

## **Análise comparativa entre o uso de ambientes tradicionais de EAD e de sistemas tutores inteligentes: preparação, elaboração, aplicação e resultados**

Dulcinéia Gonçalves Ferreira Pires<sup>1</sup>, Sandrerley Ramos Pires<sup>2</sup>, Cassiomar Rodrigues Lopes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Goiás, Campus Anápolis, Brasil. dulcineiapires@hotmail.com, adm.cassiomar@gmail.com

<sup>2</sup> Escola de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Federal de Goiás, Brasil. sandrerley@hotmail.com

**Resumo.** Os cursos à distância são hoje na quase totalidade oferecidos por algum recurso computacional, principalmente a internet. Eles utilizam softwares que facilitam a distribuição de conteúdo, o atendimento online e a realização de atividades. Além disso, alguns usam sistemas tutores inteligentes que tentam entender o perfil do aluno e apresentar de maneira seletiva o conteúdo, visando melhor aprendizado do curso pelos alunos. A preparação dos cursos à distância é um desafio, exigindo do docente a capacidade de transpor o conteúdo da forma a criar inúmeras visões diferentes para apresentar um mesmo conteúdo. Mas, essa quantidade de visões deve ser limitada e pequena, pois do contrário a preparação do curso seria árdua. Este trabalho analisa um caso de preparação e realização de curso à distância nas abordagens usual e utilizando o tutor inteligente, avaliando se o esforço despendido é retornado em termos do aprimoramento docente e do aproveitamento discente.

**Palavras-chave:** Sistema tutor inteligente, Educação à distância, Transposição didática.

**Comparative analysis of the use of traditional environments of online education and the use of intelligent tutoring systems: preparation, development, application and results**

**Abstract.** Nowadays, almost the totality of distance-learning courses uses some computational resource, using mainly the internet. They use software that facilitate the distribution of content, online services and exercises. In addition, some courses use intelligent tutoring systems, which try to understand the skill of the student and presents selectively the course content, aiming to get better the learning of the student to the course. The preparation of the distance-learning courses is a challenge, requiring from the professor the ability to transpose the content in order to create many different views to the same subject. However, this quantity of these views should be limited and small; otherwise, the preparation of the course would be very difficult. This paper analyzes a case of preparation and realization of a distance-learning course in the usual approaches and using the intelligent tutor, trying to assess whether the expenditure effort is paid by professor improvement and by student achievement.

**Keywords:** Intelligent Tutoring System, Online Distance-Learning, Didactic Transposition.

### **1 Introdução**

Os cursos aplicados na abordagem de ensino à distância têm trazido grandes desafios para o seu processo de planejamento pedagógico. Diferentemente da visão presencial, o discente não possui, durante suas atividades de estudo, a figura do professor dedicado ao processo de exposição e explicação de conteúdo, bem como no atendimento às suas eventuais dificuldades de entendimento.

O professor em um curso presencial é capaz de improvisar, mudar a abordagem, buscar exemplos no mundo real e uma série de outras ações para permitir que o aluno assimile um determinado conteúdo. A relação presencial entre o docente e o discente permite que este primeiro perceba as dificuldades do outro e, a partir de uma percepção das habilidades do discente, ele possa remodelar a mensagem de acordo com a necessidade visando o correto entendimento do aluno.

Em síntese, o aprendizado presencial permite que a transposição didática (Chevallard, 1998) possa ser realizada das mais diversas formas, bastando o docente ter a capacidade de ler a realidade

momentânea, se moldar e moldar o conteúdo para este seja melhor entendido pelo aluno, o receptor da mensagem. No caso do ensino à distância esse poderoso recurso é perdido.

No ensino à distância, essas estratégias têm que ser obrigatoriamente pré-definidas e em pequeno número, podendo ocorrer de que nenhuma delas possam ser úteis ao aluno em um determinado momento do curso. A ausência dessa flexibilidade de moldar a atuação do professor é talvez o grande desafio para quem se propõe a elaborar um curso à distância. Sistemas tutores inteligentes (Viccari, 1990) têm sido criados pela área de inteligência computacional na busca de soluções que possam de certa forma, imitar essa atuação que o professor tem no ensino presencial.

Este trabalho trata de uma análise do processo de criação de um curso à distância utilizando um tutor inteligente. Enquanto em um curso à distância tradicional o assunto é selecionado, fragmentado e exposto aos alunos através de alguma mídia, quando se utiliza um tutor inteligente, a preparação do curso se torna mais complexa, pois o tutor conteudista irá entender particularidades do aluno e, em consequência da conclusão obtida por ele, irá modificar a abordagem dado ao processo ensino-aprendizagem para aquele aluno específico.

Foi escolhido um case, um curso introdutório de legislação trabalhista, o qual foi oferecido nas duas modalidades a serem comparadas, o ensino à distância tradicional e utilizando-se de um Tutor Inteligente. O trabalho mostrou que o uso do tutor inteligente exigiu do docente um esforço maior para a preparação do curso, subsidiando a avaliação do custo-benefício da utilização desta abordagem.

## 2 Referencial Teórico

Visando facilitar o processo de leitura deste trabalho, esta seção apresenta um pequeno referencial teórico para contextualizar as diversas áreas de conhecimento envolvidas, bem como o conhecimento desta que está sendo utilizado neste artigo.

### 2.1 Transposição didática

O processo que transforma um objeto de saber em um objeto de ensino é denominado de transposição didática (Chevallard, 1998). Um conteúdo do saber para se tornar um conteúdo a ensinar sofre transformações que vão torná-lo apto a ser ensinado, isto é, capaz de ser assimilado pelo o discente.

Quando se planeja criar um curso qualquer não tem como pensar na transposição didática do conteúdo do mesmo. Se é um curso presencial, sabe-se que tem de seguir determinada ementa e bibliografia, isso denomina-se transposição didática externa, logo fica na responsabilidade do professor a aplicação da transposição didática interna, aquela onde o professor, com sua experiência, tenta associar o conteúdo com realidade do aluno. Segundo Brito Menezes (2006), “Nesse segundo momento da transposição didática, não mais a ‘noosfera’ se institui como elemento central dessa transformação, mas sim, o próprio professor, considerando a sua relação com o saber e com o aluno”.

O tutor inteligente trabalha com a transposição didática de conteúdo que previamente fora feita pelo professor conteudista que é quem realmente a executa, a interna e eventualmente a externa.

### 2.2 Educação à distância

A expressão educação à distância define uma modalidade de ensino onde os elementos principais do processo, o docente e o discente, não se encontram em um mesmo lugar e em um mesmo tempo para a realização do processo de transmissão de conhecimento (Keegan,1991), (Moore, 1973).

Embora esta modalidade de ensino já exista a muito tempo, ela sofreu um grande impulso com o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação. Atualmente o termo Educação à distância se tornou o padrão para se referir ao ensino praticado por meio de recursos eletrônicos, principalmente a Internet.

As tecnologias atuais permitem a difusão de um grande fluxo de informações para que se possam realizar atividades de ensino à distância, permitindo assim atingir um número muito maior de alunos que se beneficiam deste processo. Os recursos mais utilizados para os cursos de ensino à distância são textos, vídeos e áudios a respeito dos conteúdos que se pretende ensinar.

Do ponto de vista do professor, que elabora a relação de conteúdo do curso, a grande dificuldade nessa modalidade é estabelecer uma relação de conteúdos que permita ao aluno entender a mensagem ali contida, tendo ele que prever as possíveis dificuldades que o aluno terá na realização do estudo, antecipando ou mitigando essas dúvidas, somente dosando e sequenciando o conteúdo.

### 2.3 Sistemas tutores inteligentes

Data da década de 1950 as primeiras iniciativas de se utilizar o computador como ferramenta de aprendizado (Skinner, 1958). Na época tais sistemas estabeleciam uma rígida estrutura de acesso a conteúdo, garantindo que o aluno estudasse na sequência “correta”. Eram os sistemas denominados de *Computer Assisted Instruction* (CAI). Na década de 1970 agregou-se a técnicas de Inteligência Artificial (IA) nos sistemas CAI, originando os sistemas denominados *Intelligent Computer Assisted Instruction* (ICAI) ou sistemas tutores Inteligentes (STIs). Buscava-se na época criar programas que deixassem de ser meros “viradores de páginas”, dando-lhes características adaptativas (Giraffa, 1995).

Viccari (1990) apresenta uma definição mais detalhada ao considerar os STIs como “Programas que, interagindo com o aluno, modificam suas bases de conhecimento (aprendem), percebem as intervenções do aluno, e possuem a capacidade de adaptar as estratégias de ensino de acordo com o desenrolar do diálogo”. Essa definição de Viccari evidencia que uma das principais funções de um STI se refere à composição de interações de forma dinâmica.

Com a utilização de técnicas de IA, os STIs são capazes de analisar os padrões de erros, o estilo e a capacidade de aprendizagem do aluno. Assim, eles permitem oferecer instrução especial sobre o conceito que o aluno está apresentando dificuldade (Saviani, 1991). O STI para ser inteligente deve ser flexível, isto é, ele deve perceber o contexto atual e modificar o seu comportamento (Viccari, 1990).

## 3 O Sistema tutor inteligente utilizado

Este trabalho utilizou o sistema tutor inteligente (STI) proposto e implementado por Carvalho (2012). Trata-se de um sistema com inteligência híbrida que visa unir um Sistema Especialista e um classificador, implementado por uma rede neural artificial (Russell & Norvig, 2013), para que juntos definam o comportamento seletivo do tutor. Dessa forma consegue-se utilizar a experiência de um professor especialista em um primeiro momento e, durante a realização do curso, refinar o comportamento do tutor por meio do conhecimento gerado pelo classificador. Esse conhecimento gerado advém da própria atuação do aluno na realização do curso.

Na base de dados do sistema tutor estão armazenadas todas as informações necessárias à realização do curso: os conteúdos, os parâmetros de treinamento das redes neurais, o conhecimento do professor especialista e os dados relativos à navegação do aluno. Após a realização de um curso, o sistema permite realizar levantamentos estatísticos detalhados sobre a atuação do aluno nele.

O tutor permite a um professor elaborar cursos que versem sobre variados temas e disciplinas. No entanto, deve-se fazer a adequação das unidades didáticas à estrutura definida pelo tutor. Além dos textos e imagens, deve-se também elaborar os exercícios com questões objetivas, que são utilizados nas avaliações da retenção de conteúdo a curto prazo, isto é, da aprendizagem (Albuquerque, 2001).

Os tutores com decisão híbrida possuem estrutura e características similares, como a mostrado na Figura 1 inspirada em um trabalho de Carvalho (2002). Pode-se observar que o curso a ser ofertado deve ter as suas unidades didáticas organizadas e distribuídas em níveis que tem como objetivo desenvolver diferentes competências. São cinco os níveis que se deve distribuir os conteúdos para a elaboração do curso, sendo que três desses podem ser considerados como os principais: o facilitado, o médio e o avançado; e os níveis auxiliares: respostas a perguntas frequentes (FAQs) e exemplos.

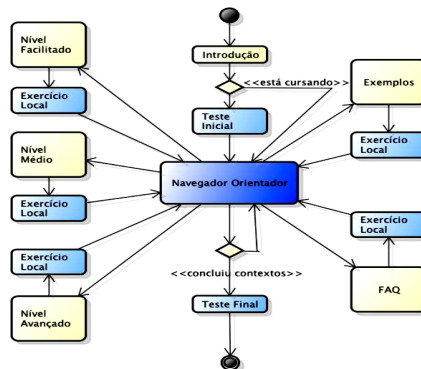


Fig. 1. (Mapa dos comportamentos possíveis do sistema tutor inteligente.)

A distribuição em níveis de complexidade tem sua inspiração na transposição didática de conteúdos (Chevallard, 1998). Neste conceito, a necessidade de ensinar leva à modificação do próprio conhecimento, convertendo-o em “objetos de ensino” passível de aprendizado por parte do estudante. Esse é um processo natural executado pelo professor durante sua atividade docente.

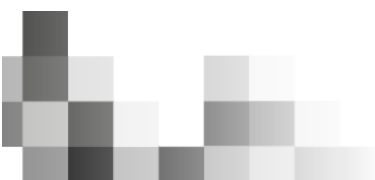
Um curso realizado utilizando o sistema tutor se inicia com questões objetivas que estabelecem uma visão inicial do conhecimento do aluno. Após isso, o aluno poderá navegar pelo curso, sendo que o tutor irá induzir o aluno a fazer o caminho mais apropriado para o seu aprendizado. Ao término de cada tópico do curso, o aluno responde a uma questão objetiva para aferir o seu aproveitamento no tópico, sendo que isso será considerado para as novas sugestões do tutor. Ao término da navegação, o aluno terá que responder a uma avaliação final a fim de aferir o seu aproveitamento no curso.

Durante a realização de um curso o aluno poderá acessar e sair do sistema tutor quantas vezes ele desejar, sendo que o tutor armazenará onde o aluno está e, sempre que acessar novamente o sistema, o seu processo de estudo continuará onde ele parou.

### 3.1 A dinâmica de estruturação de um curso utilizando o tutor

O processo de elaboração de um curso para ser aplicado no sistema tutor inteligente tem também significativas diferenças do processo tradicional. As semelhanças nos dois processos se restringem à definição do tema, objetivos e conteúdo programático. A partir daí, elaborando-se o curso para o tutor inteligente, deve-se fragmentar o conteúdo programático do curso em um conjunto de tópicos. Os tópicos podem ser vistos como a própria aula, ou um momento da aula, pois se trata de uma informação bem delimitada a ser passada para o aluno.

Para cada tópico, deve-se criar uma visão para o seu conteúdo segundo as classificações utilizada pelo tutor inteligente. A informação contida em cada visão deve ser suficiente para passar toda a informação definida para o tópico. As visões possíveis para estudar um tópico são:



1. **Nível facilitado:** são textos com linguagem simples e direta. Aborda o conteúdo do tópico, sem considerar suas particularidades. Ele permite ao aprendiz ter um conceito básico do assunto;
2. **Nível Médio:** padroniza-se este como o nível padrão para o aluno “médio” assimilar um determinado conteúdo. Desta forma, esse nível contém os textos que seriam utilizados em um curso tradicional de ensino à distância;
3. **Nível Avançado:** conteúdo que cobre todo o objetivo de aprendizado do tópico, mas deve ser expresso com maior profundidade para que o leitor possa ter uma visão completa do contexto além de outras informações acessórias;
4. **FAQs:** consiste de uma série de perguntas e respostas de caráter geral, que são normalmente apresentadas por pessoas que estudam aquele conteúdo;
5. **Exemplos:** são textos que possuem estrutura lógica com o objetivo de exemplificar o conteúdo apresentado. Neste nível, são utilizadas analogias, contextualizações etc.

Além dessas visões, deve-se elaborar duas avaliações relativa a todo o conteúdo do curso, uma para o início do curso tendo como objetivo captar algum conhecimento que o discente possa ter a respeito do conteúdo e a outra, após o estudo de todos os tópicos, para avaliar o aprendizado do aluno no curso. Essas avaliações permitem mensurar o aprendizado por parte do estudante a partir da comparação entre as avaliações inicial e final. É também necessário a elaboração de uma pergunta objetiva para cada uma das visões de cada tópico criado para o curso.

### 3.2 A navegação do aluno no sistema tutor inteligente

O processo de execução do tutor basicamente consiste na apresentação sequencial de cada um dos conteúdos do curso em seus diversos níveis. Dessa forma, depois de aplicado o teste inicial, o estudante é encaminhado ao início do curso no nível mais adequado ao seu perfil, considerando o resultado obtido nesse teste. Após estudado o tópico e respondido o exercício correspondente, o aluno é exposto a uma página de navegação, como mostrado na Figura 2.



Fig. 2. (Menu de navegação do sistema tutor inteligente. O botão mais à esquerda é a sugestão que o tutor dá ao aluno.)

De acordo com o desempenho do aluno a página de navegação orienta sobre qual é o nível mais adequado de estudo, ou, até mesmo, indica que ele deve prosseguir para um novo assunto. No modelo com decisão especialista a orientação é realizada utilizando o conhecimento do professor, e no modelo híbrido proposto pela combinação da decisão do professor e da RNA.

### 3.3 Considerações sobre o Sistema Tutor Inteligente

A complexidade que envolve o processo de preparação de um curso para ser utilizado no sistema tutor inteligente, trouxe aos elaboradores as seguintes percepções:

1. Embora de maneira restrita, o uso do sistema tutor inteligente permite que se pense a transposição didática de conteúdos de modo a atingir perfis diferentes de alunos;
2. Houve a necessidade de estudo preparatório para a utilização do sistema tutor, para desenvolver um padrão metodológico que explorasse convenientemente a transposição didática de conteúdos e, finalmente, para a elaboração de conteúdos similares, mas com diferentes caminhos para se atingir o entendimento do aluno;

3. Conforme é sabido na área de inteligência artificial, o processo de classificação utilizando redes neurais artificiais produz um resultado, sendo que este não pode ser analiticamente explicado, visto que as funções matemáticas que efetuam a classificação são intrínsecas à rede, não se tendo conhecimento de quem são elas (Wasserman, 1998). Esse fato dificulta o convencimento de que a classificação está sendo feita de forma correta.

Como resultado de um primeiro contato, observou-se a concordância entre os três docentes envolvidos na elaboração que o processo de implantação de um sistema dessa natureza tende a gerar muita resistência entre os envolvidos no processo, visto que o esforço para a elaboração de um curso é significativamente maior que em outras abordagens.

#### **4 Estudo de caso: Elaboração e Aplicação de um Curso**

A atividade principal deste trabalho é a realização de um estudo de caso para identificar as diferenças entre o uso de tutor inteligente e a abordagem tradicional de EAD. A comparação envolve diversas etapas do processo, sendo elas a elaboração do curso, a aplicação do curso e a análise dos resultados obtidos nas duas abordagens. Para tanto, utilizou-se a estrutura de EAD do Instituto Federal de Goiás (IFG), Campus Anápolis, para a realização do experimento.

O curso escolhido para ser realizado foi sobre legislação trabalhista para jovens, o qual foi aplicado para os alunos dos cursos de ensino médio do IFG. Um único texto base foi elaborado para servir como conteúdo do curso, o qual foi utilizado para nortear as duas abordagens a serem testadas. Trata-se de um curso curto e introdutório, com duração prevista para 4 horas de atividades discente.

##### **4.1 Elaboração do Curso na Abordagem Tradicional de EAD**

Um curso de ensino à distância sem o uso de tutores inteligente consiste, tradicionalmente, em um conjunto de materiais que são disponibilizados para o aluno, sendo estes na forma de texto, imagem, exercícios, jogos e outros recursos didáticos. Cabe ao docente que criou o curso a definição de uma sequência didática para que os conteúdos sejam acessados com o propósito de facilitar o entendimento, assim como, cabe ao aluno acessar esses conteúdos e tentar assimilar a mensagem contida ali. Durante a realização do curso, se o aluno tiver alguma dificuldade, ele poderá recorrer a um tutor para facilitar o processo de entendimento.

Este modelo de curso conta com a disciplina e a persistência do aluno. Além disso, para o sucesso no curso, o aluno deverá desenvolver uma capacidade autodidata para que ele aprenda a aprender.

Para a criação do curso de EAD na abordagem tradicional, tomou-se por referência o processo utilizado na área de EAD do IFG, campus Anápolis, onde em entrevista com o coordenador da área se levantou as seguintes informações:

1. Os cursos são oferecidos no software Moodle (Moodle, 2016) que é amplamente utilizado na área de EAD no Brasil, sendo que apenas algumas funcionalidades da ferramenta são utilizadas;
2. O conteúdo dos cursos é estruturado em uma sequência de tópicos, normalmente na forma textual, eventualmente vídeos, que são disponibilizados via o software Moodle;
3. Listas de exercícios, questionários e outros recursos didáticos também são disponibilizados. O IFG possui uma área de EAD, onde as atividades de tutoria são realizadas. O tutor presencial não trata do conteúdo do curso, apenas na facilitação do acesso ao ambiente de estudo.

Assim, a partir do texto base, fragmentou-se o mesmo em quatro tópicos principais, gerando um documento para cada tópico. Esses conteúdos foram disponibilizados no software Moodle, bem como listas de exercícios para complementação do processo de estudo. Finalmente, elaborou-se uma avaliação objetiva para aferir o desempenho do aluno no curso, sendo esta a ser aplicada presencialmente na forma impressa.

## 4.2 Elaboração do curso com o uso do Tutor

Para a elaboração do curso para o sistema tutor inteligente, utilizou-se a abordagem já descrita anteriormente na seção 3 deste trabalho. O texto base foi adotado como a referência do nível médio, sendo que para a elaboração dos outros dois níveis foram utilizados outros critérios descrito a seguir. O processo de criação do curso foi:

1. Inicialmente elaborou-se duas avaliações. A primeira para ser feita antes do contato ao conteúdo do curso, onde o objetivo é permitir que o tutor inteligente consiga formar uma classificação inicial do discente que inicia o curso. A segunda para ser feita ao término do curso visando ter uma noção de como foi o processo de aprendizado do aluno. Essa última avaliação é a mesma utilizada para o curso de EAD tradicional;
2. Para a formação dos conteúdos do nível médio, dividiu-se o texto base em doze tópicos, estabelecendo assim o mesmo conteúdo do que foi preparado no curso tradicional de EAD;
3. Para o nível facilitado, buscou-se uma simplificação do vocabulário utilizado no nível médio, além de corte de porções que não agregasse com a ideia central do tópico. Na configuração do curso convencionou-se que ao fazer um tópico no nível facilitado, o tutor irá sugerir a leitura do nível médio antes de passar para um novo tópico;
4. Para o nível avançado realizou-se para cada tópico a busca do mesmo conteúdo, mas com maior nível de profundidade na exposição do assunto. Embora o objetivo do curso já estivesse sendo atingido com os outros níveis, o nível avançado irá propiciar ao aluno um contato com assuntos complementares para maior absorção do tópico. Contém o mesmo assunto, contudo em um contexto multidisciplinar, abordando questões históricas, sociais e econômicas;
5. Além dessas três perspectivas (facilitado, médio e avançado) para o mesmo assunto, elaborou-se mais duas visões de conteúdo tratando do assunto do tópico, sendo eles:
  - a. Uma relação de perguntas e respostas (FAQs) que o docente julgou ser natural de serem feitas pelos alunos durante uma aula presencial;
  - b. Um exemplo de situação em que o conteúdo do tópico possa ser tratado de uma forma mais concreta, propiciando uma visão mais concreta do tema.
6. Para cada um dos tópicos, em cada uma das visões, elaborou-se uma pergunta de múltipla escolha com o objetivo de ter uma rápida noção de qual foi o aproveitamento do aluno no tópico estudado.

Uma percepção imediata obtida ao se preparar um curso na abordagem do tutor inteligente é o acentuado aumento de esforço do docente para a estruturação dos materiais, pois o mesmo conteúdo é tratado sob cinco pontos de vista diferente.

Após a elaboração do curso o mesmo foi registrado no sistema tutor inteligente, trazendo novas dificuldades ao processo de preparação do curso.

## 4.3 Análise comparativa entre os dois processos de elaboração do curso

O estudo de caso permitiu a obtenção de uma percepção relativa à criação do curso nas duas modalidades. A análise comparativa foi feita sob dois aspectos, o primeiro tratando do esforço despendido para a elaboração do curso e o segundo tratando de uma avaliação sob o ponto de vista pedagógico. Com relação ao esforço pode-se relacionar:

1. Conforme descrito anteriormente, o esforço de elaboração do curso para o sistema tutor inteligente foi maior que para o curso tradicional. Cada tópico do curso foi pensado em cinco pontos de vista diferentes, levando a uma estimativa numérica de um esforço cinco vezes maior. Entretanto, o esforço para a definição do que seria cabível a cada um dos níveis, o processo de

busca e desenvolvimento desse conteúdo diferenciado, a necessidade de se pensar exemplos que se inserisse no cotidiano do público alvo, além de outros aspectos, gera a percepção de um nível de esforço maior que o representado pelo número estimado acima;

2. As medições de tempo de elaboração dos dois cursos, partindo do princípio que o texto base já estava pronto, mostrou um dispêndio de tempo maior para o curso no sistema tutor inteligente. Enquanto o curso tradicional foi elaborado em pouco mais de seis horas, para o tutor demorou cerca de quarenta horas, demonstrando uma discrepância maior do nível de esforço;
3. O uso do sistema tutor oferece a oportunidade ao docente de viver com maior profundidade o conteúdo, tornando-o mais apto a discutir e apoiar alunos no processo de aprendizagem.

Com relação a avaliação comparativa com a visão pedagógica pode-se relacionar:

1. Facilidade maior na elaboração do curso na visão do EAD tradicional. Como não se tem recursos para a realização de uma transposição didática do conteúdo visando diferenciados perfis de aluno, só resta ao docente a definição de uma sequência única para o curso, facilitando a elaboração;
2. Na abordagem utilizando o tutor, a fragmentação em três níveis permite alguma flexibilidade para uso da transposição didática a diferentes perfis, mas, por outro lado, gera um esforço maior, pois cada tópico deve ser mostrado em cinco pontos de vista (Fácil, Médio, Avançado, FAQ e Exemplos);
3. Dosar os conteúdos de cada um desses níveis, buscando uma flexibilidade no processo de exposição, é baseado na percepção do docente, mas não necessariamente o que o aluno busca ou necessita naquele momento. Esse fato torna o processo de uso do tutor muito mais difícil de ser executado;
4. As limitações tecnológicas da abordagem tradicional facilitam a delimitação de conteúdo e a coleta desses. A fartura de conteúdo na Internet e o descompromisso das várias visões facilitam a elaboração de cursos nessa abordagem. Entretanto, o excesso de conteúdo, adicionado da desconexão lógica entre eles, gera o desânimo na realização do curso por parte do aluno;
5. O processo de tutoria na abordagem do tutor inteligente é facilitado, pois o próprio tutor humano pode-se beneficiar das diversas visões e realizar o processo de apoio ao aluno com os conteúdos adequados para realização das explicações, mesmo sem conhecer o conteúdo, apenas solicitando a leitura de exemplos e de níveis mais básicos.

O estudo de caso relativo à elaboração dos cursos dá a percepção de que o uso do sistema tutor inteligente dá ao docente a oportunidade de realização de um produto melhor qualidade, apesar da dificuldade. Entretanto, o conhecimento exigido ao docente que elabora o curso está além do conhecimento médio encontrado nos docentes envolvidos nessa atividade. Esse é, provavelmente, o maior problema para a implantação de um sistema tutor inteligente e também a maior causa de resistência ao uso dessa tecnologia.

## 5 Resultado da realização dos cursos

Para completar o processo de análise e comparação proposto para este trabalho, realizou-se uma edição do curso para um público de trinta alunos, sendo que cada abordagem teve quinze alunos cursando, sendo essa divisão feita por sorteio. Durante a realização dos cursos foi feita a observação dos alunos com o objetivo de avaliar o interesse deles para a realização dos estudos, a produtividade em cada uma das abordagens e as dificuldades com o manuseio da tecnologia.

As observações principais feitas foram:





1. Os alunos tiveram mais dificuldades em lidar com a interface do sistema tutor inteligente. Acredita-se que seja devido a um maior número de interações e mais opções para o aluno navegar pelo curso;
2. O nível de motivação e atenção durante o estudo foi maior no curso com o tutor, visto que as constantes interações prendiam a atenção do aluno. No curso tradicional, ao acessar um texto o aluno se sentia enfadado com o elevado número de páginas do conteúdo. No tutor, embora tivesse o mesmo volume de informação, por estar fragmentado, os alunos não percebiam isso com facilidade;
3. O tempo total de duração dos dois cursos foram praticamente os mesmos, sendo que a diferença entre o primeiro a terminar e o último foi de cerca de quarenta minutos;
4. A necessidade de apoio ao aluno para manipular com os ambientes foi significativamente maior no curso com o sistema tutor inteligente.
5. Se fosse subtrair o tempo dispendido pelo aluno para entender a interface do tutor inteligente, pode-se dizer que o aproveitamento do tempo neste foi maior que no ambiente tradicional.

Após a realização do curso o sistema tutor aplica a avaliação final e apresenta o rendimento para o aluno de forma online e automática. Para os alunos da abordagem tradicional foi aplicada uma prova com as mesmas questões da avaliação final automática. A Figura 3 apresenta um resumo dos resultados obtidos com o curso. Em 3 (a) pode-se observar que os resultados numéricos de nota foram praticamente os mesmos, e pelo desvio padrão pode-se observar uma maior homogeneidade de aprendizado na abordagem tradicional. Em 3(b) pode-se observar que os três melhores resultados são de alunos que fizeram o curso pelo sistema tutor inteligente.

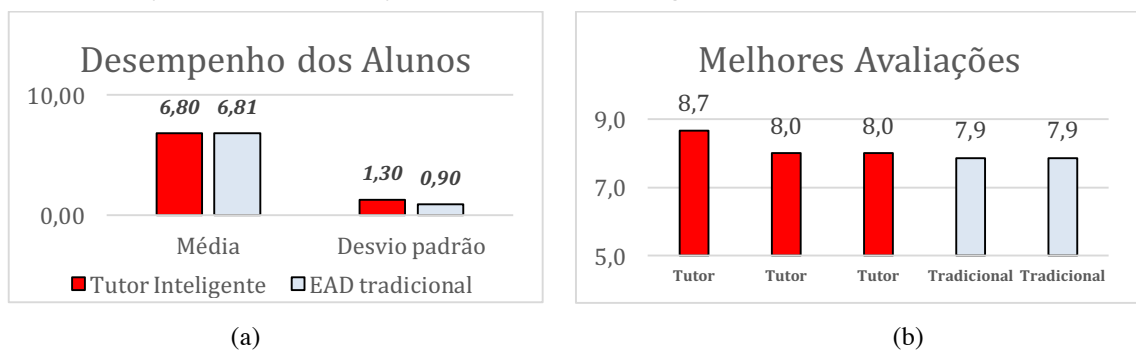


Fig. 3. (Em (a) as médias e a homogeneidade do aprendizado, em (b) as melhores avaliações obtidas nos cursos.)

As semelhanças numéricas obtidas no experimento sugerem que ambas abordagens de curso são úteis ao processo de aprendizado. Tais semelhanças foram identificadas no trabalho de Carvalho (2012). Entretanto, algumas observações não numéricas, já citadas anteriormente, indicam que o processo utilizando o sistema tutor traz uma série de ganhos não mensuráveis numericamente, como o aprofundamento do docente no assunto, a motivação e aproveitamento do tempo do aluno e a possibilidade de melhor atuação do tutor presencial.

## 6 Conclusões

A comparação numérica, neste estudo, não mostrou vantagens no uso do STI. A motivação percebida no aluno ao realizar o curso é um indicativo da validade do uso do tutor. Contudo, o curso aplicado não é suficientemente longo para uma percepção mais clara de quão mais motivante é a abordagem utilizando o sistema tutor inteligente.

Mais testes deverão ser feitos para aferir os reais ganhos com a adoção do sistema tutor inteligente, sendo importante ao avaliador do produto ampliar o contexto da análise, pois as aferições numéricas indicam uma suposta inviabilidade de uso do tutor. Observa-se ao concluir o trabalho o desejo de elaboração de um curso mais longo e aprofundado a fim de prosseguir esse processo avaliativo.

Quanto aos sistemas tutores inteligente, percebe-se que muito ainda deve ser estudado nessa área, pois as possibilidades de diferenciação de um conteúdo ainda são pequenas diante da atuação de um docente presencial. Mais testes devem ser feitos a fim de avaliar se essa pouca possibilidade de transposição de conteúdo é que o coloca tão numericamente próximo da abordagem tradicional.

A flexibilidade trazida pelo uso do tutor é importante por direcionar o aluno a um conteúdo que melhor se adapte a ele. Entretanto, não se compara às possibilidades de um docente presencial de reavaliar em tempo real, de acordo com a percepção que teve de diferenciar o processo de exposição para melhor atender o aluno. Os tutores inteligentes estão aquém dessa flexibilidade.

**Agradecimentos.** Os autores agradecem aos professores Sirlon Diniz de Carvalho e Luis Fernando Batista Loja pela disponibilização do sistema tutor inteligente e do ambiente tecnológico para a realização deste trabalho.

## Referências

- Albuquerque, E. P. V. (2001). *Memória Implícita e Processamento*. Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2001.
- Carvalho, S.D. (2002). Mapas auto organizáveis aplicados a sistemas tutores inteligentes. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Carvalho, S. D. (2012). Modelo híbrido de sistema tutor inteligente utilizando conhecimento do especialista e mapas de Kohonen com treinamento automatizado. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia, 2012.
- Chevallard, Y.(1998). *La transposición didáctica del saber sábio al saber enseñado, 3ª edicion*, Buenos Aires: Aique.
- Giraffa, L. M. M. (1995). Fundamentos de teorias de ensino-aprendizagem e sua aplicação em sistemas tutores inteligentes. Dissertação de mestrado. UFRGS. Porto Alegre.
- Keegan, D. (1991). *Foundations of distance education*. Londres:Routledge.
- Moodle.net, Courses and Content, <https://moodle.org/>, acesso em 03/03/2016.
- Moore, M. G. (1973). Toward a Theory of Independent Learning and Teaching. *The Journal of Higher Education*, 44(9), 661-679.
- Russell, S., Norvig, P. (2013). Inteligência Artificial, 3ª edição, Rio de Janeiro: Campus.
- Saviani, D. (1991). *Pedagogia histórico crítica: primeiras aproximações*. São Paulo:Cortez.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. *Science*, 128(1), 969-977.
- Viccari, R. M. (1990). Um tutor inteligente para a programação em lógica-idealização, projeto e desenvolvimento. Tese de Doutorado, Universidade de Coimbra.
- Wasserman, P. D., *Neural Computing, Theory and Practice*, VNR, 1989.