

UMA PROPOSTA DE OBJETO DE APRENDIZAGEM ADAPTATIVO NO ENSINO DA LÓGICA BOOLEANA

A PROPOSAL OF AN ADAPTIVE LEARNING OBJECT FOR BOOLEAN LOGIC TEACHING

Olivia Ramos Morais Braga¹, Ismar Frango Silveira²

Abstract — *The aim of this paper is to present the results of the application of an Adaptive Learning Object based on production rules, in a course of Boolean Logic. Human knowledge can be represented by a knowledge base, also called inference rules that are part of the inference engine of the knowledge base. These rules are chaining ideas, resulting in a condition-action, if-then. Each rule is a piece of knowledge, and it can generate a forward or backward reasoning. In the context of this paper, adaptability is obtained by inferring student's learning achievements, categorizing them in three profiles, according to their prior knowledge.*

Index Terms — *Adaptive systems, Artificial Intelligence, Boolean logic, Learning Objects.*

INTRODUÇÃO

O modelo Booleano, segundo Daghlian [4], busca matematizar situações reais que se relacionam com o pensamento humano, a lógica e a álgebra de Boole, apresentam modelos matemáticos aplicados em diferentes atividades humanas como a eletrônica, eletricidade e a computação, que aqui serão analisados, pois é parte dos currículos dos cursos de Engenharia Elétrica, Ciência da Computação, Tecnólogo em Desenvolvimento de Sistemas, Tecnólogo em Redes de Computadores e cursos Correlatos.

Para Paulo Freire, educador brasileiro, “Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”. Através das constantes mudanças sociais, econômicas e mercadológicas, preparar as futuras gerações é requisito fundamental para uma sociedade mais consciente e sustentável, que será capaz de se organizar e repensar os espaços e saberes afim de enfrentar novas diretrizes não somente políticas mas socio-ambientais.

O cenário, altamente desafiador, da realidade brasileira, traz, através das políticas públicas, nova realidade ao educador: uma sala de aula heterogênea com diversas origens sociais, com diferentes graus de conhecimentos prévios, uma vez que a triagem dos alunos decorre do preenchimento de vagas disponíveis, sem quaisquer pré

requisitos das áreas a serem estudadas. Os conceitos de lógica booleana, que fazem parte do currículo em questão, são abstratos em sua natureza e de difícil representação, uma vez que exigem conceitos da semiótica e representação matemática, bastante sedimentados.

Pesquisas na área da educação matemática, como as de Raymond Duval [7] tem procurado relacionar o conhecimento matemático e o tratamento da informação que se deseja transmitir. Analisar um gráfico, estabelecer paralelos conceituais, interpretar informações em uma tabela, um diagrama, não é uma tarefa trivial ao educando iniciante. Essa competência pressupõe domínio e habilidade inerente ao modelo representado. Como compreender a complexidade e abstração de certos conceitos matemáticos, a adoção de diferentes métodos de representação poderá ser uma solução no auxílio à aprendizagem, em ambientes com educandos com diferentes conhecimentos prévios e relações cognitivas distintas e as Técnicas de Inteligência Artificial podem agregar valor incremental a um Objeto de Aprendizagem [8]?

O objetivo dessa pesquisa é criar um módulo Tutor Adaptativo, alterando um Objeto de aprendizagem, aplicando-o a posteriori em cursos que utilizem a Lógica Booleana em seu currículo.

O módulo tutor adaptativo é baseado em regras de produção, utilizadas em técnicas de inteligência artificial a fim de simular o conhecimento humano. O conhecimento humano pode ser representado através de uma base de conhecimento, também chamadas de regras de inferências. Essas regras são encadeamento de idéias, resultantes em uma condição-ação.

Cada regra representa uma parte do conhecimento, podendo gerar um raciocínio progressivo ou regressivo, gerado a partir da base de regras que representam os fatos conhecidos, utilizando-se de mecanismos de inferência para tomada de decisão. Já a adaptatividade, condicionará o grau de aprendizado através do perfil do educando como básico, intermediário e avançado, adaptando-se aos conhecimentos prévios do educando, de forma a desafiá-lo a resolver situações problemas da Lógica e Álgebra Booleana, representada pelos operadores matemáticos, com suas

¹ Olivia Ramos Morais Braga - Professora da Graduação e Pós-Graduação Lato Sensu da Universidade Uninove. Aluna do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie - olivia.braga@gmail.com

² Ismar Frango Silveira, Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie (Mestrado e Doutorado) - ismar.silveira@mackenzie.br.

diferentes formas de representação do conhecimento, tais como expressões Algébricas, tabelas verdades e representações simbólicas das portas lógicas.

A adoção de um objeto de aprendizagem com módulo adaptativo, com técnicas de Inteligência Artificial poderá representar valor incremental na fixação desses conceitos abstratos e fundamentais, estudados nessas disciplinas.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ADAPTATIVIDADE.

A teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel [1] segue uma linha de raciocínio semelhante à teoria proposta por Jean Piaget, de caráter cognitivista e construtivista. É cognitivista ao tentar explicar o processo de cognição e construtivista ao considerar que o conhecimento se constrói e evolui a partir das experiências pessoais e ambientais do sujeito [8].

O educando demonstra seus conhecimentos prévios sobre um determinado tema, idéias que são ancoradas, também chamadas de subsunçores, que tem como base o conhecimento mecânico ou memorístico que apresentam determinado grau de retenção, Ausubel propõe que sejam utilizados como ancoragem ou subsunçores. Segundo Ausubel [1], o aprendizado significativo ocorre quando se estabelece uma relação substantiva e não arbitrária entre as novas informações e um aspecto relevante da estrutura do conhecimento. Sobre a aprendizagem ativa, em um primeiro momento, essas operações cognitivas caracterizam o aprendizado significativo como um aprendizado ativo, e começam pela identificação de conceitos previamente conhecido relacionados às novas proposições. Num segundo momento ocorre a apreensão de similaridades e diferenças, são identificadas contradições reais ou aparentes entre os novos conceitos e proposições e aqueles já estabelecidos previamente.

As técnicas de Inteligência Artificial podem ter sua essência baseadas na Heurística, que tem como base etimológica uma palavra grega, sendo seu significado “encontrar” ou “descobrir” podendo ser admitido: como um método ou processo para a resolução de problemas, remonta a idade média, proposta por Arquimedes, de acordo com Lauger [6] podendo representar o conhecimento humano a partir de regras de produção.

A base de regras (BR) consiste de fatos permanentes e conhecido; já a memória de trabalho são os fatos gerados a partir das bases de regras e fatos gerados pelo motor de inferência, que por sua vez determina o método de raciocínio utilizado, podendo ser regressivo ou progressivo, o motor de inferência tem como função primordial a busca e a resolução de conflitos [6].

O que se pretende é guiar o educando através de um módulo tutor especialista através de um Sistema Hipermídia Adaptativo (SHA), sendo capaz de apresentar a performance de uma pessoa que possui conhecimento restrito e especializado em determinado tema ou assunto, sendo que

seus parâmetros baseiam-se em regras e padrões pré estabelecidos com ajuda de um especialista capaz de diminuir a ambiguidade, podendo beneficiar-se de boas regras de produção ou técnicas conexionistas, que podem justificar suas ações.

Brusilovsky [3], afirmou que a adaptatividade pode resolver os sistemas que são usados por diferentes classes de usuários, iniciantes, intermediários, especialistas, etc...Os usuários podem diferir significativamente em seus objetivos, experiência, e conhecimento do tema tratado pelo objeto de aprendizagem. Além disso, o mesmo usuário pode ter diferentes objetivos e conhecimentos ao utilizar o sistema em momentos diferentes. Um objeto de aprendizagem regular fornece as mesmas interações para todos os usuários, enquanto que usuários com diferentes objetivos e conhecimentos podem estar interessados em diferentes partes de informações apresentadas em uma página regular e podem preferir diferentes links para navegação. Uma maneira de superar esse problema é usar as informações sobre um determinado usuário representado no modelo de usuário para se adaptar a informação a ser apresentada ao usuário atual.

O mesmo autor destacou os principais argumentos do uso da adaptação hipermídia: a adaptação pode resolver o problema de sistemas hipermídia que são utilizados por diferentes tipos de usuários. Os usuários podem diferir significativamente em seus objetivos, experiência computacional, formação e conhecimento do assunto de sistemas hipermídia [3].

Segundo Gomes et al. [5], o nível de aquisição de conhecimentos (NAC) do educando pode ser utilizado para gerar planos de aprendizado personalizados. Mas, essa personalização tem sido pouco empregada devido à falta de interoperabilidade dos sistemas de hipermídia adaptativa (SHA), que geralmente incluem ferramenta de autoria e mecanismo de adaptação. Uma forma de permitir que um SHA inicie rapidamente sua interação personalizada com o aluno é realizada com estereótipos. Um estereótipo pode ser definido como uma coleção de atributos que aparecem em um grupo de pessoas. Muitas vezes, é possível observar padrões entre os alunos, e grupos de educandos, com características semelhantes dentro de categorias.

MÓDULO TUTOR ADAPTATIVO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM

O Logisim® [2] é um Objeto de Aprendizagem que possui código aberto, utilizado para a construção de circuitos lógicos, tabela verdade e a expressão algébrica, conceitos empregados nos cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Tecnólogos em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Redes de Computadores, servindo como base conceitual para as disciplinas de Lógica Digital, Matemática Discreta, Transmissão de Dados e Técnicas de Multiplexação.

Objeto de aprendizagem segundo Wiley [9] representam quaisquer recursos digitais, que podem ser utilizados para assistir à aprendizagem e que podem ser distribuídos pela rede, sob demanda independente do tamanho; os OAs são elementos digitais de um novo tipo de instrução, podendo ser utilizados em diferentes contextos pedagógicos e por varias pessoas simultaneamente.

Foi definida que a linguagem a ser utilizada na construção do módulo adaptativo do Objeto de Aprendizagem, seria o HTML5, com execuções de funções em *Java script*, porque esta é uma linguagem de programação que pode ser executada em praticamente todos os navegadores.

No primeiro exercício da Porta Lógica AND, são apresentadas duas 2 opções corretas e 2 opções erradas. O educando terá três (3) tentativas para passar de fase. Caso ele acerte 2 opções ele será redirecionado ao próximo exercício, se ele errar 2 opções será redirecionando a uma tela explicando o desenvolvimento do exercício. De forma que ao educando escolher uma opção, será exibida a quantidade de erros e acertos.

A seguir, na Listagem 1, um trecho código em *Javascript*, exemplificando as regras de produção, caso o educando acerte a alternativa na primeira tentativa:

```

if(document.forms.frmexec.acerto.value == 0)
{
    document.forms.frmexec.acerto.value = 1;
    //atribui um acerto ao aluno
    var_count_acerto =
    document.forms.frmexec.acerto.value;
    document.getElementById("dvAcerto").
    innerHTML = var_count_acerto;
}
//na primeira tentativa:
else
if
(document.forms.frmexec.acerto.value==1)
    document.forms.frmexec.acerto.value = 2 ;
    //atribui 2 acertos ao aluno

```

LISTAGEM 1

CÓDIGO JAVASCRIPT COM TRECHO DE REGRA DE PRODUÇÃO

Já as regras de (1) a (5) são implementadas de forma a realizar a contagem de erros no módulo básico somado à contagem de erros do módulo intermediário, mais a contagem de erros no módulo avançado, e assim sucessivamente, para a definição do nível do educando.

Avançado=Expert→Cont_EB+Cont_EI+Cont_EA=0(1)

Intermediário1→Cont_EB+Cont_EI+Cont_EA<=3(2)

Intermediário→Cont_EB+Cont_EI+Cont_EA>3e<=6(3)

Básico1→Cont_EB+Cont_EI+Cont_EA>6e<9(4)

Básico→Cont_EB+Cont_EI+Cont_EA>=9 (5)

Na visita guiada adaptativa na página HTML5, são propostos exercícios de níveis diversos, acompanhados de vídeos de auxílio à navegação do educando, os vídeos são apresentados de forma a explicitar a construção dos circuitos lógicos bem como a tabela verdade, esses vídeos foram gerados a partir do software Camtasia® com objetivo de demonstrar ao educando a construção e a resolução dos exercícios proposto no modulo tutor adaptativo, como pode ser observado nas situações das Figuras 1, 2 e 3, a seguir.

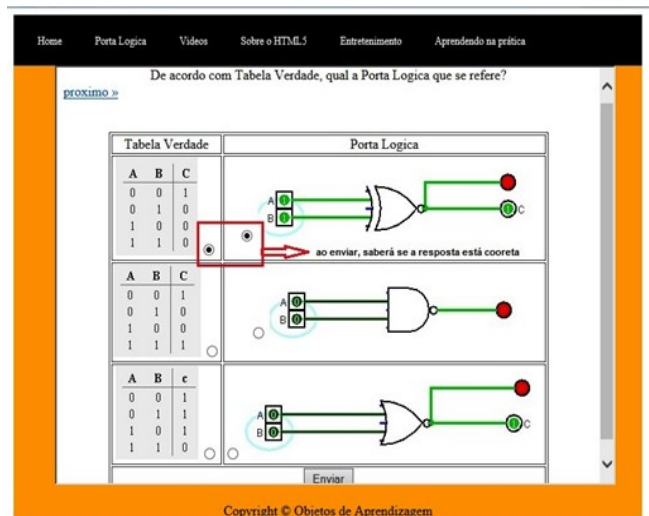


FIGURA. 1

TELA DO MÓDULO ADAPTATIVO COM EXERCÍCIOS PROPOSTOS

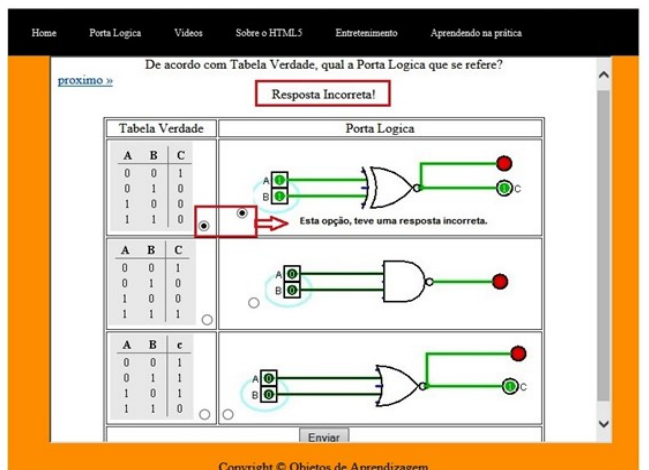


FIGURA. 2

TELA DO MÓDULO ADAPTATIVO COM OUTROS EXERCÍCIOS PROPOSTOS.

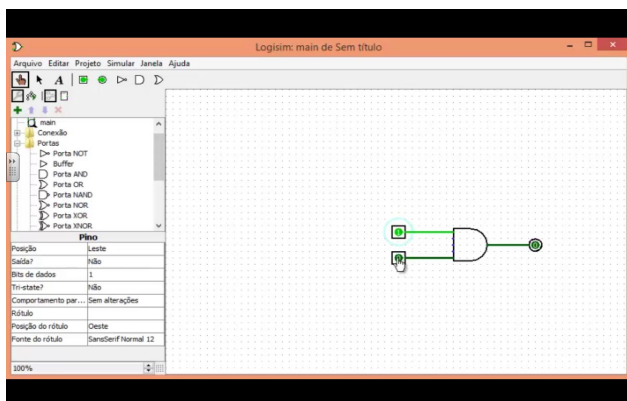


FIGURA. 3

CAPTURE DE VÍDEO DA PORTA LÓGICA AND GERADOR PELO CAMTASIA®

METODOLOGIA

A abordagem metodológica adotada foi a realização de um estudo de caso único em uma Universidade brasileira. A coleta de dados foi baseada em questionário com perguntas fechadas aplicados em alunos dos cursos de Ciência da Computação, Tecnólogo em Redes de Computadores, Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Segundo Yin [10], cada método possui vantagens e desvantagens, o que se pretende é diminuir o viés da pesquisa quando se propõe estudar um fenômeno social em que o caso único pode representar o teste de uma teoria significativa.

O método de estudo de caso é direcionado quando é investigado um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes YIN [10] ainda distinguindo-se de outros métodos conforme afirma o autor: "...Um experimento, por exemplo, separa deliberadamente o fenômeno de seu contexto, preocupando-se apenas com poucas variáveis (tipicamente o contexto é controlado pelo ambiente de laboratório)." A proposta é um estudo de caso exploratório, onde variáveis independentes afetam diretamente uma variável dependente. Não considerando uma relação onde o ambiente é laboratorial e controlado e a amostra não é significativa para aplicação de métodos estatísticos mais elaborados.

Isto posto, esta pesquisa foi realizada em dezembro de 2014 com os graduandos da Universidade, em uma população formada por homens e mulheres entre 19 e 43 anos. Eles responderam um instrumental com 4 afirmações e 5 alternativas cada uma. As alternativas foram apresentadas conforme a escala de Likert.

Desta forma, com esta pesquisa empírica, espera-se desenvolver ideias e novos objetivos de acordo com os resultados atingidos. Assim, as conclusões estarão baseadas no método indutivo, no qual as ideias e proposições são desenvolvidas conforme os fatos observados.

A pesquisa com os graduandos foi realizada após todos terem recebido suas notas e serem aprovados em seus

respectivos cursos. Com isso buscou-se reduzir ao máximo a possibilidade do risco do "efeito de expectativa do experimentador". Segundo Wainer [10] este efeito pode ocorrer quando o pesquisador interage frequentemente com os sujeitos que respondem a pesquisa. No qual os respondentes poderiam selecionar as alternativas que mais agradariam ao pesquisador.

A seguir são apresentados os resultados totais da pesquisa realizada com os graduandos. De uma maneira geral, os resultados são muito positivos sobre o uso de objetos de aprendizagem adaptativos (OAA). Considerando as alternativas que atestam a aderência e a aceitação dos objetos de aprendizagem adaptativos chegou-se a uma média de 84,9% de aprovação de uso de tais recursos.

As seguintes questões foram aplicadas:

- O uso de objetos de aprendizagem adaptativos facilitou a compreensão dos conceitos de lógica booleana.
- Na aula tradicional, sem a utilização de objetos de aprendizagem adaptativos, a compreensão dos conceitos é mais difícil.
- O uso de objetos de aprendizagem motiva os alunos a solucionarem os problemas apresentados, facilitando a compreensão dos conteúdos.
- O uso de objetos de aprendizagem é complexo e dificulta a compreensão dos conceitos apresentados.

As questões foram elaboradas com poucas assertivas de modo a não desestimular os respondentes, sendo as questões simples concisas e diretas. A elaboração das respostas predefinidas também notaram as respostas, sendo muito importante, o balanço, ou seja- os extremos opostos com alternativas de igual intensidade e em direções opostas, conforme recomenda Wainer [10], essas recomendações são percebidas nas questões 1 e 4.

TABELAS E RESULTADOS

As afirmativas supracitadas foram aplicadas para verificação, utilizando escala de Likert, com resultados exibidos nas tabelas de 1 a 4:

TABELA 1
TABULAÇÃO DA QUESTÃO 1

Item	Questão 1	Quantidade de Respostas
A	Discordo Totalmente	0
B	Discordo	0
C	Indiferente	0
D	Concordo	36
E	Concordo Totalmente	62
	Total	98

TABELA 2
TABULAÇÃO DA QUESTÃO 2

Item	Questão 2	Quantidade de Respostas
A	Discordo Totalmente	02
B	Discordo	05
C	Indiferente	16
D	Concordo	41
E	Concordo Totalmente	34
	Total	98

TABELA 3
TABULAÇÃO DA QUESTÃO 3

Item	Questão 3	Quantidade de Respostas
A	Discordo Totalmente	0
B	Discordo	0
C	Indiferente	02
D	Concordo	35
E	Concordo Totalmente	61
	Total	98

TABELA 4
TABULAÇÃO DA QUESTÃO 4

Item	Questão 4	Quantidade de Respostas
A	Discordo Totalmente	27
B	Discordo	37
C	Indiferente	21
D	Concordo	04
E	Concordo Totalmente	09
	Total	98

Como observa-se, há algumas inconsistências nos resultados de alguns instrumentais aplicados. Estas inconsistências se referem à relação entre as respostas das questões 1 e 4. Se o graduando assinalou que concorda, em qualquer nível, com a questão 1, o mesmo deveria, conforme a lógica, discordar com a questão 4, pois enquanto a questão 1 afirma que o uso de objetos de aprendizagem adaptativos facilita a compreensão, a questão 4 afirma que o uso de objetos de aprendizagem é complexo e dificulta a compreensão.

Após retirados os casos inconsistentes, houve uma ligeira mudança na média de aprovação dos objetos de aprendizagem adaptativos de 84,9% para 86,8%. No cálculo desta média foram desconsiderados os valores das alternativas "Indiferente".

Optou-se por apresentar os resultados de forma gráfica de modo a destacar os principais resultados da pesquisa, bem como apresentar as tabelas com os dados tabulados e as

questões aplicadas, de forma a tornar o experimento passível de reprodução em pesquisas futuras.

A seguir, na Figura 4, são apresentados gráficos que sintetizam os resultados finais consolidados da pesquisa, já sem as inconsistências apontadas.

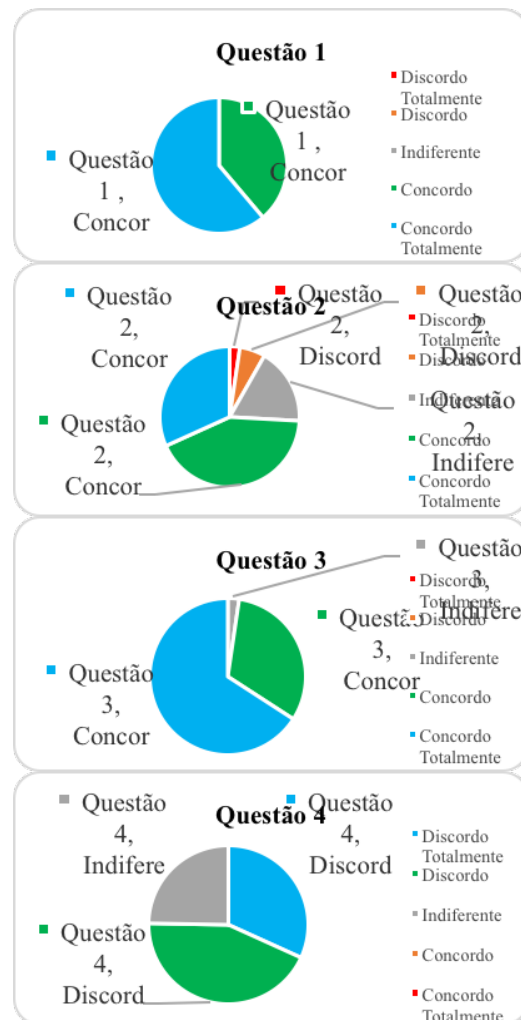


FIGURA. 4

SÍNTESE DOS RESULTADOS DA PESQUISA EXCLUINDO-SE VALORES INCONSISTENTES

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o exposto ao longo deste artigo, pode-se dizer que os OAA foram avaliados de maneira positiva por 86,8% de seus usuários finais (graduandos). Esse nível de satisfação com os OAA significa que o esforço aplicado no desenvolvimento destes objetos atingiram os seus objetivos em grande parte dos usuários.

Embora os primeiros resultados tenham sido muito positivos, não é possível afirmar peremptoriamente que os OAA não necessitem de melhoria ou que seriam a única variável no processo de aprendizagem a influenciar nas

respostas aos questionários. Portanto, é sugerida a inclusão no questionário aplicado, de questões mais específicas sobre pontos de melhoria. Desta forma, espera-se aprimorar tanto os OAA como a qualidade e profundidade de trabalhos futuros.

AGRADECIMENTO

A presente pesquisa não poderia ser executada sem a participação dos graduandos que gentilmente avaliaram o OAA e responderam as questões de forma voluntária, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da pesquisa e do Objeto de Aprendizagem Adaptativo, à Universidade Uninove que permitiu a aplicação da pesquisa bem como forneceu o espaço físico laboratorial e os discentes; penhoradamente os agradecimentos expressos pela contribuição.

REFERÊNCIAS

- [1] Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, H. "Psicología Educacional". Rio de Janeiro: *Editora Interamericana*, 1980.
- [2] AMCR. "O Simulador Lógico Logisim", 2013. Disponível em: "<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779579961622/logisim-tutorial.pdf>". Acessado em: 12/2014
- [3] Brusilovsky, P. "Adaptive hypermedia: an attempt to analyze and generalize". In: BRUSILOVSKY, P. ET AL. (EDS.). "Multimedia, hypermedia, and virtual reality". *Lecture Notes in Computer Science*. 1077, Berlin: Springer-Verlag, 2001, pp.288-304.
- [4] Daghljan, J, Lógica e álgebra de Boole, *Editora Atlas do Brasil*, 2008.
- [5] Gomes, E.H.; Pimentel, E.P.; Omar, N.; Marietto, M.G.B. "Personalização do E-learning baseado no nível de aquisição de conhecimento do aprendiz". II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE, 2013), pp.637-646.
- [6] Lauger, G.F. "Inteligência Artificial". Tradução: Daniel Vieira; Revisão Andrea L. Tavares. 6ª Ed. São Paulo: *Pearson Education do Brasil*, 2013.
- [7] Duval, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. 1993, pp. 37- 64.
- [8] ROSA, P.R.S. "A teoria cognitivista de David Ausubel". Capítulo IV, UFMS, 2014.
- [9] WILEY, D.A. "The Instructional Use of Learning Objects". Disponível em "<http://reusability.org/read/>". Acessado em: 12/2014.
- [10] WAINER, J. "Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação", *Instituto de Computação, UNICAMP*. Disponível em: "www.ic.unicamp.br/~wainer/papers/metod07.pdf". Acessado em: 12/2014.
- [11] Yin, R. "Estudo de caso: planejamento e métodos", ed. *Bookman*, 2010.