvolvimento cognitivo. Em um ambiente EAD esse intercâmbio pode ser feito através das ferramentas de interação, tais como fóruns, chats e serviços de *e-mail* [38].

Ao preparar as aulas da disciplina, procuramos nos valer sistematicamente dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, organizando os tópicos em uma sequência lógica e encadeada, incluindo diversos recursos voltados ao aprofundamento da compreensão dos conteúdos. Para fomentar a interação social, adotamos um ambiente virtual de aprendizagem que contém várias ferramentas adequadas à interatividade. Usamos os fóruns de discussão e o serviço de mensagens eletrônicas, além de diversos encontros presenciais, para propiciar a troca de significados entre os alunos e deles com o tutor e a professora, de modo a oferecer melhores condições para que os alunos se apropriassem dos significados compartilhados pela comunidade científica, os quais estavam sendo introduzidos pelo material instrucional. Porém, como veremos na análise dos resultados, não fomos bem sucedidos na promoção da interação entre os alunos, que preferiram trabalhar com o auxílio do tutor ou da professora.

5. Material didático⁶

O material didático tem importância reconhecida no processo educacional, seja presencial ou a distância, mas é no ensino a distância que ele assume um papel fundamental, pois, sem a presença do professor, é o principal elemento de interação dos alunos com os conteúdos (Santos [43] *apud* Pereira e cols. [44]).

É consenso entre os autores da área (*e.g.* [45-49]) que a principal função do material didático para EAD é justamente favorecer a interatividade no processo ensino-aprendizagem, e para isso ele deve usar uma linguagem mais coloquial, que promova o diálogo entre o professor e o aluno. Outras funções apontadas pelos especialistas e reunidas em Possari e Neder [47] são as de orientar o aluno em sua aprendizagem, motivá-lo para o estudo, facilitar a compreensão do conteúdo, permitir-lhe fazer a autoavaliação de sua aprendizagem e instigá-lo para a pesquisa. Silva [50, p. 539] ressalta que “a reflexão sobre a linguagem, a contextualização com a realidade do aluno, a integração com o ambiente virtual de aprendizagem [...] são elementos importantes da construção desses materiais”.

Como dito anteriormente, o material instrucional para a disciplina de fundamentos de astronomia e astrofísica na modalidade EAD foi elaborado a partir do

⁶O módulo didático que produzimos, embora esteja na forma digital, corresponde ao livro texto utilizado, pois é a referência básica para o estudo do conteúdo. Assim, no contexto deste artigo, vamos usar a expressão “material didático” para nos referirmos ao recurso didático correspondente ao livro texto.

conteúdo do hipertexto astronomia e astrofísica [11], o qual reduzimos consideravelmente, procurando deixar apenas as informações essenciais, sem esgotar o assunto, e indicando leituras complementares para os estudantes interessados em aprofundar certos conhecimentos. Alteramos sua forma de apresentação, procurando torná-lo mais dialógico, mais motivador e potencialmente significativo para o aluno, para possibilitar uma aprendizagem significativa. Em todas as aulas colocamos, no início, introdução e objetivos, e, no final, resumo e questões de revisão e fixação.

Foi dada uma atenção especial à configuração visual do texto, de maneira a ficar simultaneamente claro e atrativo para o aluno. As figuras contêm legendas descritivas, de modo a não terem papel meramente ilustrativo, mas também contribuir para promover a aprendizagem significativa [51]. Os textos são disponibilizados em PDF (Portable Document Format), formato que facilita a visualização do material em qualquer *browser*, além de ser mais favorável à impressão, o que é importante para os alunos que preferem ou precisam imprimir os textos para facilitar sua acessibilidade e sua leitura.

O módulo didático é composto de 28 aulas, cada uma com aproximadamente 12 páginas, de modo que o texto completo tem em torno de 300 páginas. O conteúdo de cada aula equivale ao que seria coberto em uma aula presencial de 100 min. Como na disciplina

presencial, o programa está dividido em três áreas: a primeira, com dez aulas, aborda conteúdos de astronomia fundamental, mecânica celeste e sistema solar; a segunda, também com dez aulas, aborda física estelar; a terceira ocupa oito aulas, e aborda galáxias e cosmologia. Os títulos de cada aula invocam os conteúdos nela abordados, como mostrado na Tabela 1.

O material completo pode ser visto em Müller, Saraiva e Oliveira [52] na sua primeira versão, e em Saraiva, Oliveira e Müller [53] na versão mais atualizada, onde foram feitas algumas modificações no sentido de corrigir pequenos erros detectados na primeira versão e melhorar as introduções e resumos. Também foram modificadas as numerações das aulas, para facilitar sua identificação; na primeira versão eram numeradas iniciando por “Aula 1” em cada área, na segunda versão elas têm numeração corrida da primeira à última (ver Tabela 1).

5.1. Estrutura das aulas

As aulas são apresentadas com um título, uma ilustração apropriada e um breve texto introdutório, onde procuramos dar subsídios para que o aluno faça a ligação com os conteúdos já vistos nas aulas anteriores ou com conhecimentos gerais que sirvam de base para o novo conteúdo a ser aprendido (ver Fig. 1).

Tabela 1 - Sumário do módulo didático.

1.a Área - Terra e Céu
Aula 1 - Nosso Lugar no Universo
Aula 2 - Esfera Celeste e Movimento Diurno dos Astros
Aula 3 - Movimento Anual do Sol e Estações do Ano
Aula 4 - Fases da Lua e Eclipses
Aula 5 - Movimento dos Planetas - o Modelo Heliocêntrico de Copérnico
Aula 6 - Movimento dos Planetas - as Leis de Kepler
Aula 7 - Gravitação - as Leis de Newton e a Generalização das Leis de Kepler
Aula 8 - Forças Gravitacionais Diferenciais
Aula 9 - Sistema Solar: Origem e Planetas
Aula 10 - Sistema Solar: Corpos Menores
2.a Área - Estrelas
Aula 11 - Distâncias Astronômicas
Aula 12 - Estrelas Binárias
Aula 13 - Nossa Estrela - o Sol
Aula 14 - Vida Fora da Terra
Aula 15 - Fotometria
Aula 16 - Teoria da Radiação
Aula 17 - Espectroscopia
Aula 18 - Diagrama HR
Aula 19 - Fonte de Energia e Tempo de Vida das Estrelas
Aula 20 - Formação e Evolução Estelar
3.a Área - Galáxias e Cosmologia
Aula 21 - Via Láctea
Aula 22 - Meio Interestelar
Aula 23 - Galáxias
Aula 24 - Aglomerados de Galáxias e Lei de Hubble
Aula 25 - Quasares e Galáxias Ativas
Aula 26 - Lei de Hubble e Expansão do Universo
Aula 27 - Origem e Evolução do Universo
Aula 28 - Futuro do Universo

Aula 3: Movimento Anual do Sol e Estações do Ano.

María de Fátima Oliveira Saraiva, Kepler de Souza Oliveira Filho & Alexei Machado Múller



O espetáculo do pôr do sol no Guaíba, em Porto Alegre.

Introdução

Prezado aluno,

Observar um belo pôr-do-sol é motivo de deleite e contemplação para a maioria das pessoas. Quem tem oportunidade de fazê-lo amíúde pode perceber o deslocamento diário do local em que o Sol se põe, fazendo uma oscilação completa em torno do ponto Oeste no período de um ano. Será que essa oscilação tem a mesma amplitude em todo lugar da Terra?


Se pudéssemos ver as estrelas junto com o Sol veríamos seu lento movimento entre elas. Os antigos deram o nome de eclíptica à trajetória descrita pelo Sol entre as estrelas ao longo do ano. Há cinco séculos sabemos que o movimento do Sol ao longo da eclíptica é um movimento aparente, reflexo do movimento da Terra em torno dele. Ao percorrer sua órbita, a Terra passa por um ciclo de estações, em que se alternam os hemisférios que são mais aquecidos pelo Sol. Por que acontecem as estações do ano?

Esses são os assuntos da aula de hoje.

Boa aula!

Figura 1 - Recorte da página inicial da terceira aula, mostrando o título e parte da introdução.

Após a introdução são apresentados os objetivos específicos a serem atingidos, nos quais já antecipamos os itens principais da aula, guiando o aluno em seu estudo. Logo a seguir é colocada uma pergunta instigante, cuja finalidade é despertar a curiosidade do aluno e desafiá-lo a comparar seus conhecimentos com os conceitos cientificamente corretos. A Fig. 2 mostra parte da segunda



Objetivos da aula

- Entender o que são forças gravitacionais diferenciais, os fatores determinantes para seu aparecimento e qual o seu efeito nos corpos que as sofrem;
- Explicar os fenômenos das marés e da precessão do eixo da Terra em termos de forças gravitacionais diferenciais;
- Explicar a relação entre as fases da Lua e as variações das marés na Terra.

Se a Lua não existisse, teríamos marés na Terra?

Figura 2 - Recorte da segunda página da oitava aula, sobre forças gravitacionais diferenciais, mostrando os objetivos e a pergunta motivadora.

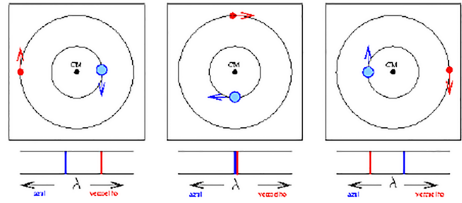
página da Aula 8, sobre forças gravitacionais diferenciais, mostrando os objetivos da aula e uma pergunta que procura motivar os alunos a pensarem sobre a causa das marés.

A seguir inicia o texto com o conteúdo da aula propriamente dito, com os assuntos separados por subtítulos que procuram salientar sua hierarquia no todo. Quando pertinente, são mantidos links para outros textos relativos aos assuntos trabalhados ou para aplicativos (*applets*) de uso livre na rede e também para alguns softwares de observatórios virtuais. No arquivo pdf, os links aparecem sublinhados e com outra coloração (ver Fig. 3).

Em todas as páginas há um espaço, à esquerda do texto, para notas de borda, que servem para destacar e/ou expandir conceitos trabalhados no texto, para indicar algum conhecimento prévio necessário para a compreensão dos assuntos a serem tratados na sequência dos conteúdos, ou ainda para chamar a atenção para detalhes do texto (ver Fig. 4).

No final de cada aula, é apresentado um resumo que salienta os pontos mais relevantes do conteúdo abordado. Esse é o momento de reconciliação integradora, proposto por Ausubel. Um exemplo de resumo é mostrado na Fig. 5.

As aulas encerram com um questionário de revisão e fixação, contendo questões elaboradas de maneira a servirem como um guia para o reestudo, chamando a atenção para os pontos importantes do conteúdo e propondo problemas em que os alunos têm a oportunidade de aplicar os conceitos em situações reais, assim como de praticar os cálculos necessários à sua resolução. Ao responder ao questionário, os alunos têm oportunidade de fazer uma autoavaliação, verificando se estão atingindo os objetivos propostos. Além disso, o questionário tem a função de abrir espaço para o debate sobre dúvidas no fórum de discussões com os demais participantes, estimulando a interatividade. A Fig. 6 ilustra um desses questionários.



Tipos de Sistemas Binários

- Visuais
- Astrométricos
- Espectroscópicos
- Eclipsantes

Figura 12.07: Diagrama de um sistema binário espectroscópico. Nesses sistemas, a órbita das estrelas tem uma componente na linha de visada (isto é, a órbita é vista "de lado"). Na figura da esquerda, a estrela mais massiva (pintada de azul) está se aproximando do observador, então as linhas espectrais características dela aparecem deslocadas para o azul; a estrela menos massiva (pintada de vermelho) está se afastando, então as suas linhas espectrais aparecem deslocadas para o vermelho. Na figura do centro os movimentos das estrelas não têm componentes na direção de visada, então as linhas ficam superpostas. Na figura da direita a estrela mais massiva está se afastando e a estrela vermelha está se aproximando, então as linhas da estrela azul ficam deslocadas para o vermelho e as linhas da estrela vermelha ficam deslocadas para o azul.

Veja na página <http://astro.if.ufrgs.br/binary/index.htm> uma simulação de binárias espectroscópicas.

<http://astro.if.ufrgs.br/binary/index.htm>

Figura 3 - Recorte da Aula 12, sobre estrelas binárias, mostrando uma figura, a legenda explicativa e um link (em laranja) que aponta para uma simulação, cujo endereço aparece dentro do retângulo.

Vento Solar:

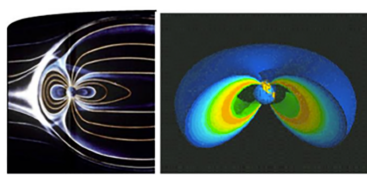
Partículas emanadas das regiões ativas do Sol. Velocidade de 300 a 800 km/s. Causa perda de massa do Sol em torno de 10^{-13} massas solares por ano. Causa as auroras na Terra.

Auroras:

Fenômeno luminoso provocado pela interação do vento solar com a atmosfera superior da Terra. Ocorrem em grandes variedades de cores, as mais comuns são verdes. Isso ocorre devido a que gases emitem luz em diferentes cores. O oxigênio emite luzes no

Ao entrar na magnetosfera da Terra ele é capturado, formando o chamado Cinturão de Van Allen. Tal cinturão foi descoberto pelo físico americano James Alfred Van Allen (1914 -2006) em 1958. O cinturão de partículas só entra em contato com atmosfera da Terra nos polos onde causa os fenômenos conhecidos como **auroras**. Veja a Figura 13.07.

Auroras são fenômenos luminosos provocados pela excitação e desexcitação dos átomos de oxigênio ao colidirem com as partículas carregadas do vento solar. As auroras acontecem tanto nas altas latitudes do hemisfério norte - as auroras boreais-, quanto nas altas latitudes do hemisfério sul- as auroras austrais.



Notas de borda

Figura 4 - Recorte da Aula 13, sobre o Sol, mostrando duas notas de borda.



Resumo

A **Via Láctea** deve seu nome a ser visualizada por nós como uma faixa nebulosa que atravessa o hemisfério celeste de um horizonte a outro. A forma de faixa indica que nossa galáxia é achatada, com forma lembrando um disco, e que o Sol está imerso nesse disco. Observações de estrelas variáveis, como Cefeidas e RR Lyrae, permitiram medir as dimensões da Galáxia (aproximadamente 25 kpc de diâmetro) e a distância do Sol ao centro galáctico: 8,3 kpc.

A **estrutura espiral** da Via Láctea foi determinada por observações em rádio e infravermelho, pois essas radiações podem penetrar a poeira existente no plano da Galáxia. Observações recentes sugerem que a Via Láctea tem dois braços principais e vários braços menores, mas é muito difícil ter certeza sobre o número de braços porque não podemos observá-los "de fora".

Figura 5 - Recorte da penúltima página da Aula 21, que aborda a Via Láctea, mostrando a parte inicial do resumo.

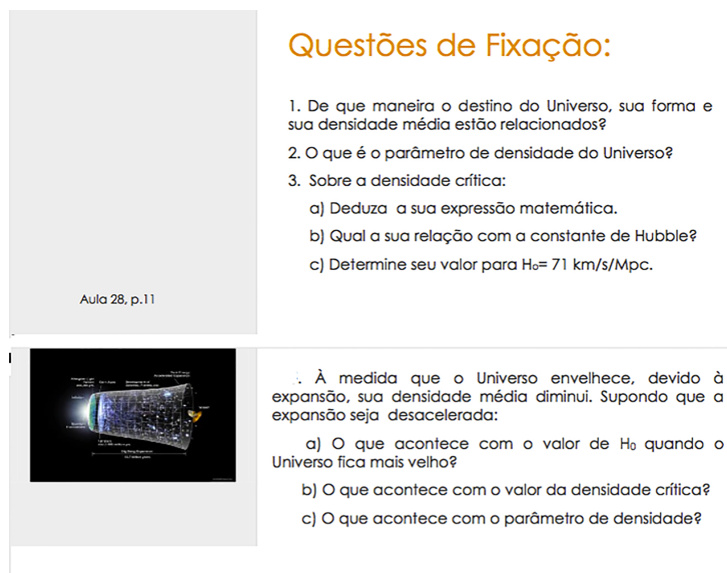


Figura 6 - Recorte das páginas finais da Aula 28, sobre o futuro do Universo, mostrando parte do questionário de revisão.

6. Aplicação e resultados

6.1. Os alunos

A turma noturna de FIS02010 tem como público alvo os alunos do curso de licenciatura em física - noturno, mas alunos dos cursos diurnos que têm a disciplina como parte integrante do currículo podem escolher essa turma. Da mesma forma, é permitido que os alunos do curso noturno optem por uma das turmas diurnas. Dos 110 alunos matriculados na turma noturna de FIS02010 nos semestres de 2011/2 a 2013/2, 53 pertenciam ao curso de licenciatura em física - noturno, sendo os demais pertencentes aos cursos diurnos: 26 do bacharelado em física, 16 da licenciatura em física e 15 da engenharia física, conforme ilustrado na Fig. 7.

6.2. Desenvolvimento geral da disciplina

O planejamento da disciplina prevê um semestre letivo de 18 semanas.

Em todos os semestres, a primeira aula foi realizada presencialmente, com o objetivo de apresentar o plano de ensino, explicar a dinâmica da disciplina, mostrar o ambiente virtual de aprendizagem e as ferramentas que seriam utilizados, assim como propiciar um primeiro contato face-a-face entre professora, alunos e tutor, quando houve.⁷

Nessa primeira aula já é feita uma introdução ao conteúdo através de um texto sobre a localização da Terra no Universo (a Aula 1 do material didático) que dá uma visão geral dos objetos astronômicos que serão estudados na disciplina. Após a leitura do texto os alunos são convidados a responder a um questionário *online* sobre o texto lido, cuja finalidade é familiarizá-los

com os diferentes tipos de questões que serão propostas nos questionários de avaliação futuros.

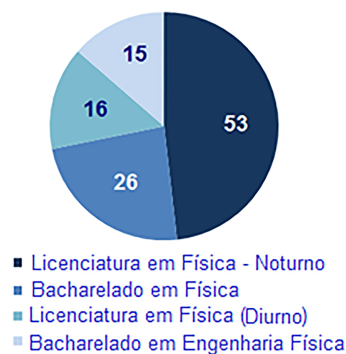


Figura 7 - Distribuição por curso, em números absolutos, dos 110 alunos matriculados na turma noturna de FIS02010 nos cinco semestres de 2011/2 a 2013/2.

As demais aulas foram realizadas através do ambiente virtual (ver seção 6.3), mas encontros presenciais também foram oportunizados com relativa frequência (ver seção 6.5). Atividades de avaliação *online* foram realizadas semanalmente (ver seção 6.6.1).

A semana seguinte à última aula de cada área foi reservada para a realização de um encontro presencial de revisão de conteúdos e para a prova presencial da área (ver seção 6.6.2) e a semana seguinte à prova da 3.a área foi reservada para entrega dos conceitos e para a prova de recuperação, também presencial.

6.3. O ambiente virtual de aprendizagem

De acordo com os referenciais para educação superior a distância [30], a integração entre professores, tutores e estudantes é uma das exigências prioritárias de

⁷O tutor da disciplina nos semestres 2011/2 e 2012/1 é um dos autores deste artigo. Nos demais semestres a disciplina funcionou sem tutor.

uma EAD de qualidade, e o ambiente virtual de aprendizagem (AVA), assim como o material didático, deve favorecer essa interatividade.

Na aplicação do curso, adotamos como AVA a plataforma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) implantada na UFRGS pela Secretaria de Educação a Distância da UFRGS.⁸ É uma plataforma com um grande número de ferramentas voltadas à aprendizagem colaborativa [54], porém nos restringimos ao uso dos seus elementos básicos, como arquivo (usados para carregar as aulas em pdf), URL (usados para acessar links da web), questionários (para gerar perguntas de diversas categorias), tarefas (para propor trabalhos com data de entrega, que poderiam ser avaliados), fóruns (para realizar discussões assíncronas) e relatório de notas (para registrar as atividades avaliativas).

Seguindo o cronograma da disciplina, duas vezes por semana (geralmente às terças e quintas-feiras) acrescentamos um novo tópico na página da disciplina, contendo o título da aula, uma breve introdução ao assunto a ser tratado, e os recursos didáticos adicionados. Esses recursos variaram em número de aula para aula, algumas vezes foi colocado apenas o texto em pdf contendo uma das aulas do material didático produzido, em outras foram acrescentados vários recursos adicionais retirados da *internet*, como simulações, vídeo-aulas, ou alguma tarefa extra, como exercícios com o laboratório virtual CLEA [55].

A Fig. 8 mostra dois tópicos na página da disciplina

no Moodle, correspondendo às aulas 5 e 6.

6.4. Fóruns

A despeito da importância dos fóruns na promoção da interatividade e da aprendizagem colaborativa [56-58], não obtivemos sucesso nas tentativas de popularizar o seu uso pelos alunos; a maioria deles preferia escrever diretamente à professora quando tinha alguma dúvida, em vez de colocá-la em aberto no fórum.

A dificuldade em promover a interação através dos fóruns também é percebida nos relatos de Germano e cols. [20] e de Scarinci e Gonçalves [29]; por outro lado, Mazzolini [59], em seu estudo sobre o uso de fóruns em um curso de astronomia online, em nível de extensão, concluiu ser uma ferramenta muito efetiva. No entanto, essa autora faz a ressalva de que seu público era composto por pessoas mais maduras do que costumam ser estudantes de graduação.

Nas cinco turmas acompanhadas no contexto deste trabalho, os poucos alunos (tipicamente 10% em cada turma) que se sentiram à vontade para participar nos fóruns de discussão foram, em geral, aqueles que mais gostaram e aproveitaram a disciplina, confirmando a capacidade de trabalhar colaborativamente em ambientes de aprendizagem como característica importante do perfil do aluno virtual [57,58]. Os alunos que não têm esse perfil precisam ser mais estimulados, e os professores e tutores devem procurar desenvolver estratégias adequadas para isso.



Figura 8 - Parte da página da disciplina no Moodle, mostrando os tópicos correspondentes às aulas 5 e 6, na versão de 2012/2. As bordas amarelas indicam para o aluno qual aula ele deve estudar no dia. A aula 6 utiliza os recursos arquivo (ícone do pdf), URL (ícones com um globo), fórum (ícone com balão indicando conversa) e questionário (ícone com o *check mark*).

⁸<http://www.ufrgs.br/sead>.

6.5. Encontros presenciais

Os encontros presenciais proporcionaram as únicas oportunidades de interações síncronas durante o semestre letivo, uma vez que não utilizamos *chats* nem *videoconferências*. Assim, procuramos fazê-los em quantidade maior do que normalmente acontece em disciplinas EAD, oferecendo encontros com periodicidade mínima de duas semanas, sempre com presença opcional. Eles ocorreram no horário reservado para a disciplina em uma sala de aula provida de computadores, de maneira que os alunos podiam acessar a plataforma Moodle ali mesmo.

Em todos os semestres, o primeiro encontro presencial foi realizado no primeiro dia de aula, como explicado na seção 6.2. Os demais foram usados para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo ou sobre a realização das tarefas, para corrigir questionários ou mesmo para iniciar alguma tarefa proposta, oportunizando a interação entre os alunos presentes. Algumas vezes usamos o momento para dar uma ideia geral da aula apresentada no ambiente virtual, mas sem fazer uma exposição completa do conteúdo. Nos encontros precedendo as provas presenciais fizemos uma revisão dos pontos mais importantes da área e demos instruções sobre a prova.

Em geral, os estudantes compareceram em número razoável ao encontro do primeiro dia de aula e àqueles precedendo as provas presenciais de cada área, mas os demais encontros foram subutilizados, tendo muito poucos participantes, normalmente os mesmos poucos que participavam dos fóruns. Fazer menos encontros presenciais (o recomendado, de acordo com Netto e Giraffa [60] é até 20% da carga horária do curso, incluindo as provas) mas tornar obrigatórios os que forem feitos e avaliar a participação dos alunos neles, pode ser uma maneira de torná-los mais efetivos.

6.6. Avaliação da aprendizagem

A avaliação é um dos aspectos mais importantes e complexos do processo ensino-aprendizagem, e a discussão sobre esse assunto ganha fôlego renovado no ensino a distância. Embora vários autores da área (*e.g.* Refs. [61-63]) defendam a importância e a possibilidade de fazer uma avaliação diferenciada em relação à tradicional, realizada através do acompanhamento contínuo do aluno através das ferramentas virtuais, na prática isso não tem sido implementado. Especificamente no ensino de física a distância, apesar de existirem pesquisas importantes no âmbito de avaliação de cursos e de avaliação da modalidade (*e.g.* Flores e cols. [64] e Silva e cols. [50]) a avaliação da aprendizagem ainda é um campo pouco explorado [65]. Mas, tomando como exemplo os trabalhos revisados na seção 2, percebe-se que, na maioria dos casos, os professores optam pela prova presencial como principal instrumento de avaliação.

Concordamos que a avaliação deve ser feita o mais

continuamente possível, integrando o processo ensino-aprendizagem e contribuindo para ele [61], mas acreditamos que isso se aplica também ao ensino presencial, pois ambas as modalidades de ensino são embasadas nos mesmos princípios epistemológicos (Alonso [66] *apud* Netto e Giraffa [60]). Em qualquer modalidade de ensino é nefasto avaliar o aluno unicamente pelo desempenho em uma prova, mas isso não significa que as provas de conhecimento não possam ter utilidade para a aprendizagem. Também tem que ser levado em conta a maior facilidade de “cola” na avaliação não assistida (ainda que isso não seja um consenso). Outro fator favorável à prova presencial é que ela permite uma melhor comparação com o ensino tradicional.

Ao longo dos cinco semestres em que aplicamos a disciplina FIS02010 na modalidade a distância, usamos como principais procedimentos de avaliação os questionários de avaliação *online*, realizados semanalmente, e as provas de presenciais, realizadas ao final de cada área.

Nos semestres 2011/2 e 2012/1, a avaliação levou em conta também a participação no ambiente virtual, mas nos semestres seguintes essa componente da nota foi eliminada devido ao afastamento do tutor, o qual era responsável por essa parte da avaliação.

Atividades adicionais não obrigatórias, como exercícios com o laboratório virtual CLEA [55], foram oferecidas para quem quisesse aprofundar seus conhecimentos em assuntos específicos ou quisesse melhorar a nota em determinada área.

A seguir detalhamos os instrumentos de avaliação usados.

6.7. Avaliação no ambiente virtual

As atividades de avaliação semanais foram feitas na forma de questionários, na maioria compostos de questões de múltipla escolha, sendo as demais do tipo dissertativas (respostas curtas ou pequenas dissertações), do tipo “verdadeiro ou falso”, e problemas. As questões de múltipla escolha foram configuradas, em geral, no modo adaptativo, com penalidade de 50% para cada escolha errada da alternativa correta, o que significa que, se o aluno erra na primeira tentativa, mas acerta na segunda, terá 50% da pontuação da questão, mas se acertar somente na terceira ou quarta tentativa sua pontuação na questão será nula. Em cada alternativa errada procuramos colocar um *feedback* com “dicas” sobre a maneira correta de responder à questão ou problema, com o intuito de estimular o aluno a pensar melhor após alguma resposta errada e não desistir imediatamente da questão. Além de contribuir para a dimensão formativa do processo avaliativo, esperava-se que essas avaliações sucessivas, com possibilidade de consulta, contribuíssem também para promover a aprendizagem significativa, pois existem evidências de que a prática de testar repetidamente a aprendizagem

tem um papel importante na retenção do conhecimento e na consolidação da aprendizagem [67,68].

O número de questões por questionário variou entre 10 e 20. Foram feitos, no mínimo, cinco questionários na primeira área, cinco questionários na segunda e três na terceira, totalizando treze questionários, no mínimo. A Fig. 9 é um recorte do questionário de avaliação semanal da segunda área, mostrando duas questões

de múltipla escolha sobre a aula de Fotometria (Aula 15), com as alternativas marcadas (incorreta em uma questão e parcialmente correta na outra) e o *feedback* que os alunos que marcam essas alternativas recebem. Na apresentação dos questionários envolvendo cálculos, como esse, sempre procuramos alertar os estudantes a terem à mão lápis, papel e calculadora, antes de começar.

Questão 1
Incorreto
Atingiu 0,00 de 1,00
Marcar questão
Editar questão

Sejam duas estrelas, A e B, de mesma luminosidade. Se a distância da estrela A é o dobro da distância da estrela B, então o brilho aparente da estrela B será:

Escolha uma:

- o dobro da de A. ✘
- a metade da de A.
- o quádruplo da de A.
- a quarta parte da de A.

Verificar

lembre que o brilho aparente é o fluxo que chega até nós, e o fluxo decai com o quadrado da distância.

Incorreto
Notas para esse envio: 0,00/1,00. Este envio trouxe uma penalidade de 0,50.

Questão 2
Parcialmente correto
Atingiu 0,30 de 1,00
Marcar questão
Editar questão

Alfa Centauri A tem magnitude aparente $-0,27$. Comparada com sua companheira Próxima Centauri, cuja magnitude aparente é 11 , podemos afirmar que

Escolha uma:

- Alfa Centauri A é mais brilhante, e a razão entre seu brilho e o brilho de Próxima Centauri vale 31622.
- Alfa Centauri A é mais brilhante, e a razão entre seu brilho e o brilho de Próxima Centauri vale, $11,27$. ✔ Alfa Centauri é de fato a mais brilhante, mas a razão entre os fluxos não está correta...
- Próxima Centauri é mais brilhante, e a razão entre seu brilho e o brilho de Alfa Centauri A vale 20000.
- Próxima Centauri é mais brilhante, e a razão entre seu brilho e o brilho de Alfa Centauri A vale -41 .

Verificar

Parcialmente correto
Notas para esse envio: 0,30/1,00. Este envio trouxe uma penalidade de 0,50.

Figura 9 - Parte do questionário de avaliação das aulas 15 e 16, mostrando duas questões envolvendo cálculos, as “dicas” que aparecem após uma tentativa errada e a nota da questão.

A Tabela 2 apresenta as notas médias da turma nas avaliações *online* de cada área, nos semestres de 2011/2 a 2013/2. O intervalo de notas é entre 0 e 10.

Para obter essas médias, cada aluno da turma teve sua nota computada como a soma das notas em cada questionário, atribuindo nota zero aos questionários não realizados, dividido pelo número de questionários da área. A nota média da turma foi calculada considerando apenas os alunos que realizaram pelo menos um dos questionários. Os desvios padrões da média são indicados, assim como o número de alunos computados (entre parênteses).

6.8. Avaliações presenciais

As provas presenciais não foram iguais nos diferentes semestres, mas sempre foi procurado manter o mesmo nível de dificuldade e o mesmo estilo que vem sendo usado há muitos anos nessa disciplina, com questões de tipos variados, porém com predominância das questões dissertativas e problemas. Em geral foram provas relativamente longas, previstas para serem realizadas plenamente num tempo entre 90 e 120 min, de maneira a abranger o máximo de conteúdos e assim minimizar a chance de um aluno ter mau desempenho por azar (isto é, supondo que o aluno não teve tempo de estudar tudo, que as questões abordadas na prova envolvessem somente o conteúdo não estudado).

Tabela 2 - Notas médias nas avaliações *online* de cada área.

	1ª Área	2ª Área	3ª Área
2011/2	$7,14 \pm 2,07$ (17)	$8,28 \pm 2,33$ (17)	$6,93 \pm 2,31$ (15)
2012/1	$7,84 \pm 1,87$ (24)	$7,91 \pm 1,71$ (23)	$7,40 \pm 2,77$ (23)
2012/2	$6,99 \pm 2,32$ (10)	$7,70 \pm 1,63$ (10)	$8,50 \pm 0,59$ (8)
2013/1	$6,72 \pm 2,30$ (20)	$6,30 \pm 2,44$ (19)	$7,55 \pm 2,34$ (16)
2013/2	$6,80 \pm 2,46$ (12)	$7,48 \pm 1,80$ (12)	$7,23 \pm 2,71$ (11)

A Tabela 3 apresenta as notas médias da turma nas provas de cada área nos semestres de 2011/2 a 2013/2, com os desvios padrões da nota. Os números entre parênteses indicam o número de alunos que fizeram a prova, portanto foram excluídos os que não compareceram. Os valores das médias ficam, em geral, pouco

acima da nota mínima para aprovação na disciplina, com variações compatíveis com as diferenças entre as turmas e entre as provas aplicadas nos diferentes semestres. As notas da segunda área tendem a ser um pouco mais baixa do que as outras, por abordar assuntos com grau de dificuldade um pouco mais elevado.

Tabela 3 - Notas médias nas provas presenciais de cada área.

Semestre	1ª Área	2ª Área	3ª Área
2011/2	$7,37 \pm 1,80$ (18)	$6,43 \pm 2,50$ (16)	$7,22 \pm 2,21$ (15)
2012/1	$6,30 \pm 1,70$ (22)	$6,76 \pm 2,52$ (21)	$7,03 \pm 1,88$ (21)
2012/2	$6,15 \pm 2,01$ (10)	$5,28 \pm 1,85$ (9)	$6,22 \pm 1,77$ (8)
2013/1	$7,02 \pm 1,78$ (18)	$5,04 \pm 2,77$ (16)	$7,16 \pm 2,11$ (16)
2013/2	$5,67 \pm 2,46$ (10)	$5,70 \pm 2,48$ (11)	$6,47 \pm 2,69$ (9)

A Fig. 10 apresenta um gráfico de comparação entre as notas médias nas avaliações presenciais e as notas médias nos questionários *online* para os 81 alunos, entre os semestres 2011/2 e 2013/2, que participaram de pelo menos uma prova presencial. Para facilitar a comparação, colocamos no gráfico a reta de coeficiente angular 45° , correspondente aos pontos com valores iguais nos dois eixos. O gráfico deixa clara a tendência de que as notas nos questionários sejam superiores às notas nas provas (maior parte dos pontos fica abaixo da reta de 45°), e que a correlação entre as notas obtidas nos dois instrumentos não é forte (o valor do coeficiente de correlação é 0,65).

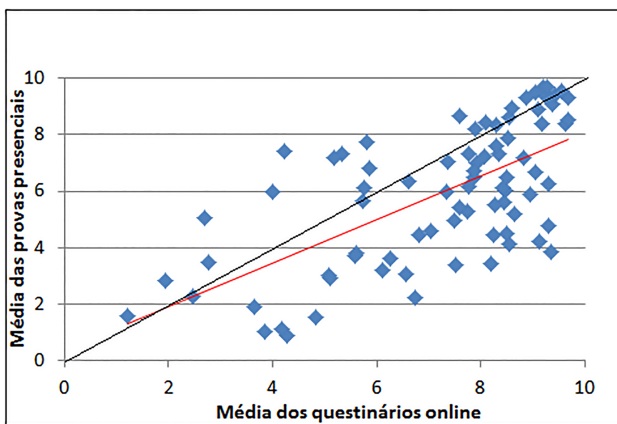


Figura 10 - Notas médias nos 14 questionários de avaliação semanais online contra as notas médias nas três provas presenciais para 81 alunos das turmas noturnas de FIS02010 entre 2011/2 e 2013/2 que participaram de pelo menos uma avaliação presencial. A linha vermelha é a reta de regressão dos dados; a linha preta é a reta de 45° .

Vários alunos que tiveram bom desempenho nos testes semanais tiveram desempenho ruim nas provas e alguns alunos que não se esforçaram nos testes semanais se saíram bem nas provas presenciais. Isso pode refletir alguma deficiência nos procedimentos de avaliação realizados - por exemplo, que as avaliações *online* tenham permitido que os alunos chegassem às respostas certas

sem terem aprendido, ou que tenha havido um desequilíbrio entre o nível de dificuldade da prova e o dos questionários *online* - mas também serve para ilustrar a complexidade do processo avaliativo, principalmente no caso da educação a distância. Não tem como garantir que os instrumentos de avaliação verifiquem os conhecimentos e habilidades que queremos que verifiquem. Isso realça a importância tanto de diversificar as práticas avaliativas quanto de buscar a melhoria dessas práticas não só para elas façam uma avaliação justa da aprendizagem dos alunos quanto para que elas contribuam positivamente para as atitudes destes frente à sua própria aprendizagem.

6.9. Participação

A avaliação da participação foi feita com o objetivo de valorizar os esforços dos alunos e incentivá-los a manter o estudo em dia e também interagir no ambiente virtual. Sua quantificação baseou-se nos relatórios de acesso disponibilizados pelo próprio Moodle e nas contribuições aos fóruns de discussão. Por exemplo, se o aluno acessou ao menos uma vez cada aula da área e participou de ao menos uma discussão proposta nos fóruns da área, sua nota de participação foi dez. À medida que ele deixou de acessar as aulas, não participou das discussões do fórum, houve redução na nota da área avaliada.

A Fig. 11 mostra as notas médias dos alunos nos três instrumentos de avaliação, durante os semestres em que a participação foi avaliada (2011/2 e 2012/1).

6.10. Notas finais

Nos semestres 2011/2 e 2012/1 a nota final em cada área foi a média ponderada da nota da prova presencial (peso de 50%) com a nota média das avaliações semanais (peso de 40%) e a participação no AVA (10%). Nos semestres de 2012/2 até 2013/2 aumentamos o peso da avaliação presencial para 60% e deixamos de avaliar a participação no AVA (pelo motivo explicado na

seção anterior), mantendo o peso de 40% para as avaliações *online* semanais. As atividades adicionais, como os exercícios com o CLEA, foram avaliadas como bônus ou em substituição a tarefas não entregues, com pesos totais de no máximo 10% da nota da respectiva área.

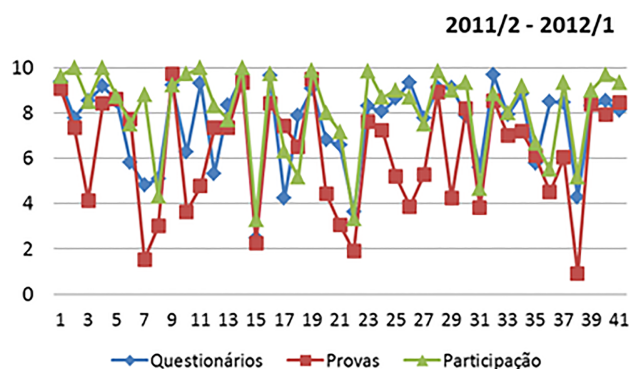


Figura 11 - Notas médias dos alunos nos questionários online (losangos), provas presenciais (quadrados) e participação (triângulos), para os 41 alunos que frequentaram a disciplina nos semestres 2011/2 e 2012/1. Foram computados apenas os alunos que participaram de pelo menos uma avaliação presencial.

A nota assim constituída dá preponderância à avaliação presencial, seguindo os referenciais de qualidade do ensino superior a distância [31], sem deixar de valorizar as diversas avaliações feitas no ambiente virtual, que permitem um melhor acompanhamento dos progressos

graduais dos alunos, assim como os esforços individuais demonstrados na realização dos trabalhos opcionais.

A nota final na disciplina foi a média aritmética das notas obtidas nas três áreas, que foram convertidas em conceitos A (nota final acima de 9,0), B (nota final entre 7,5 e 8,9), C (nota final entre 6,0 e 7,4) ou D (nota final abaixo de 6,0). Alunos que abandonaram a disciplina, não participando das atividades propostas no AVA nem das provas presenciais, receberam conceito FF.

Para todos os alunos participantes foi oferecida a oportunidade de melhorar o conceito obtido, podendo passar de D para C, ou de C para B, ou de B para A, realizando uma prova de recuperação, também feita presencialmente. A recuperação foi oferecida também para alunos que tivessem faltado a alguma das provas.

A Fig. 12 apresenta o histograma das notas médias nas atividades de avaliação semanais, notas médias nas provas e notas finais (após a prova de recuperação), para todos os alunos que cursaram a disciplina na modalidade EAD entre 2011/2 e 2013/2 e que participaram de pelo menos uma avaliação presencial. A Fig. 13 mostra os mesmos dados na forma de gráfico de dispersão, incluindo as notas de participação.

O índice de aprovação desses alunos (o percentual de notas acima de 6,0) foi de 69%. Incluindo os alunos que não compareceram a nenhuma avaliação presencial, o índice da aprovação cai para 61%.

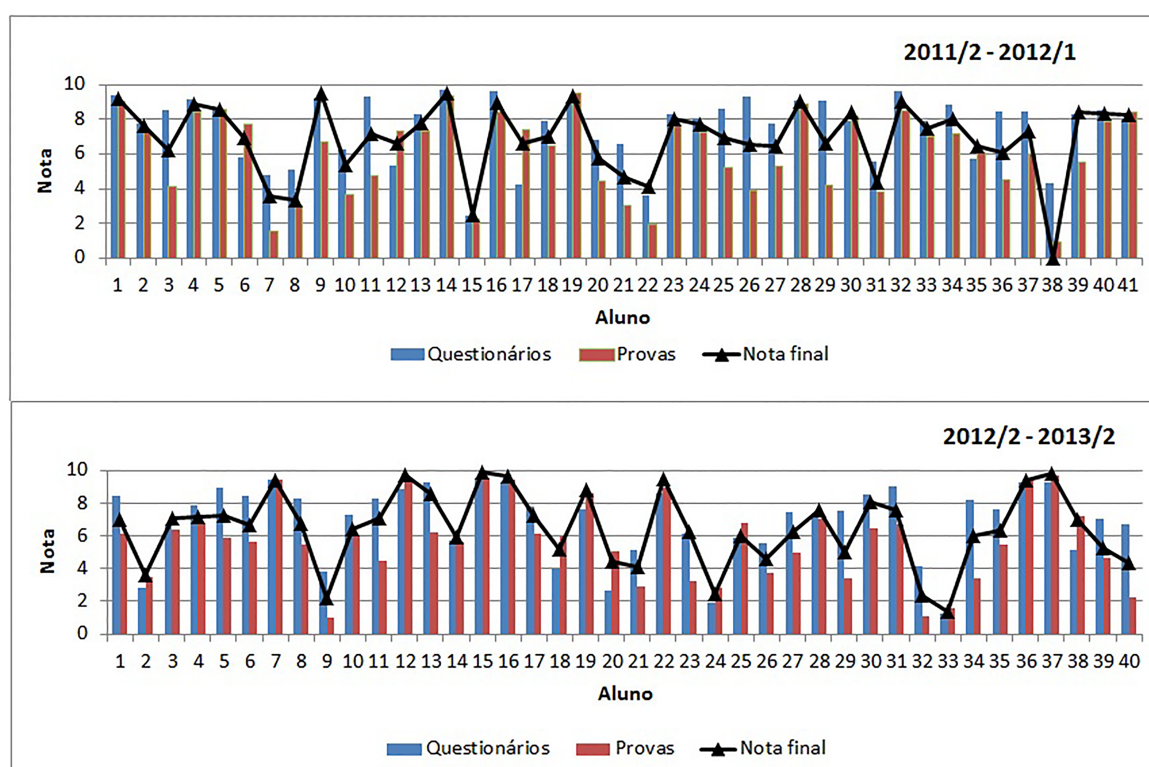


Figura 12 - Para cada aluno das turmas noturnas de FIS02010 nos semestres de 2011/2 a 2013/3 são mostradas a nota média nos 14 questionários de avaliação semanais online (1ª barra à esquerda, em azul), nas três provas presenciais (2ª barra em bordô) e a nota final já incluindo a recuperação, quando foi feita (triângulos pretos unidos pela linha preta). A divisão em dois grupos tem finalidade de permitir uma melhor visualização do histograma. No eixo horizontal, cada número se refere a um aluno.

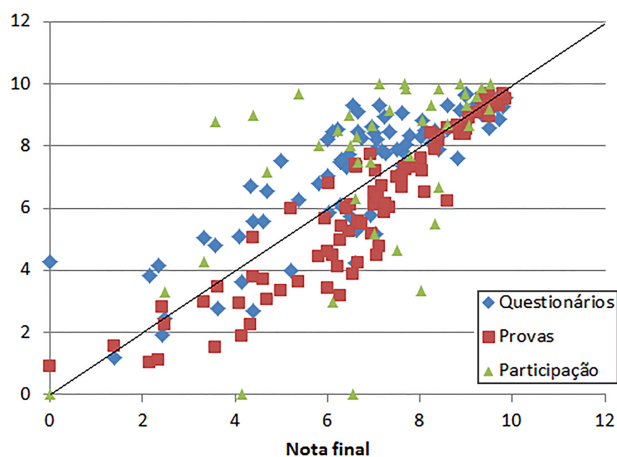


Figura 13 - Gráfico de dispersão entre as notas finais e as médias dos questionários online (losangos azuis), provas presenciais (quadrados vermelhos) e participação (triângulos verdes). A amostra usada é a mesma da figura anterior, no caso dos pontos correspondentes às médias de questionários e provas; no caso dos pontos correspondentes às médias de participação, a amostra é restrita à utilizada na Fig. 11; a reta preta é a reta de 45°.

7. Comparações com a disciplina presencial

A comparação com o ensino tradicional é uma abordagem frequentemente usada para avaliar a efetividade do ensino/aprendizagem na modalidade a distância [63, 69,70]. Nesta seção fazemos uma avaliação informal e qualitativa nesse sentido, procurando verificar o impacto da modalidade sobre a procura pela disciplina e sobre o aproveitamento dos alunos.

7.1. Demanda da turma EAD

Buscando avaliar a demanda e a aceitabilidade da modalidade EAD entre os alunos da licenciatura noturna, fizemos um levantamento do número de matriculados em cada turma (manhã, tarde e noite) para todos os semestres letivos de 2009/1 a 2013/2, sendo que de 2009/1 a 2011/1 todas as turmas eram presenciais, e de 2011/2 a 2013/2 a turma noturna funcionou na modalidade a distância. A Fig. 14 mostra o histograma desse levantamento, onde se pode ver que, enquanto nos cinco semestres de 2009/1 a 2011/1 a turma com maior número de matriculados era uma turma diurna, de 2011/2 a 2013/2 a turma noturna teve a maior procura em três dos cinco semestres. Embora o aumento expressivo no número de matriculados na turma noturna nos primeiros semestres de implantação da modalidade EAD (2011/2 e 2012/1) não tenha se mantido nos semestres seguintes, em nenhum semestre houve um decréscimo nesse número em relação às turmas anteriores a 2011/2, o que significa que em nenhum semestre houve rejeição à disciplina por ser a distância.

O pico de matrículas nas turmas noturnas entre 2011/2 e 2013/2 pode ter duas causas diferentes, em-

bora não exclusivas:

1°) havia uma demanda reprimida pela modalidade EAD, a qual foi suprida ao final do segundo semestre consecutivo de oferecimento nessa modalidade;

2°) havia um excesso de expectativas por parte dos estudantes com relação à modalidade EAD, as quais não foram atendidas, ou em termos de didática, ou em termos de facilidade de estudo e de aprovação.

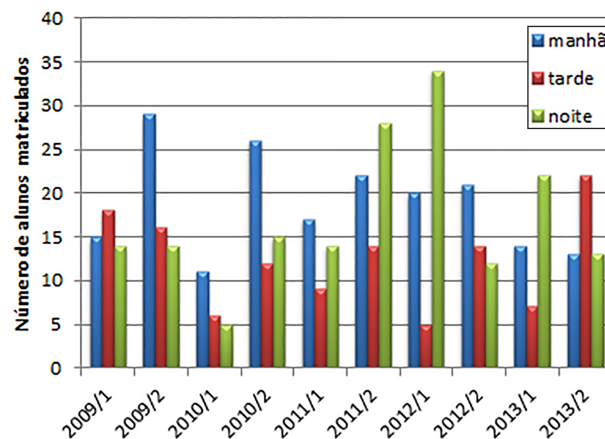


Figura 14 - Número de matriculados em cada turma da disciplina FIS02010 nos dez semestres entre 2009/1 e 2013/2.

Com base nesse levantamento não é possível concluir que existe a necessidade de oferecer a disciplina na modalidade EAD todos os semestres, por outro lado, ele mostra que essa modalidade não afugenta os alunos, mas é necessário investir mais em técnicas que atraiam e retenham os alunos. Pallof e Pratt [57] recomendam até ligar para os alunos que não estão participando para trazê-los de volta, o que é uma prática muito incomum no ensino presencial. Isso nos leva a refletir sobre a importância da formação específica, por parte dos professores e tutores, para que a educação a distância funcione com eficiência e com o alcance desejado.

7.2. Desempenho na disciplina

Partindo do pressuposto de que uma EAD de qualidade deve, no mínimo, ajudar o aluno a aprender como na presencial [66], fizemos um levantamento dos conceitos finais de todos os alunos matriculados em todas as turmas de FIS02010 nos semestres entre 2009/1 e 2013/2, para comparar o desempenho médio dos estudantes antes e depois da introdução da modalidade EAD na turma noturna. As Figs. 15 e 16 mostram a distribuição desses alunos, agrupando-os em três níveis: 1°) de acordo com sua situação: aprovados (com conceito final A, B ou C), reprovados por falta de aproveitamento (obtiveram conceito D), reprovados por falta de frequência (conceito FF), cancelados ou afastados (colocados juntos, sob a legenda Canc); 2°) de acordo com o curso a que pertencem: bacharelado em física ou em engenharia física (agrupados sob a sigla BF), licenciatura em física diurna ou noturna (agrupados sob a

sigla LF); 3°) de acordo com o turno em que estão matriculados: diurno (turmas da manhã e da tarde), ou noturno (turma noturna). Na Fig. 15 estão reunidos os dados referentes aos semestres de 2009/1 a 2011/1, quando a disciplina era presencial tanto para o diurno quanto para o noturno, e na Fig. 16 estão os dados referentes aos semestres 2011/2 a 2013/2, quando a turma noturna passou a ser oferecida na modalidade EAD.

Comparando os resultados obtidos pelos alunos matriculados nos dois períodos, de 2009/1 até 2011/1 e de 2011/2 até 2013/2, mostrados nas Figs. 15 e 16, pode-se observar que:

- o percentual de aprovação (conceitos ABC) entre os licenciandos que cursaram a disciplina na turma noturna (blocos LF da direita nas duas figuras) é um pouco mais alto nos semestres de 2011/2 a 2013/2 (Fig. 16) do que nos cinco semestres anteriores (Fig. 15), ao passo que, entre os licenciandos que cursaram a disciplina em uma das turmas diurnas (bloco LF da esquerda), o percentual de aprovação teve uma diminuição significativa entre os dois períodos. Consideramos que isso pode ser um indicativo de que a modalidade EAD foi mais favorável para os alunos da licenciatura.

- os percentuais de abandono da disciplina (conceitos FF e Canc) não diminuíram sensivelmente com o EAD, mas claramente não aumentaram.

- alunos do bacharelado apresentaram um desempenho melhor, em média, do que os alunos da licenciatura, independentemente da modalidade (presencial ou EAD) ou do turno (noturno ou diurno) em que frequentaram a disciplina, mas o índice de aprovação entre eles é levemente menor no noturno do que no diurno, mesmo após a introdução do EAD no noturno.

8. Avaliação discente

A avaliação do docente e da disciplina pelo discente é um instrumento importante para detectar os aspectos negativos e positivos de um curso, porém, nem sempre é fácil de ser realizada de maneira efetiva, tanto pela dificuldade de elaborar as perguntas mais quanto pela dificuldade de conseguir que os alunos as respondam. Os resultados que apresentamos nesta seção representam a opinião de menos da metade dos alunos, mas optamos por mostrá-los por constituírem o único indicativo que temos do grau de satisfação dos alunos com a disciplina.

No primeiro semestre em que a disciplina FIS02010 foi oferecida na modalidade EAD, 2011/2, enviamos para todos os alunos, ao final do período letivo, um questionário cujos itens foram elaborados a partir de entrevistas individuais com dois alunos, um que havia obtido conceito A e outro que havia obtido conceito C. No questionário os alunos foram convidados a avaliar como “ótimo”, “muito bom”, “bom”, “satisfatório” ou “insatisfatório” quinze quesitos relacionados ao ma-

terial didático, à metodologia das aulas e aos instrumentos de avaliação. Também foi dado espaço para escreverem comentários e/ou sugestões. O questionário pode ser visto na íntegra na dissertação de mestrado de Müller [13], assim como os seus resultados, que resumimos a seguir.

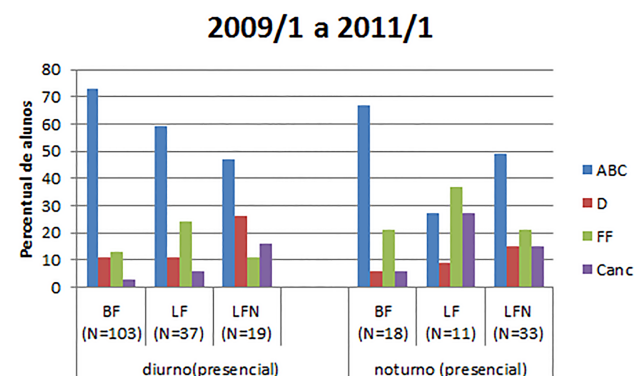


Figura 15 - Distribuição percentual de alunos matriculados em FIS02010 de 2009/1 a 2011/1. Nos dois blocos da esquerda estão agrupados os alunos matriculados nas turmas diurnas e nos dois blocos da direita estão os alunos matriculados na turma noturna. Todos tiveram aulas presenciais nesse período. Os alunos do bacharelado em física e da licenciatura em física estão agrupados sob a sigla BF e os alunos da licenciatura em física (diurno) e licenciatura em física - noturno, sob a sigla LF. As barras indicam a situação final dos alunos: aprovados (legenda ABC), reprovados por falta de aproveitamento (legenda D), reprovados por falta de frequência (legenda FF) e cancelados ou afastados (legenda Canc). N é o número de alunos em cada grupo.

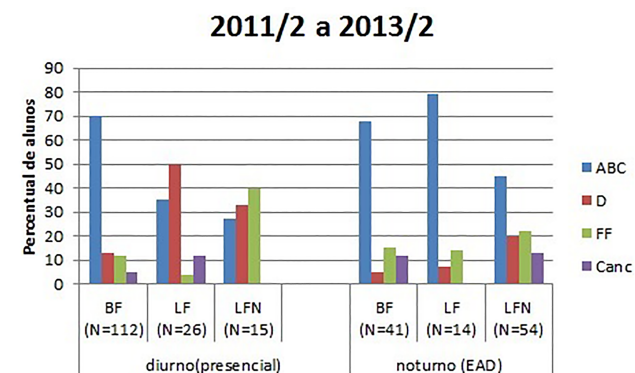


Figura 16 - Distribuição percentual de alunos matriculados em FIS02010 de 011/2 a 2013/2. Nos dois blocos da esquerda estão os alunos matriculados em uma das duas turmas diurnas, com aulas presenciais, e nos blocos da direita estão os alunos matriculados na turma noturna, com aulas a distância. Os alunos do bacharelado em física e da licenciatura em física estão agrupados sob a sigla BF e os alunos da licenciatura em física e licenciatura em física - noturno, sob a sigla LF. As barras indicam a situação final dos alunos: aprovados (ABC), reprovados por falta de aproveitamento (D), reprovados por falta de frequência (FF) e cancelados ou afastados (Canc). N é o número de alunos em cada grupo.

Embora apenas oito dos 23 alunos tenham respondido, as respostas foram favoráveis. Atribuindo números de 1 a 5 aos conceitos dados por eles, “1” correspondendo a “insatisfatório” e “5” correspondendo a “ótimo”, a “nota” média atribuída por eles foi 3,9. Os

aspectos que eles avaliaram mais negativamente foram relacionados à interatividade através dos fóruns e os que eles avaliaram mais positivamente foram relacionados ao material didático. No espaço para sugestões, mencionaram a extensão excessiva de algumas aulas, a imprecisão de alguns conceitos, a falta do gabarito para as questões de fixação ao final de cada aula⁹ e a necessidade de algumas aulas presenciais no formato tradicional. Todos os oito alunos escreveram que recomendariam a disciplina na modalidade EAD para seus colegas. Um disse que ressaltaria a necessidade da maior participação e envolvimento dos alunos nas atividades.

Tornamos a enviar os mesmos questionários na última aplicação, em 2013/2, quando várias deficiências detectadas na primeira versão do material já haviam sido corrigidas. Infelizmente, dessa vez, apenas dois alunos responderam. Usando a mesma correspondência entre os conceitos atribuídos por eles e os números de 1 a 5, um deles, que foi aprovado com conceito C, deu “nota” média 3,75 e o outro, aprovado com conceito A, deu 4,8. Estranhamente, o que deu nota mais baixa escreveu que recomendaria o curso, o que deu nota mais alta se esquivou de responder, sugerindo que a disciplina seria mais bem aproveitada se tivesse duas aulas disponibilizadas na internet e uma presencial, e que valesse seis créditos ao invés de quatro. Esse aluno acrescentou um longo comentário:

Eu gostei muito da disciplina porque descobri que gosto de astronomia. Estou fazendo poucas cadeiras este semestre e por isso consegui investir muito mais tempo de estudo nas cadeiras que cursei. Acredito que se eu estivesse matriculado em todas as cadeiras propostas pelo currículo não teria tempo para dedicar ao aprofundamento do conteúdo da disciplina como dediquei. Nunca esquecendo que estudo e trabalho. Não tenho todo o tempo dedicado ao estudo, estou cursando um curso noturno por causa disso.

No que se refere ao conhecimento, acredito que não existe milagre. Para existir conhecimento é preciso existir dedicação e para existir dedicação é preciso ter tempo para isso. Infelizmente os alunos não têm tempo para cursar com qualidade todas as disciplinas propostas pelo currículo para um semestre. Na aula ficou evidente que muitos alunos não conseguiram aprofundar o conhecimento. A participação do fórum de discussão é um exemplo. Dois ou três alunos participaram do fórum fazendo pergun-

tas os demais não conseguiram registrar nenhuma pergunta. Na minha opinião, acredito ser impossível não ter dúvidas quando se aprende algo novo.

É difícil não concordar com as ponderações desse aluno que, se de um lado se alinham com a tendência atual para o ensino semipresencial, por outro lado mostram um problema que independe da modalidade de ensino: a dificuldade em ser bem sucedido em um curso de boa qualidade com pouco tempo para estudar. O ensino a distância ajuda na conciliação do tempo de estudo com tempo de trabalho por dar aos alunos a possibilidade de estudar no horário que mais lhes convém, mas não diminui o tempo de estudo necessário para uma aprendizagem efetiva.

Para tentar melhorar a estatística a respeito do grau de satisfação dos alunos com a disciplina consultamos os questionários de avaliação discente institucional. Esses questionários são disponibilizados no portal do aluno, no *site* da universidade, sendo que os alunos têm acesso apenas aos questionários relativos às disciplinas que cursaram efetivamente (isto é, nas quais obtiveram conceito final A, B, C ou D), de forma que, em uma dada turma, o número de possíveis respondentes pode ser menor do que o número de matriculados. Os questionários são compostos por uma série de frases que afirmam características desejáveis a respeito do professor, da disciplina, da infraestrutura e do próprio aluno (autoavaliação). Os respondentes manifestam seu grau de concordância com cada frase, numa escala de 1 a 5, em que o número 1 corresponde a “discordo totalmente” e o número 5 corresponde a “concordo totalmente”. Embora as questões sejam iguais para todos os cursos, sem levar em conta as particularidades de cada curso ou de cada disciplina, a maioria delas se adequa a qualquer metodologia.

Entre um terço (1/3) e metade (1/2) dos alunos participantes em cada semestre responderam ao questionário; a média geral foi sempre acima de 4,0, indicando que os alunos que se manifestaram concordaram ou concordaram totalmente com os aspectos positivos mencionados. A porcentagem de respondentes e o grau de concordância global de cada turma são esquematizados na Tabela 4.

É interessante conferir em especial um dos itens relativos à autoavaliação no questionário de avaliação discente institucional, o qual afirma “Eu possuía os pré-requisitos necessários para a disciplina”; o grau de concordância médio com essa frase, entre os cinco semestres, foi 4,24, indicando que, na percepção desses alunos, eles tinham o conhecimento prévio necessário, que é justamente a primeira condição para a aprendizagem significativa na concepção de Ausubel.

⁹Não disponibilizamos previamente o gabarito para evitar que eles o consultassem antes do devido esforço para responder às perguntas e para que eles procurassem dirimir as suas dúvidas com os colegas, tutor e/ou professor, via *fórum* ou presencialmente, ou seja, para fomentar as interações. A partir do segundo semestre de aplicação disponibilizamos no AVA o gabarito das questões da área no mínimo dois dias antes da prova presencial.

Tabela 4 - Avaliação discente no questionário institucional.

Ano	Percentual de respondentes*	Média geral
2011/2	50%	4,62
2012/1	35%	4,71
2012/2	33%	4,60
2013/1	50%	4,24
2013/2	36%	4,83

*Este percentual é sobre o número de alunos que tinham acesso ao questionários, isto é, os que obtiveram conceito A, B, C ou D.

9. Considerações finais

Neste trabalho apresentamos um material didático desenvolvido para possibilitar o oferecimento de uma disciplina introdutória de astronomia na modalidade a distância, e relatamos a experiência de aplicá-lo durante cinco semestres consecutivos (de 2011/2 a 2013/2), através da plataforma Moodle, em uma turma noturna composta principalmente por estudantes de licenciatura em física, mas frequentada também por estudantes de bacharelado em física e alguns estudantes do bacharelado em engenharia física.

Na produção de material não pudemos contar com uma equipe multidisciplinar, contrariando o que é recomendado pelos especialistas em EAD, e isso pode se refletir em certos aspectos do texto. Certamente não é uma tarefa simples conciliar todas as características específicas da linguagem EAD com a preocupação da precisão no conteúdo, e isso parece ser especialmente difícil para os professores das disciplinas de ciências exatas [71]. Por outro lado, Maia e Mattar [58] defendem que os professores conseguem produzir bons conteúdos mesmo sozinhos ou com um mínimo de ajuda, e lembram que o material “produzido em casa” tem a vantagem de poder ser atualizado durante o curso. Essa é uma vantagem da qual continuaremos fazendo uso, buscando a melhoria do material, que continuará em construção.

A avaliação da aprendizagem foi realizada predominantemente através de três provas presenciais, com peso de 50% ou 60% da nota, e de treze questionários online, que contribuíram com 40% da nota. O índice de aprovação, considerando todos os estudantes os matriculados na disciplina nos semestres em que ela foi ministrada na modalidade EAD (2011/2 a 2013/2) foi de 61%, e considerando apenas os estudantes da licenciatura foi de 51%. Apesar de ainda ser baixo, esse índice representa uma pequena melhora em relação aos índices de aprovação dos estudantes da licenciatura que frequentaram a turma noturna nos cinco semestres anteriores (2009/1 a 2011/1), que foi de 43%. Fazendo a mesma comparação entre os estudantes de bacharelado que frequentaram as mesmas turmas, o índice de aprovação se manteve praticamente o mesmo (variou de 67% para 68%), o que pode ser um indicativo de que a modalidade EAD foi mais favorável para os alunos da licenciatura.

Concluimos que a disciplina oferecida na modalidade EAD manteve a qualidade de ensino-aprendizagem no mesmo nível da disciplina presencial, e foi considerada mais efetiva do que a presencial por alguns alunos, apesar de a interatividade ter ficado bem aquém do desejável e esperado. Outro aspecto que requer atenção é que a disciplina não manteve a atratividade observada no ano que foi implementada. Isso pode ter acontecido por um rápido suprimento da demanda reprimida pela modalidade EAD ou porque muitos alunos procuraram inicialmente essa modalidade movidos pela expectativa de que fosse mais “fácil”, mas também pode ser resultado de deficiências pedagógicas na metodologia da disciplina e uso do ambiente virtual de aprendizagem, as quais podem tê-la tornado desinteressante para aqueles alunos que precisariam de um estímulo maior para estudar sem a presença do professor.

Nosso investimento na oferta de uma disciplina de astronomia na modalidade EAD em vários semestres nos possibilitou aperfeiçoar o material didático e colher indícios sobre possibilidades de melhoria da metodologia. Para tornar a disciplina mais atrativa e eficiente, novos esforços precisam ser envidados, especialmente fomentando maior interação entre os estudantes. Ferramentas bem sucedidas em outros casos, como vídeo-aulas [29, 50] e roteiros de estudo [72] são recursos enriquecedores a serem incorporados. Apesar da longa experiência da primeira autora desse artigo no ensino presencial dessa disciplina, sua implementação na modalidade EAD interpôs desafios nunca antes vivenciados, enfatizando a importância da formação específica de professores e de tutores para que a educação a distância produza resultados com boa qualidade e com o alcance desejado.

Referências

- [1] M.L. Belloni, *Educação a Distância* (Autores Associados, Campinas, 2009), 5^a ed. 124 p.
- [2] S. Novak, *Educação a Distância: Acesso ao Ensino ou Acesso à Aprendizagem?* (Secretaria de Educação a Distância da UFRGS, UFRGS, 2009). Disponível em <http://www.ufrgs.br/sead/momento-ead/educacao-a-distancia>, acessado em 2/1/2015.
- [3] J.M. Moran, UNOPAR Científica Ciências Humanas e Educação **5**, 27 (2004).
- [4] K. Schlünzen Jr., *Teoria & Prática da Educação* **16**, 113 (2013).
- [5] B. Means, Y. Toyama, R. Murphy, M. Bakia e K. Jones, *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies* (US Department of Education, Washington, D.C., 2009). Disponível em <https://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>, acessado em 2/1/2015.

- [6] S.L.S. Cunha, Revista Brasileira de Ensino de Física, **28**, 151 (2006).
- [7] R.S. Araujo e D.S. Vianna, Ciência em Tela **1**, 1 (2008).
- [8] C.A.B. dos Santos e E.A. Curi, Ciência & Educação online **18**, 837 (2012). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000400007>, acessado em 2/1/2015.
- [9] O.A. Santana, Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância **12**, 119 (2013).
- [10] L. Wunsch, L.B. Turchielo e E.A.P. Brochet, in *IV Seminário de Pesquisa em EaD - SE-PEAD*, Florianópolis, 2012. Disponível em <https://ead.ufsc.br/seminario2012/files/2012/04/Anais-vers{%}C3{%}A3opreliminar-.pdf>, acessado em 2/1/2015.
- [11] K.S. Oliveira Filho e M.F.O. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica*, Porto Alegre. 2000. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br>, acessado em 2/1/2015.
- [12] M.F.O. Saraiva, A.M. Müller e E.A. Veit, in: *Atas SNEA 2012 - II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, São Paulo, 2012 (SAB, São Paulo, 2013) p. 122. Disponível em http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_TC013.pdf, acessado em 2/1/2015.
- [13] A.M. Müller, *O Ensino de Fundamentos de Astronomia e Astrofísica na Modalidade a Distância para Alunos de Graduação*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- [14] B.W. Jones, in *New Trends in Astronomy Teaching*, IAU Colloquium 162. Editado por L. Gougenheim, D. Mc Nally and J.R. Percy (Cambridge University Press, Cambridge, 1998).
- [15] Sociedade Astronômica Brasileira, *Graduação em Astronomia no Brasil* Disponível em <http://www.sab-astro.org.br/grad>, acessado em 15/4/2015.
- [16] P.S. Bretones, *Disciplinas Introdutórias de Astronomia nos Cursos Superiores do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Geociências, UNICAMP, 1999.
- [17] A.J. Roberto Junior, T.H. Reis e D.R. Germinaro, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia **18**, 89 (2014).
- [18] T.C. Caetano e W.S. Dias, in: *XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF 2009*, Vitória, 2009. Disponível em http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_introducaoaastronomiaeea.trabalho.pdf, acessado em 20/4/2015.
- [19] T.C. Caetano e G.R. Hickel, in: *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TCP33.pdf, acessado em 20/4/2015.
- [20] A.S.M. Germano, S.C. Aroca, C.E.F. Lopes e D.M. Cunha, in: *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TC03.pdf, acessado em 20/4/2015.
- [21] J.R.V. Costa e A.S.M. Germano, in: *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TC030.pdf, acessado em 20/4/2015.
- [22] J.R.V. Costa, *Uma Hipermídia Sobre Fases da Lua para o Ensino de Astronomia a Distância*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.
- [23] Universidade Federal De Santa Catarina, *Física - Licenciatura a Distância. Grade curricular UAB-2 - 2103*. Disponível em <https://ead.ufsc.br/fisica/grade-curricular-uab-2-2013/>, acessado em 20/4/2015.
- [24] T. Silva e M.F. Barroso, in: *Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Curitiba, 2008. Disponível em <http://www.if.ufrj.br/~marta/artigosetal/2008-epef11-astron.pdf>, acessado em 20/4/2015.
- [25] T. Silva, Cad. Bras. Ens. Fis. **26**, 533 (2009).
- [26] T. Silva, Cad. Bras. Ens. Fis. **29**, 864 (2012).
- [27] A.L. Fagundes, *Avaliação de uma Hipermídia Educacional sobre as Fases da Lua. 2014*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.
- [28] E.O. Picazzio, in *III Simpósio Temático "A docência na USP: Desafios e Inovações - Pró-Reitoria de Graduação da USP"*, São Paulo, 2014.
- [29] A.L. Scarinci e D. Falceta-Gonçalves, in: *Atas SNEA 2012 - II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. SAB, São Paulo, 2013, p. 20. Disponível em http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_TC029.pdf, acessado em 2/1/2015.
- [30] <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>, acessado em 2/1/2015.
- [31] K.S. Oliveira Filho e M.F.O. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004), 2ª ed., 557 p.
- [32] R.C. Diogo e S.T. Gobara, Revista Brasileira de Informática na Educação, **16**(2), 23 (2008).
- [33] L.M.R. Tarouco, M.C.J. Fabre, A.R.S. Grando e M.L.P. Konrath, in: *SUCESU-Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação*, Florianópolis, 2004. Disponível em http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf, acessado em 2/1/2015.
- [34] R. Tavares, Revista Brasileira de Informática na Educação **18**(2), 4 (2010).
- [35] L. Peduzzi, Cad. Bras. Ens. Fis., **29**, 758 (2012).
- [36] M.A.Pires e E.A. Veit, Revista Brasileira de Ensino de Física **28**, 24 (2006).
- [37] D.I. Machado e R. Nardi, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **6**, 6 (2007).
- [38] A.F. de Andrade e R.M. Vicari, in *Educação online: teorias, práticas, legislação e formação corporativa*, editado por M.A. da Silva (Loyola, São Paulo 2003). p. 257-274.

- [39] R. S. Garin *et al.*, *Revista Brasileira de Informática na Educação* **14**, 49 (2006).
- [40] D.P. Ausubel, *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva* (Plátano, Lisboa, 2003), 1^a ed., 226 p.
- [41] M.A. Moreira, *Teorias da aprendizagem* (EPU, São Paulo, 1999), 1^a ed., 195 p.
- [42] L.S. Vigotsky, *A formação social da mente* (Martins Fontes, São Paulo, 2007), 2^a ed., 182 p.
- [43] G.L. Santos, *Elaboração de Material Didático para Educação a Distância I* (Serviço Social da Indústria, São Paulo, 1999), 91 p.
- [44] A.T.C. Pereira, V. Schmitt e M.R.A.C. Dias, in: *Ambientes Virtuais de Aprendizagem em diferentes contextos*, organizado por A.T.C. Pereira (Ciência Moderna Ltda, Rio de Janeiro, 2007), p. 2-22. Disponível em http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/artigos/ava/2259532.pdf, acessado em 2/1/2015.
- [45] A. Belisário, in: *Educação Online: Teorias, Práticas, Legislação e Formação Corporativa*, editado por M.A. da Silva (Loyola, São Paulo, 2003), p. 137-148.
- [46] A.H. Cataplan, E.M. Quartiero, N.G. Gomes e R.Z. Cerny, *Introdução à Educação a Distância* (UFSC/EAD/CED/CFM, Florianópolis, 2005), 137 p.
- [47] L.H.V. Possari e M.L.C. Neder, *Material Didático para EAD: Processo de Produção* (Ed. UFMT, Cuiabá, 2009), 107 p. Disponível em http://www.uab.ufmt.br/uab/images/livros_download/material_didatico_para_ead_processo_de_producao.pdf, acessado em 2/1/2015.
- [48] O. Preti, *Produção de Material Didático Impresso: Orientações Técnicas e Pedagógicas* (UAB/UFMT, Cuiabá, 2010), 210 p.
- [49] I.M. Silva, *Revista Didática Sistêmica* **13**, 20 (2011).
- [50] T. da Silva, E. Ern e I.J. Taneja, *Cad. Bras. Ens. Fis.* **27**, 528 (2010).
- [51] R.E. Mayer, K. Steinhoff, G. Bower and R. Mars, *Educational Technology Research and Development* **43**, 31 (1995).
- [52] A.M. Müller, M.F. Saraiva e K.S. Oliveira, in: *Hipermídias de Apoio ao Professor de Física*, editado por E.A. Veit e M.A. Moreira, Disponível em http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n30_Muller, acessado em 2 jan. 2015.
- [53] M.F.O. Saraiva, Oliveira, K. S. e A.M. Müller, *Astronomia e Astrofísica para EAD*. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/faad.htm>, acessado em 2/1/2015.
- [54] A. Vilela, *Moodle 2 para Professores* (Ed-Rom, Lisboa, 2012), 374 p.
- [55] Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy (CLEA), Gettysburg College, Gettysburg. Disponível em <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/cleahome.html>, acessado em 2/1/2015.
- [56] M.J. Gomes, *Problemáticas da Avaliação em Educação Online*, disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9420>, acessado em 2/1/2015.
- [57] R.M. Pallof and K. Pratt, *Building Online Learning Communities: Effective Strategies for the Virtual Classroom* (John Wiley & Sons, São Francisco, 2007), 2^a ed, 320 p.
- [58] C. Maia e J. Mattar, *ABC da EaD: A Educação a Distância Hoje* (Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2007), 1^a ed., 160 p.
- [59] M. Mazzolini, *Publications of the Astronomical Society of Australia* **19**, 448 (2002).
- [60] C. Netto e L.M.M. Giraffa, *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação* **7**, 1 (2009).
- [61] R.Z. Cerny e E. Ern, *Uma Reflexão sobre a Avaliação Formativa na Educação a distância*, disponível em https://www.arcodigital.ufba.br/twiki/pub/GEC/TrabalhoAno2001/uma_reflexao_sobre_a_avaliacao_formativa_na_ead.pdf, acessado em 15/5/2015.
- [62] A. Silva e C. Silva, In: *Congresso Internacional de Educação a Distância, 2008*, disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2008/tc/510200863228pm.pdf>, acessado em 15/5/2015.
- [63] J.M. Moran, *Revista ETD - Educação Temática Digital* **10**, 54 (2009).
- [64] C.R. Flores, E. Ern, I.J. Taneja e T. da Silva, *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior* **15**, 181 (2010).
- [65] H.C Silva, K.W. Weis, D.A. Costa e G. Viegas, *Cad. Bras. Ens. Fis.* **29**, 708 (2012).
- [66] K.M. Alonso, in *Educação a Distância: Sobre Discursos e Práticas*, organizado por O. Preti (Liberlivro, Brasília, 2005) p. 153-169.
- [67] J.D. Karpicke and H.L. Roediger III, *Science* **319**, 966 (2008).
- [68] J.D. Karpicke and J.R. Blunt, *Science* **331**, 772 (2011).
- [69] D. Valcheva and M. Todorova, in: *International Conference on Computer Systems and Technologies-CompSysTech. 2005*, disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.92.3242&rep=rep1&>, acessado em 15/5/2015.
- [70] L.F. Nascimento, L.F. Czykiel e P.S. Figueiró, *Ensino e Pesquisa* **14**, 311 (2013).
- [71] G.W.R. Fernandes e J.A.P. Angotti, in: *Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Londrina, 2006. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/x/atas/resumos/T0064-1.pdf>, acessado em 15/5/2015.
- [72] A.L. Scarinci, in: *Atas do IX ENPEC - IX Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Águas de Lindóia, 2013, disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0148-4.pdf>, acessado em 15/5/2015.