

# **SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM (SAA): UM SISTEMA POTENCIALIZADOR DE CURSO NAS MODALIDADE EAD, CONVENCIONAL E HÍBRIDA.**

ITU/SP MAIO/2017

**DILERMANDO PIVA JUNIOR** - FATEC-ITU / CENTRO PAULA SOUZA - pivajr@gmail.com

**ANGELO LUIZ CORTELAZZO** - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - alcortelazzo@hotmail.com

**FRANCISCO DE ASSIS FREITAS** - FATEC-ITU / CENTRO PAULA SOUZA - freitas.assis@gmail.com

**Tipo: RELATO DE EXPERIÊNCIA INOVADORA (EI)**

**Categoria: MÉTODOS E TECNOLOGIAS**

**Setor Educacional: EDUCAÇÃO SUPERIOR**

## **RESUMO**

*Este trabalho apresenta o módulo raciocinador do Sistema de Avaliação da Aprendizagem (SAA), que foi especificado para auxiliar professores na redefinição de conteúdos para alunos que apresentam dificuldades na assimilação dos tópicos explorados. Para isso, existe um mecanismo que, além de facilitar o processo de avaliação, procura por casos similares ocorridos com outros alunos em situações passadas semelhantes. Esta procura permite que o sistema possa redefinir o conteúdo a que o aluno deve ser submetido, para eliminar as deficiências detectadas durante a avaliação formativa, sem a necessidade de uma maior intervenção do professor. Para atingir tal objetivo, são explorados conceitos de Inteligência Artificial (especificamente Raciocínio Baseado em Casos). Estudos preliminares apontam uma efetividade de redirecionamento superior a 50%.*

**Palavras-chave: Ensino Online, RBC, Avaliação Formativa, SAA**

## 1. Introdução

É crescente o número de instituições de ensino que utilizam o ensino *online* para oferecimento de cursos, formais ou não. Isto vem motivando Universidades de todo o mundo a “repensarem” suas práticas e políticas educacionais e implantarem não só programas especificamente de educação a distância, mas também potencializarem seus cursos presenciais com modalidades híbridas. Entretanto, o nível de utilização do ensino online, mesmo que híbrido, está longe de atingir sua máxima potencialidade. Uma série de estudos e pesquisas realizadas ao redor do mundo apontam diversos obstáculos percebidos pelos professores, de ordem pessoal, tecnológica e institucional, como sendo causa de tal limitação.

A partir dessas observações e identificando o potencial da tecnologia para auxiliar o docente na condução de suas disciplinas, provendo ferramental para liberá-lo de tarefas repetitivas, foi agregada ao SAA (Piva Jr et al, 2016), uma funcionalidade de proatividade de indicação do que deve ser estudado para reforço de deficiências percebidas ao longo do processo de aprendizagem do estudante. De forma simples, o “módulo raciocinador” controla o caminho percorrido pelo aluno ao longo do conteúdo explorado no curso, sendo responsável por redefinir, de forma automática, o conteúdo onde o aluno apresentou deficiências, de acordo com o caminho percorrido e as avaliações realizadas. Para isso, utiliza a abordagem de Inteligência Artificial conhecida como Raciocínio Baseado em Casos (RBC) (Kolodner, 1993). Assim, este artigo tem como objetivo apresentar esse novo módulo do sistema SAA, mostrando suas características, arquitetura e forma de funcionamento.

## 2. Obstáculos para a Introdução do Ensino *Online*

O sucesso na integração da tecnologia ao ensino, depende da aceitação e efetiva utilização dessa tecnologia, tanto pelos estudantes quanto pelos professores. No caso do ensino online e suas variantes, estudos relatam uma série de obstáculos que impedem o efetivo uso da tecnologia pelos professores, fazendo surgir um hiato entre o uso real e o esperado. Pajo e Wallace (2001), baseados no resultado de uma pesquisa realizada junto aos professores da Universidade Massey (Nova Zelândia), apontam vários obstáculos e, dentre eles, o tempo necessário para usar os ambientes de ensino online e monitoramento do curso (*feedback* aos alunos). Resultados semelhantes podem ser encontrados, por exemplo, em Metcalf (1997), Hare e McCartan (1996), Grace e Smith (2001) e, mais recentemente e adequados à nossa realidade tecnológica, Maguire (2008), Guri-Rosenblit (2005), Clark (2009) e Muilenburg e Berge (2009). É nesse contexto que se insere o *módulo raciocinador* do sistema SAA aqui proposto, que

visa reduzir o tempo necessário para monitoramento dos cursos desenvolvidos a distância, mas também nas classes presenciais ou híbridas.

### 3. O Modelo utilizado pelo SAA

No ensino superior a divisão das disciplinas em aulas, leva em conta que cada uma delas deva ser responsável pelo desenvolvimento de um ou mais conceitos que formam o conhecimento contido naquele componente curricular. A reflexão sobre os avanços na construção desse conhecimento é importantíssima mas, na maior parte dos casos, é feita por processos de avaliação, muitas vezes desconectados e sem a necessária função reflexivo-formativa. Mais do que isso, pela sua natureza processual ensino-aprendizagem devem ser constantemente desenvolvidos no cotidiano da sala de aula e não servir apenas como forma de medição do fracasso do estudante (Bertagna, 2003). Em cursos desenvolvidos pela internet ou com atividades *online*, a dificuldade se torna ainda maior, dado o uso de diferentes formas de apresentação do material instrucional, como hipertexto, linguagem dialógica, semiótica e conceitos de interação homem-máquina.

O desenvolvimento do SAA se deu com base nesse contexto, de modo a colocar a avaliação como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem e possibilitar a sua utilização para a análise do processo por parte dos professores e dos estudantes (Piva Jr et al, 2016). Reduzindo-se o desenvolvimento do aprendizado para o domínio de um dado conceito (ou aula), o SAA se propõe a verificar, a partir de um conjunto de questões com vários níveis de dificuldade, se os conteúdos contidos no conceito em tela foram apropriados pelo estudante. Esse conjunto de questões passa a fazer parte integrante do Sistema e compõe uma “base de questões” construída para viabilizar esse procedimento no cadastro dos dados no SAA (Figura 1a) e que é acionada de forma personalizada (individual) e aleatória, durante a sua operacionalização (Figura 1b). O sistema também possibilita o lançamento da presença dos alunos a uma dada atividade (ou a realização dessa atividade quando em cursos a distância), de modo que o banco de questões só é acionado para os alunos que participaram efetivamente das atividades ligadas àquele conceito ou aula.



Figura 1a – Etapas iniciais de cadastramento  
Figura 1b – Etapas operacionais frequentes do SAA

Assim, uma vez apontadas as presenças, o sistema constrói uma avaliação individualizada para cada um dos presentes e uma mensagem por e-mail é enviada a cada estudante para que ele se lembre de que existe uma avaliação a ser realizada, com informações da disciplina, da aula e a quantidade de minutos que deve reservar (em média) para respondê-la. Uma vez respondida uma avaliação, o sistema disponibiliza uma série de relatórios e gráficos para que o professor, o estudante, o coordenador e o diretor da unidade, possam tomar as ações convenientes. Até aqui, as ações tomadas, principalmente pelos estudantes, estavam baseadas em suas próprias percepções do processo de seu aprendizado. Com a implementação do *módulo raciocinador* proposta no presente trabalho, o SAA, passa a apresentar sugestões aos estudantes para que eles possam melhor perceber suas deficiências e o que pode ser feito para transpô-las.

Isso é possível pois os conteúdos são armazenados em Bases de Conhecimento, o que facilita a sua manutenção e posterior recuperação. Para a recuperação dessas informações, baseada no perfil do aluno, são utilizadas técnicas de Inteligência Artificial, especificamente RBC. Isto facilita a questão de migração simétrica entre os conceitos (aulas), dado um problema de aprendizagem. Cabe ressaltar que, na montagem automática da avaliação pelo sistema, o professor deverá fornecer o critério mais adequado de avaliação daquele determinado conteúdo. Existindo compatibilidade entre a base de questões e o critério de avaliação, o sistema montará, automaticamente a referida avaliação.

#### **4. O Módulo Raciocinador do Sistema SAA**

A Figura 2 ilustra de forma simplificada o funcionamento do *módulo raciocinador* do sistema SAA. Os alunos iniciam o *módulo de instrução* no conceito 1 (ou Aula 1). Após o desenvolvimento deste conceito é realizada uma avaliação, elaborada como descrito, para aquele conceito.

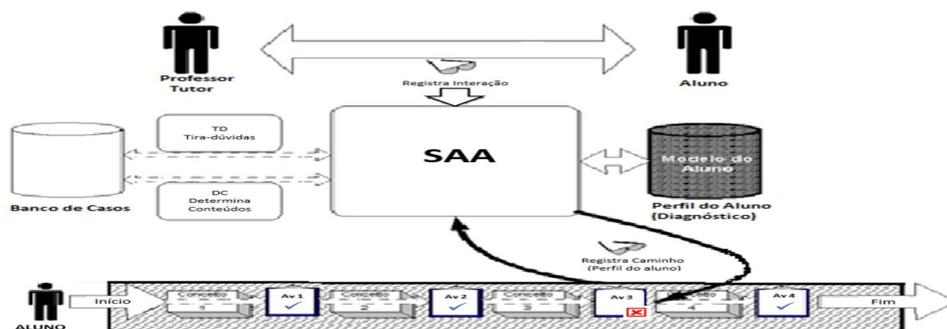


Figura 2: Mini-Arquitetura do *Módulo Raciocinador* do sistema SAA: Relacionamento entre o Curso, a Biblioteca de Casos e o Professor.

Neste processo de passagem sequencial em cada conteúdo e avaliação, o SAA fará o registro, montando assim o *Modelo do Aluno* pelo caminho de aprendizagem, suas capacidades (exercícios resolvidos acertadamente), atitudes (exercícios resolvidos utilizando adaptações ou outro tipo de ajuda solicitada pelo aluno) e limitações (exercícios que o aluno encontrou dificuldades). Estes atributos comporão o perfil do aluno e serão armazenados no *modelo do aluno*, servindo constantemente para avaliação do aprendizado e, em caso de necessidade, remetendo o aluno aos módulos TD (Tira Dúvida) e DC (Determina Conteúdo) do sistema SAA. Estes, por sua vez, procurarão na *Base de Casos* (Base de Conhecimento) do sistema, um caso que se enquadre no perfil do aluno. Caso exista, este lhe será exibido. Caso contrário, uma intervenção do professor será solicitada pelo sistema. Essas intervenções do professor serão totalmente registradas para fins de montagem de novos Casos Pedagógicos específicos para o correspondente perfil de aluno, sendo, por fim, armazenadas na *Base de Casos* do SAA. Após esta intervenção, uma nova avaliação é aplicada ao aluno para verificação da compreensão daquele conceito.

#### 4.1. O Modelo do Aluno

Existem muitas técnicas para a implementação do *Modelo do Aluno* na literatura. Porém, computacionalmente, a maior parte destas técnicas é complexa, como é o caso das técnicas numéricas: Redes Bayesianas, ou a teoria da evidência de Dempster-Shafer, ou ainda a modelagem nebulosa (“fuzzy”) do aluno. Outras técnicas, embora computacionalmente mais simples, (por exemplo, a modelagem pelo traçado de aproximação), ficam restritas ao registro do que o aluno sabe, mas não refletem o seu comportamento e características.

No SAA o *Modelo do Aluno* armazena as informações do percurso do estudante durante o processo de aprendizagem, caracterizando assim, o seu perfil. Como descrito

anteriormente, para o gerenciamento dessas informações, utiliza-se a abordagem de RBC. Isto permite que dada a necessidade de intervenção do professor no processo de aprendizado de um dado aluno, exista a possibilidade de associação entre a intervenção e o perfil do aluno. A partir desta situação (Caso), consegue-se o registro da mesma na Base de Casos do sistema (na forma de um Caso), o qual, após seu registro, ficará disponível para uma possível utilização futura, evitando a repetição da intervenção do professor. Portanto, a modelagem de tal técnica é simples e não requer computacionalmente a inferência de complexos algoritmos.

#### 4.2. Elementos do Modelo do Aluno

O *Modelo do Aluno* representa o conhecimento sobre o estudante, permitindo com tais informações que um Sistema Baseado em Casos as utilize para prover instruções (ou *feedback*) adaptáveis àquele estudante, possibilitando a individualização do processo de aprendizagem e reduzindo a necessidade de intervenções do docente. Dessa forma, o *Modelo do Aluno*, adaptado ao modelo *Problema-Solução*, utilizado em RBC, possibilita que se tenha um Caso sendo representado conforme ilustrado na Tabela 1.

O **Problema** (sintomas) é composto pelo conjunto de atributos que definem os índices para um futuro reaproveitamento da **Solução**, onde estará o material que fornecerá de forma automática o aprofundamento de conteúdo exigido pelo aluno. Os Casos serão estruturados em uma *Base de Casos* que apresenta uma organização hierárquica que procura dividir os casos em grupos. O curso ocupa o nível mais alto da hierarquia, caracterizado pelo seu nome. No primeiro nível intermediário têm-se os diferentes módulos (também podem ser as disciplinas) que compõem esse curso. No nível intermediário seguinte, têm-se os vários conceitos (ou aulas) que fazem parte de cada módulo e, por fim, têm-se os Casos propriamente ditos, que são agrupados em função dos conceitos (Figura 3). Essa organização reduz o espaço de análise dos casos potencialmente similares dentro da *Base de Casos*. Assim, o sistema irá concentrar seu esforço de análise apenas nos casos com real potencial de reaproveitamento.

C A S O n	Problema (sintomas)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nível de Conhecimento:</b> {curso, módulo e código do conceito}</li> <li>• <b>Capacidades:</b> {exercícios respondidos acertadamente do último questionário}</li> <li>• <b>Limitações:</b> {exercícios que o aluno encontrou dificuldades / errou no último questionário}</li> <li>• <b>Caminho de Aprendizado:</b> {código dos conceitos daquele determinado módulo de instrução}</li> <li>• <b>Atitudes:</b> {exercícios resolvidos utilizando adaptações e a avaliação dos alunos}</li> </ul>
	Solução
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Intervenção Professor:</b> {Descrição, em forma de texto, do que e como estudar, com referências a links contendo vídeos e outros materiais didáticos.}</li> </ul>

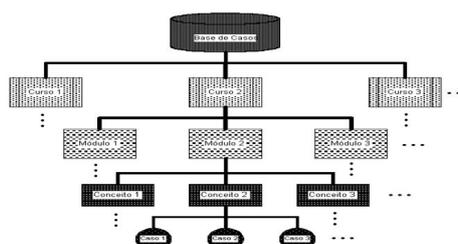


Tabela 1: Estrutura de um Caso, adaptado ao Modelo do Aluno

Figura 3: Organização Hierárquica da Base de Casos do Sistema SAA

### 4.3. O processo de recuperação dos casos – Cálculo da Similaridade

O processo de recuperação de um determinado caso na *Base de Casos* acontecerá em três etapas. Na primeira é determinado o nível de conhecimento do aluno, ou seja, a delimitação daqueles casos que satisfaçam aos atributos restritivos (Curso + Módulo + Conceito/Aula). Por exemplo na Figura 3, supondo Curso = 2, Módulo = 2 e Conceito/Aula = 2, têm-se como casos pré-selecionados: Caso1, Caso2, Caso3,...CasoN, que compõem o segmento da *Base de Casos* a ser investigado.

Uma vez identificado o segmento da *Base de Casos*, verificam-se os casos que estejam no âmbito da confluência de outros dois atributos: **Limitações** e **Capacidades**. Como **Limitações** tem-se a lista de exercícios que o aluno errou durante a avaliação. Como **Capacidades** tem-se a lista de exercícios que o aluno acertou na mesma avaliação. Para melhor compreender a avaliação observe a Figura 4 que mostra os 3 conjuntos (T1, T2 e T3) que compõem uma avaliação, contendo 5 questões cada. Para compor automaticamente um conjunto, o sistema irá sortear as 5 questões de 5 grupos de questões equivalentes (Qe1-Qe5), ou seja, deverão ser cadastradas várias questões para cada Qe, de onde o sistema irá sortear uma de cada grupo de equivalência. As questões T1 são do tipo “fáceis”. Já as questões T2 serão, conceitualmente, mais difíceis do que T1, ficando no nível de dificuldade Médio. Finalmente as questões T3 serão as mais difíceis, estando próximo dos níveis mais elevados da Taxionomia de Bloom. Os pesos para T1, T2 e T3 são configuráveis pelo professor. Como exemplo, tem-se para **Capacidades** uma Lista = {T1Qe1, T1Qe3, T2Qe4}, indicando que o aluno acertou as questões dos grupos de equivalência 1 e 3 para o conjunto T1 e a questão do grupo 4 para o conjunto T2. A lista para **Limitações** é composta da mesma forma, porém com os exercícios que o aluno errou.

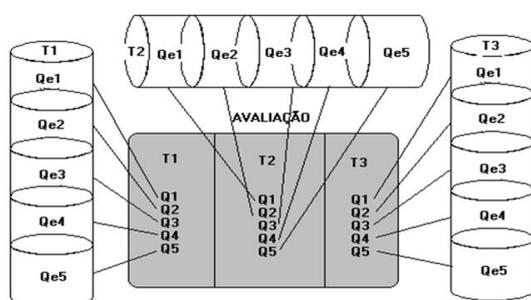


Figura 4 – Processo de Composição da Avaliação no Sistema SAA

Com isso fica configurada a situação do aluno para aquele conceito, que será comparada aos demais “casos” existentes no sistema. Na existência de mais de um caso nesta determinada área, existirá a necessidade de análise dos mesmos para

verificação do mais apropriado para recuperação. Neste caso, utilizar-se-á a técnica “do vizinho mais próximo” para recuperação do caso. Segundo Watson (1997), “a técnica do vizinho mais próximo é talvez a mais usada para o estabelecimento da similaridade já que a maioria das ferramentas disponível a utiliza”.

Nesta técnica, a similaridade entre o caso de entrada e um caso na Base de Casos é determinada para cada atributo. Esta medida deve ser multiplicada por um fator peso. A somatória de todos os atributos é calculada e permite estabelecer a média de similaridade entre os casos da Base e os de entrada. Nesta etapa os atributos a serem utilizados serão: **Caminho de Aprendizado** e **Atitudes**. Segundo Watson (1997), utilizar-se-á a seguinte fórmula para cada um dos atributos (Figura 5).

O resultado de tal operação será uma lista de casos, com seus respectivos valores de similaridade com o caso de entrada. Dessa forma, será recuperado o caso com a maior pontuação, indicando que ele está mais próximo do caso de entrada e, conseqüentemente, tem maior similaridade com o mesmo.

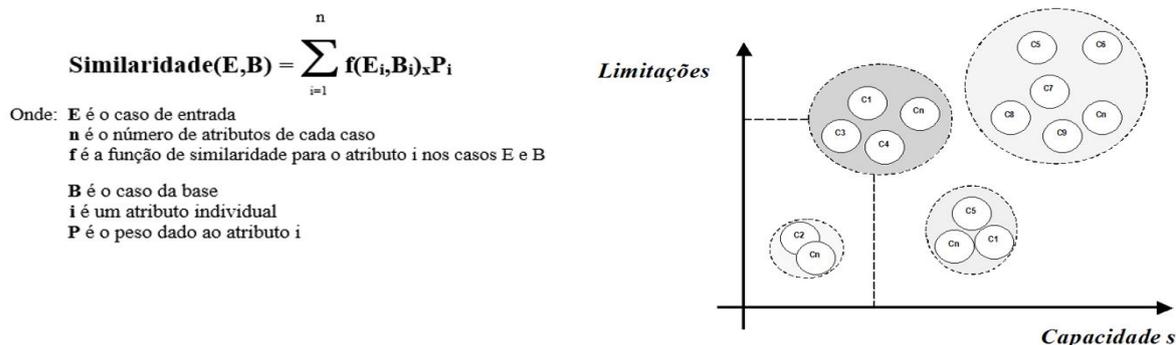


Figura 5 – Processo de Recuperação de Casos no Sistema SAA

Um dos pontos nevrálgicos da utilização da técnica do “vizinho mais próximo” em RBC para a recuperação de informações, consiste no aumento da base de casos. Segundo Watson (1997), a latência de recuperação de casos aumenta de forma linear ao aumento da quantidade de casos. Entretanto, isto não é evidenciado no presente sistema, pois como existem atributos restritivos (Nível de Conhecimento), há uma substancial redução no número de casos a serem analisados, possibilitando uma boa performance do sistema, mesmo com uma grande quantidade de casos armazenados.

No final do processo de recuperação, o estudante avalia se o caso foi ou não útil. Essa informação retroalimentará o indicador de Atitudes, potencializando ou não um determinado caso, para um determinado perfil de Aluno.

## 5. Resultados obtidos

Testes preliminares, realizados por 16 dias em três turmas da disciplina de algoritmos em duas Faculdades distintas, apontam para um percentual médio de recuperação de casos da ordem de 75,24%. Destes casos recuperados, a média de efetividade foi de 25,43% (Figura 6).

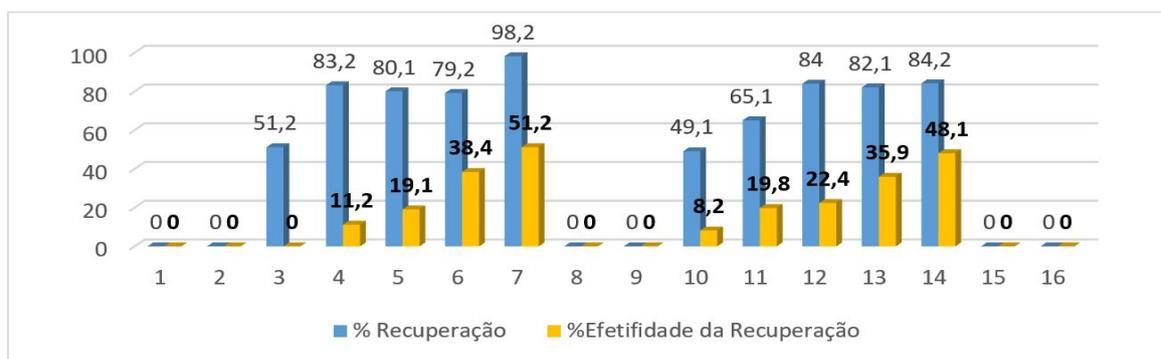


Figura 6 – Resultado de testes preliminares na Recuperação de Casos do Sistema SAA

## 6. Considerações Finais

Este trabalho apresenta uma visão geral do *módulo raciocinador* do Sistema SAA.

Como se pode notar nos resultados preliminares, como a base de casos ainda é pequena, a taxa de efetividade ainda é baixa. Apesar disso, mais de 25% dos estudantes com dúvida, tiveram uma orientação adequada, sem a necessidade de uma intervenção direta do professor.

Ainda há muito que se testar e aperfeiçoar no sistema SAA. Mas tudo indica que o novo módulo pode compor um ferramental importante para os docentes, reduzindo uma das barreiras da utilização da modalidade a distância de forma mais extensiva.

## 7. Referências

Bertagna, R.H.(2003). Progressão continuada: limites e possibilidades. Tese de Doutorado. Campinas, Faculdade de Educação da Unicamp.

Clark, T. "Attitudes of higher education faculty toward distance education: A national survey". American Journal of Distance Education, Published online: 24 Sep 2009. Disponível em: . Acessado em 28-04-2018.

Grace, Lauris J. and Smith, Peter J. (2001) "Flexible delivery in the Australian vocational education and training sector: Barriers to success identified in case studies of four adult learners". *Distance Education*, 22(2), 196-211.

Guri-Rosenblit, S. "Distance education and e-learning: not the same thing. *Higher Education*. June 2005, V. 49, Issue 4, pp 467-493. doi:10.1007/s10734-004-0040-0. Acessado em 28-04-2017.

Hare, C. and McCartan, A. (1996) "Maximising resources in search of quality: Identifying factors to enable the integrative use of IT in teaching and learning." *Innovations in Education and Training International*, 33(4), 178-184.

Kolodner, J. (1993). "Case-Based Reasoning", 612 pages, Morgan Kaufman Publishers.

Maguire, L.L. "Literature Review – Faculty Participation in Online Distance Education: Barriers and Motivators. Publicado em 12/3/2008. Disponível em . Acessado em 28-04-2017.

Metcalfe, T. (1997). "Distance education: the issue of faculty time". 5<sup>th</sup> Annual Distance Education Conference: 1997 Conference Proceedings. Texas A&M, Center for Distance Education Research.

Muilenburg, L. and Berge, Z.L. "Barriers to distance education: A factor-analytic study", *American Journal of Distance Education*, Published online: 24 Sep 2009. <http://dx.doi.org/10.1080/08923640109527081> Acessado em 28-04-2017.

Pajo, Karl and Wallace, Catherine (1999). "Barriers to the uptake of web-based technology by university teachers". *Journal of Distance Education*, 16(1), 70-84.

Piva Jr., D.; Cortelazzo, A. L. ; Freitas, F.A. ; Belo, R.O. "Sistema de Avaliação da Aprendizagem (SAA): Operacionalização da Metodologia Flipped Classroom". In: 22o. Congresso Internacional ABED Educação a Distância, 2016, Águas de Lindóia. Anais do 22o CIAED. São Paulo, SP: ABED, 2016.

Watson, I. (1997) "Applying Case-Based Reasoning: techniques for enterprise systems". San Francisco: Morgan Kaufmann, 1997.