

# Raciocínio Baseado em Casos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Priscilla B. do Nascimento <sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Computação (ICOMP) -  
Universidade Federal do Amazonas  
(UFAM)  
Manaus, AM, Brasil  
+55(92)3305-2808  
priscilla.batista18@gmail.com

Elaine H. T. de Oliveira <sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Computação (ICOMP) -  
Universidade Federal do Amazonas  
(UFAM)  
Manaus, AM, Brasil  
+55(92)3305-2808  
elaine@icomp.ufam.edu.br

Fábio S. da Silva <sup>2</sup>  
<sup>2</sup>Núcleo de Computação (NUCOMP)-  
Universidade do Estado do  
Amazonas (UEA)  
Manaus, AM, Brasil  
+55(92)3878-4301  
fssilva@uea.edu.br

Ilmara M. M. Ramos <sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Computação (ICOMP) - Universidade  
Federal do Amazonas (UFAM)  
Manaus, AM, Brasil  
<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas (IFAM)  
Parintins, AM, Brasil  
+55(92)3305-2808  
ilmaramonteverde@gmail.com

David B. Ramos <sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Computação (ICOMP) - Universidade  
Federal do Amazonas (UFAM)  
Manaus, AM, Brasil  
<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas (IFAM)  
Parintins, AM, Brasil  
+55(92)3305-2808  
davidness@gmail.com

## ABSTRACT

This paper presents the results of a Systematic Literature Review on the use of Case-Based Reasoning (CBR) technique in Virtual Learning Environments (VLE). Were analyzed what are the attributes used to represent the case, what are the similarity approaches used and how the application of this technique contributes to the personalization of education. We found 183 publications, and after the application of filters, 25 publications were selected for the information extraction. The results showed that a significant number of publications uses CBR technique to promote personalized education.

## RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o emprego da técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Foram analisados quais são os atributos utilizados para a representação do caso, quais são as medidas de similaridade empregadas e como a aplicação desta técnica contribui para a personalização do ensino. Foram encontradas 183 publicações, e após a aplicação dos filtros foram selecionadas 25 publicações para a extração das informações. Os resultados evidenciaram que existe um número significativo de publicações que utilizam a técnica de RBC para promover o ensino personalizado.

## Descritor de Categorias e Assuntos

• Computing methodologies~Artificial intelligence • Applied computing~Distance learning • Applied computing~E-learning

## Termos Gerais

Experimentation, Human Factors.

## Palavras Chave

Raciocínio Baseado em Casos, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Personalização do Ensino.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço dos recursos tecnológicos, estamos vivendo em uma sociedade cada vez mais conectada e com acesso a uma diversidade de serviços interativos, o que reflete diretamente na mudança de comportamento dos indivíduos, e conseqüentemente na sua forma de aprender. Desse modo, a educação não poderia ficar estagnada, passando a utilizar esses recursos tecnológicos nas diversas modalidades de ensino. Diante desse cenário, um dos grandes desafios da educação é empregar novas abordagens de ensino baseadas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e metodologias diferenciadas, como o ensino personalizado. A personalização do ensino caracteriza-se por dispor autonomia ao aluno no seu processo de aprendizagem, planejado conforme suas escolhas, critérios e recursos educacionais adequados ao seu estilo cognitivo [1]. A personalização pode trazer benefícios como, por exemplo, o engajamento do aluno no processo de aprendizado, e assistência individualizada para o aluno que possui dificuldade em determinado assunto.

Conseqüentemente, muitos sistemas de *e-learning* têm almejado a personalização do ensino, tornando-se possível realizar o

monitoramento do caminho de aprendizagem do aluno, obtendo subsídios para a tomada de decisões. Desta forma, esses sistemas têm incorporado técnicas de Inteligência Artificial (IA) para apoiar o processo de ensino-aprendizagem. Uma dessas técnicas que se destaca é o Raciocínio Baseado em Casos (RBC).

Assim, este trabalho apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o objetivo de avaliar o estado da arte de como a técnica de RBC é normalmente empregada em AVAs. Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o conceito AVA. A Seção 3 apresenta uma fundamentação sobre o RBC. A Seção 4 aborda o método de pesquisa utilizado na RSL. A Seção 5 relata o procedimento de condução da revisão. A Seção 6 discorre sobre a análise e a discussão dos resultados. A Seção 7 apresenta as limitações da revisão e, por fim, apresentamos as considerações finais.

## 2. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Segundo [2] um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) é uma ferramenta que propicia o gerenciamento de cursos *online*, proporcionando centralizar e automatizar a administração dos cursos, gerenciar o registro de alunos e a avaliar os resultados da aprendizagem. Os AVAs proporcionam a interatividade entre os usuários, nas formas de comunicação assíncrona e síncrona, outro potencial é a utilização de mídias digitais (imagens, vídeos, sons entre outros). A facilidade de navegação e as formas de comunicação possibilitam aos alunos acessarem as informações conforme suas necessidades, diferenciando-se do modelo tradicional de ensino [3].

Além dos diversos recursos educacionais disponíveis, alguns AVAs são *open source* como por exemplo, o Moodle [4], o que torna possível incluir novas funcionalidades que auxiliem o conjunto acadêmico a obter melhores resultados. De acordo com [5] a utilização de ferramentas integradas nos AVAs permitem o monitoramento de atividades dos alunos e por meio delas, pode-se analisar o comportamento do aluno, e com isso, prover recursos educacionais de acordo com seu perfil e sua dificuldade de aprendizagem.

## 3. RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS (RBC)

Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica de Inteligência Artificial (IA), que tem como objetivo a resolução de problemas, e a aquisição de conhecimento por meio de experiências passadas [6]. Diante desse princípio, a técnica consiste na presença de um novo problema, adaptar soluções de problemas similares resolvidos no passado, para encontrar uma solução adequada para o problema em questão. De acordo [7] os sistemas de RBC possuem quatro elementos básicos são eles: (i) Representação do conhecimento: o conhecimento é representado em um sistema RBC por intermédio de experiências concretas; (ii) Medida de similaridade: o sistema tem que buscar em uma base de conhecimento situações semelhantes para o problema atual; (iii) Adaptação: geralmente situações passadas não são idênticas ao problema atual, é necessário ter mecanismos para adaptar situações semelhantes para encontrar uma solução adequada para o novo problema; (iv) Aprendizado: um sistema RBC deverá sempre ter sua base de conhecimento atualizada, por isso, terá que possuir um mecanismo para que após resolver um

problema com sucesso armazenar esse conhecimento. Dessa forma, a partir do surgimento de novas experiências, elas darão origem a novos casos que serão armazenados na base de conhecimento.

## 4. METODOLOGIA

Ao iniciar uma pesquisa é necessário avaliar o estado da arte, obtendo um conjunto de trabalhos relacionados para fundamentar o estudo, sendo esse procedimento um elemento essencial para o desenvolvimento de uma pesquisa eficaz. Segundo [8] uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) contribui para a identificação, avaliação e análise de pesquisas relevantes de uma determinada área de interesse. Este trabalho está de acordo com as diretrizes propostas por [8] para a realização de uma RSL. Para esta revisão utilizou-se a ferramenta StArt (*State of the Art through Systematic Reviews*) na versão 2.0 desenvolvida pelo Laboratório de Engenharia de Software (LAPES) da Universidade de São Carlos (UFSCAR).

### 4.1 Objetivo e questão da pesquisa

A descrição do objetivo da pesquisa segue conforme o paradigma *Goal-Question-Metric* de [9], descrita a seguir:

**Analisar** publicações científicas por meio de um estudo baseado em RSL, **com o propósito** de identificar aplicações da técnica de RBC em AVA, **com relação às** aplicações no contexto acadêmico por meio de AVAs, **do ponto de vista** dos pesquisadores no **contexto** acadêmico ou industrial. A questão principal norteadora da pesquisa foi: “como é empregada a técnica de RBC no contexto de AVAs?”. Também foram elaboradas questões secundárias de pesquisa, descritas a seguir: (Q1) quais são os atributos utilizados para a modelagem do caso?; (Q2) quais são as métricas de similaridade e os AVAs utilizados?; e (Q3) como a técnica de RBC pode contribuir para a personalização do ensino?

### 4.2 Método de busca

Para esta pesquisa, foram utilizadas as seguintes Mecanismos de Busca Acadêmica (MBA), sendo consultado um conjunto de palavras-chaves pré-definidas, utilizando-se apenas as bibliotecas digitais. São elas: Scopus <<http://www.scopus.com>>, que se destaca por armazenar um vasto conjunto de fontes, como por exemplo: ACM, ScienceDirect/Elsevier, Springer entre outras, e a IEEE Digital Library <<http://ieeexplore.ieee.org>> que disponibiliza um grande acervo relacionado à área da Ciência da Computação.

A expressão de busca foi determinada após execução de testes auxiliados como base em artigos de controle, formada por palavras-chave que representam a população e a intervenção. A população é composta por um conjunto de palavras relacionadas a *e-learning* e *Learning Management System* e seus sinônimos, já a intervenção é representada por palavras relacionadas a *Case Based Reasoning*.

### 4.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão foram utilizados para realização das etapas dos filtros. Os seguintes critérios de inclusão adotados: Serão selecionadas publicações que utilizem a técnica de RBC em AVA e publicações que apresentem algum

recurso implementado em AVA. E os critérios de exclusão empregados: Publicações que não contenham as palavras-chaves em seu respectivo escopo: título, *abstract/resumo* e palavras-chaves. Artigos que não estejam disponíveis para leitura. Publicações que o acrônimo CBR não signifiquem *Case Based Reasoning*, LMS não signifiquem *Learning Management System* e *VLE – Virtual Learning Environment*. Não serão consideradas publicações que contemplem AVA, mas não utilizem RBC, assim como publicações que utilizem RBC, mas não no contexto de AVA.

#### 4.4 Extração dos dados

Dos artigos aceitos no primeiro e segundo filtro, foi extraído um conjunto de informações predefinidas, são elas: Pesquisa - referente as identificações das publicações resultantes da RSL, Público-Alvo que descreve o grupo de pessoas onde a pesquisa foi realizada (ensino médio, graduação, pós-graduação entre outros). Outros campos relevantes também foram extraídos, como os AVAs que foram utilizados para o emprego da técnica de RBC, identificando os seguintes ambientes: Moodle, Auxiliar, Person, entre outros. O campo Representação do Caso representa quais os atributos utilizados para a modelagem do caso, e a Similaridade que descreve as métricas utilizadas para determinar o caso mais similar.

E por fim, o campo Recurso que refere-se ao material fornecido ao usuário obtendo-se os seguintes valores: conteúdos educacionais, objetos de aprendizagem, intervenção do tutor (vídeo, chat e e-mail) e técnicas de abordagens adaptativas. Para dispor de todas as informações relativas às publicações, os campos foram definidos como de preenchimento obrigatório, salvo quando não se aplicam ao artigo ou quando não informados. O Quadro 1, a seguir sumariza a extração dos dados.

**Quadro 1. Extração de Dados**

Categoria	Item	Publicações
Público-Alvo	Graduação	T10, T13, T18, T20, T22
	Ensino Médio	T11
	Deficientes Visuais e pessoas com dislexia	T19
	Estudantes com deficiências leves	T23
	Não informado	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T12, T14, T15, T16, T21, T24, T25
AVA	Moodle	T4, T8
	(IDCBR-MAS) + Moodle	T1
	Auxiliar	T2, T16
	Personalized E-Learning System (PELSYS)	
	PERSO	T5

	MACBR	T7
	AIREH	T9
	PGITS	T11
	OntoFAMA	T13
	CATO	T22
	Não informado	T6, T10, T12, T14, T15, T17, T19, T20, T21, T23, T24, T25
Recurso	Conteúdos Educacionais	T1, T3, T5, T16, T20, T24
	Intervenção do Tutor (email, vídeo, chat, etc).	T2
	Resposta emocional dos alunos	T6
	Objetos de aprendizagem	T7, T9, T12, T13,
	Técnicas de abordagens adaptativas	T23
	Não informado/Não recomenda recurso	T4, T8, T10, T11, T14, T15, T17, T18, T19, T21, T22, T25
Similaridade	Inverse Longest Common Sub-Sequence (ILCSS)	T1
	Nearest Neighbour Ponderado	T2, T5, T6, T14
	Distância Euclidiana	T3, T25
	Não informado	T4, T12, T16, T17, T19, T20, T21, T23
	Definido pelo autor	T7, T10, T15
	Semântica (tipos, focus e semelhança total)	T8
	Singular value decomposition-SVD	T9
	Nearest Neighbour	T9, T11, T18, T24
K-Nearest Neighbour	T22	
Repr. do Caso	Nível de conhecimento	T1, T2
	Capacidades	T1, T14
	Limitações (exercícios que o aluno teve dificuldades com respostas erradas)	T1
	Caminho de Aprendizagem	T1

Atitudes (exercícios resolvidos utilizando adaptações ou outro tipo de ajuda).	T1
Perfil do aluno (Objetivos educacionais, preferências, personalidade)	T2, T5, T7, T17, T20, T23, T24, T25
Informações pessoais (sexo, idade, nacionalidade, apelido, profissão)	T6, T7, T14, T18, T21
Informações, tempo de uso e classificação sobre o recurso de aprendizagem	T7, T9
Descrição do problema (id, palavras-chave)	T8, T10, T11, T19, T20, T22, T23
Estilo de Aprendizagem	T12, T7, T25
Metas e desempenho	T12
Não informado	T13, T15, T16
Humor/Emoções	T14
Estratégia de ensino.	T14
Processo de resolução de problemas	T18
Itens de aprendizagem	T18
Número do item, unidade, tempo, dificuldade, similaridade, diagnóstico	T21
Perfil do professor	T23

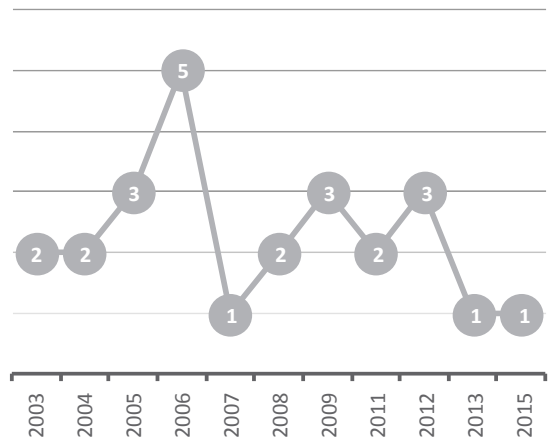
## 5. CONDUÇÃO DA REVISÃO

Após o planejamento da revisão, iniciou-se o processo de execução. Ressalta-se que o processo de execução da expressão de busca ocorreu em setembro de 2015. Assim, foram retornadas 183 publicações, sendo 133 da base da Scopus e 50 da IEEE. Foram identificadas 46 publicações duplicadas por intermédio de *software* e revisão manual, portanto, restaram 137 publicações para análise. Para execução da expressão de busca não se delimitou o ano de publicação, obtendo assim, registros de publicações do ano de 1993 a 2015. Como resultado do primeiro filtro, foram aceitas 53 publicações que foram lidas na íntegra para a execução do segundo filtro, onde foram adotados também os critérios de inclusão e exclusão. Ao final do processo do segundo filtro, foram identificadas 25 publicações para a extração dos dados referenciadas em <https://goo.gl/ud2IOJ>.

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nas informações das 25 publicações selecionadas, foi possível verificar como a técnica de RBC foi implementada em AVAs, quais são os atributos dos casos, quais são as métricas de similaridade utilizadas, se há recomendação de algum recurso

educacional e a sua aplicabilidade no contexto educacional. A Figura 1 ilustra a evolução das pesquisas selecionadas, que utilizam a técnica de RBC no contexto educacional ao longo dos anos. A distribuição temporal mostrou que apesar de não obter um número expressivo de publicações selecionadas por ano, houve um aumento nas publicações no ano de 2006 e posteriormente nos anos de 2009 a 2015. O que demonstra interesse dos pesquisadores em integrar a técnica de RBC em AVAs.



**Figura 1. Evolução das Pesquisas**

A técnica de RBC é utilizada no âmbito educacional para diversos objetivos, diante disso, as publicações selecionadas foram categorizadas conforme a sua finalidade: tutoria e mentoria, personalização e recomendação, avaliação e *feedback*. Este modelo foi baseado na taxonomia de Moissa et al. [10]. A partir da categorização (Tabela 1), foi possível verificar que a técnica de RBC é mais utilizada em 56% para promover a personalização do ensino ou para fins de recomendação de conteúdos educacionais. Outra categoria que se destaca é de tutoria de mentoria com 32%.

**Tabela 1. Categorização por Finalidade**

Finalidade	%
Personalização e Recomendação	56
Tutoria e Mentoria	32
Feedback	8
Avaliação	4

Muitos trabalhos utilizam a técnica de RBC para adaptar o AVA de acordo com as características do aluno, recomendando algum recurso pedagógico para auxiliá-lo no seu processo de ensino-aprendizagem, ou modelando o ambiente virtual conforme as suas necessidades. Desse modo, a Tabela 2 apresenta as recomendações encontradas, são elas: objetos de aprendizagem, resposta emocional dos alunos, técnicas de abordagens adaptativas, intervenção do tutor e recursos educacionais que abrange exercícios, exemplos, tutoriais, dentre outros.

**Tabela 2. Recursos Recomendados**

Recursos Recomendados	Quantidade	%
Conteúdos Educacionais	6	43
Objetos de Aprendizagem	4	29
Resposta emocional dos alunos	2	14
Intervenção do tutor (vídeo, chat e email)	1	7
Técnicas de Abordagens Adaptativas	1	7

Conforme apresentado na Tabela 2, pode-se observar que os conteúdos educacionais e os objetos de aprendizagem destacam-se com seis e quatro publicações respectivamente. O que demonstra o interesse dos pesquisadores em fornecer conteúdos de acordo com as características do aprendiz. Para aplicação da técnica de RBC é preciso definir a estrutura do caso (atributos), que é um item primordial para que a técnica seja eficiente.

Para avaliação das publicações, dividimos as categorias dos atributos em: perfil do aluno (sexo, idade, profissão, nível de conhecimento, objetivos educacionais, preferências, entre outros), estilo de aprendizagem (traços cognitivos, afetivos e fisiológicos), caminho de aprendizagem (dados de navegação) e a descrição do problema (assunto, tema, entre outros). As categorias predominantes para modelagem dos casos são: o perfil do aluno (31%) e a descrição do problema (19%). As demais categorias são o estilo de aprendizagem (8%) e o caminho de aprendizagem (3%). Ressaltando o enfoque de personalização do ensino presente em sistemas que utilizam a técnica de Raciocínio Baseado em Casos. Foram identificadas publicações (25%) que utilizam outros atributos para definir a estrutura do caso, dependendo do contexto da aplicação. Por fim, (14%) das publicações não foi possível identificar a representação do caso empregada.

Em um sistema que emprega a técnica RBC, o principal objetivo é reutilizar casos anteriores e as suas soluções para resolver um novo problema. Para isso, utiliza-se uma métrica de similaridade para recuperar os casos (problemas) mais similares ao novo caso (novo problema). Dessa forma, a escolha da métrica de similaridade é um item fundamental ao domínio da aplicação como também a representação do caso [11]. Para emprego da técnica de RBC foram criados ou adaptados vários sistemas de *e-learning*. Verificou-se que somente (9%) das publicações utilizaram o AVA Moodle. Em (39%) utilizaram sistemas de *e-learning* próprios para a pesquisa. Com percentual de (4%) foi realizado a junção de um sistema de tutoria inteligente com o Moodle. Já em (52%) não foi possível determinar os ambientes virtuais utilizados. Identificou-se que poucos trabalhos apresentam o AVA utilizado, diante disso categorizamos como “não especificado”.

A partir dessa análise, verificou-se que as publicações utilizaram várias métricas de similaridade. No entanto, a abordagem preponderante é a *Nearest Neighbour* (NN) tanto na sua forma tradicional (19%) quando na forma ponderada (11%) e *K-Nearest Neighbour* (8%). Outras métricas comuns em sistemas de RBC foram abordadas nos trabalhos, como por exemplo a Distância Euclidiana (8%). Também foram identificadas outras métricas de similaridade empregadas nas publicações (27%),

algumas definidas pelo autor de acordo com o contexto da aplicação.

Com base nas análises das informações, observou-se a predominância de trabalhos com enfoque na aprendizagem adaptativa utilizando a técnica de RBC. Alguns trabalhos têm como objetivo auxiliar os alunos que necessitam de um acompanhamento individualizado, fornecendo recomendações (conteúdos educacionais ou objetos de aprendizagem). Para isso, utilizam informações, como, por exemplo, o nível de conhecimento, capacidades, limitações, estilo de aprendizagem, objetivos pedagógicos e caminho de aprendizagem, como por exemplo [12], [13].

Também foi identificado que a técnica de RBC pode ser aplicada para detectar o estado emocional dos alunos em um ambiente educacional. No trabalho de [14] é destacado que uma das falhas nos sistemas de *e-learning* para se obter uma aprendizagem eficiente, é decorrente da falta de habilidades de inteligência emocional. Para isso, apresentam um método para prever a resposta emocional dos alunos durante o percurso de aprendizagem, propondo a partir dessa análise, estratégias de ensino baseadas no estado cognitivo e emocional dos alunos. Já no trabalho de [15] retrata uma abordagem de ensino adaptativo baseado no estado do humor dos alunos.

O trabalho de [16] apresenta recomendações de técnicas de abordagem adaptativas para os professores analisando as características dos alunos, pontos fortes e fracos, e o tipo de deficiência. Esse trabalho utilizou também técnicas de Clusterização e Recuperação de Informação. Outros trabalhos utilizam outras abordagens para construir o modelo do aluno. Como em [17] que utiliza agentes móveis para personalização em sistemas distribuídos e no trabalho de [18] que propõe um modelo multiagente colaborativo com o objetivo de obter recomendações personalizadas de recursos de *e-learning* baseado nas características do aluno. Na análise geral dos trabalhos selecionados, constatou-se que não houve uma quantidade significativa de trabalhos que utilizam o Moodle como AVA, sendo um ambiente bastante utilizado e *open source*, apesar disso, não foram encontradas justificativas para a não utilização dessa ferramenta.

## 7. LIMITAÇÕES DA REVISÃO

A RSL é executada por intermédio de um protocolo robusto, e passível de exclusão de algum trabalho relevante, que não correspondeu aos critérios de inclusão definidos no protocolo, especificamente na etapa de seleção do primeiro filtro, decorrente da aplicação dos critérios no escopo (título, resumo/*abstract* e palavras-chave), não sendo realizada uma leitura na íntegra da publicação. Outra limitação refere-se as decisões subjetivas ocorridas no decorrer do processo de análise, em razão de alguns estudos não apresentarem uma descrição clara, dificultando a execução dos critérios e a posteriormente a análise.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram apresentados os resultados de uma RSL sobre o emprego da técnica de RBC em AVAs. Por meio desta revisão foi possível constatar que vários trabalhos estão utilizando a técnica de RBC com o propósito da personalização do ensino, utilizando atributos não só para descrever o problema e a solução de um caso, mas também o perfil do aluno (estilo de

aprendizagem, perfil cognitivo, nível de conhecimento, interações passadas com o ambiente, entre outros) para a modelagem do caso. A técnica de RBC vem sendo empregada na personalização do ensino por ser uma abordagem baseada em experiências passadas, que permite modelar e analisar o comportamento humano para o desenvolvimento de sistemas computacionais inteligentes[11]. Assim, é possível constatar com os resultados o enfoque para personalização do ensino, uma abordagem em ascensão. Com base nesta RSL, está sendo desenvolvida uma ferramenta relacionada à personalização do ensino que deverá ser disponibilizada no AVA Moodle, conforme proposta em [19]. Tal ferramenta emprega a técnica RBC para recomendar ações pedagógicas no ensino de Introdução à Programação, e deverá ser experimentada e avaliada por um grupo de alunos e professores.

## 9. AGRADECIMENTOS

Parte dos resultados apresentados neste artigo foram obtidos através de atividades de P&D do projeto “Large Scale Qualification Program on Mobile Technologies – PROMOBILE” patrocinado pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda nos termos da lei federal brasileira nº 8.248/91. Agradecemos também a FAPEAM pelo suporte financeiro concedido para a realização do projeto no qual o artigo pertence.

## 10. REFERÊNCIAS

- [1] G. Y. Bonacina, C. A. Barvinski, e V. Odakura, “Personalização da Aprendizagem: Tendências”, in *XIX Conferência Internacional sobre Informática na Educação*, 2014, p. 546–549.
- [2] S. Ninoriya, P. Chawan, B. B. Meshram, e M. VJTI, “CMS, LMS and LCMS for elearning”, *IJCSI Int. J. Comput. Sci.*, vol. 8, nº 2, p. 644–647, 2011.
- [3] V. M. Kenski, *Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação*, 8º ed. Campinas -SP: Papirus, 2012.
- [4] “Moodle - Modular Object-Oriented Dynamic Learning”. [Online]. Available at: <http://moodle.org/>. [Acessado: 03-out-2016].
- [5] A. Marengo, A. Pagano, e A. Barbone, “Data Mining Methods to Assess Student Behavior in Adaptive e-Learning Processes”, *e-Learning "Best Pract. Manag. Des. Dev. e-Courses Stand. Excell. Creat. , 2013 Fourth Int. Conf.*, p. 303–309, 2013.
- [6] G. P. dos Santos Júnior, E. de B. Costa, e J. M. Fechine, “Raciocínio Baseado em Casos para auxílio a Aluno na Resolução de Problemas por Analogia - Uma abordagem para Representação e Recuperação de Casos”, in *XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2008*, 2008, vol. 1, nº SBIE 2008, p. 593–602.
- [7] J. Kolodner, *Case-based reasoning*. Morgan Kaufmann, 2014.
- [8] B. Kitchenham e S. Charters, “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering”, in *Technical Report EBSE-2007-01*, School of Computer Science and Mathematics, Keele, Reino Unido, 2007.
- [9] V. R. Basili, G. Caldiera, e H. D. Rombach, “Experience factory”, *Encyclopedia of software engineering*, 1994. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- [10] B. Moissa, I. Gasparini, e A. Kemczinski, “Learning Analytics: um mapeamento sistemático”, *Nuevas Ideas en Informática Educ.*, p. 283–290, 2014.
- [11] C. G. Von Wangenheim, A. Von Wangenheim, e T. Rateke, *Raciocínio baseado em casos com Softwares Livres e Aplicativos Móveis - 2ª edição*. Bookess Editora, 2013.
- [12] J. Piva D., R. L. de Freitas, M. S. Miskulin, G. S. Nakamiti, e C. M. Tobar, “Auxiliar: a case-based system to assist online courses”, in *Information Technology: Coding and Computing, 2004. Proceedings. ITCC 2004. International Conference on*, 2004, vol. 1, p. 197–201 Vol.1.
- [13] R. H. M'tir, L. Jeribi, e B. Rumpler, “Learners Experiences Reuse to Improve Personalized E-Learning”, in *2008 3rd International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications*, 2008, p. 1–6.
- [14] S. Chaffar e C. Frasson, “Predicting learners’ emotional response in intelligent distance learning systems”, in *FLAIRS 2006 - Proceedings of the Nineteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*, 2006, vol. 2006, p. 383–388.
- [15] W. Wang, Y. Wang, e W. Gong, “Case-based reasoning application in e-learning”, in *9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 2012, p. 930–933.
- [16] H. C. Chu, T. Y. Chen, C. J. Lin, M. J. Liao, e Y. M. Chen, “Development of an adaptive learning case recommendation approach for problem-based e-learning on mathematics teaching for students with mild disabilities”, *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, nº 3 PART 1, p. 5456–5468, 2009.
- [17] H. Al-Sakran, “Developing e-Learning System using Mobile Agent Technology”, in *Information and Communication Technologies, 2006. ICTTA '06. 2nd*, 2006, vol. 1, p. 647–652.
- [18] L. Yang e Z. Yan, “Personalized recommendation for learning resources based-on case reasoning agents”, in *2011 International Conference on Electrical and Control Engineering*, 2011, p. 6689–6692.
- [19] P. B. Nascimento e E. H. T. De Oliveira, “Sistema Especialista para Recomendacao de Ação Pedagógica no Ensino de Lógica de Programação através de Raciocínio Baseado em Casos”, in *I Congresso Amazônico de Computação e Sistemas Inteligentes - CACSI 2015*, 2015, p. 244–247.