

# Uso de Ontologias e SWRL para ensino personalizado baseado em Estilos e Teorias de Aprendizagem

Eliabe Nascimento Silva  
Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Cruz das Almas - BA  
Brasil  
silvaengcomp@gmail.com

Camila Bezerra  
Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Cruz das Almas - BA  
Brasil  
camila.bezerra.br@gmail.com

## ABSTRACT

Intelligent Tutoring System (ITS) aims to provide personalized instruction. Its main module, pedagogical model, is responsible for choosing which strategy to apply to a particular student, as well as determine which topics and which provide learning sequence. However, there are several strategies and teaching techniques, and each student has its peculiarities. For then it is necessary to collect information from the student as their learning style. Such information is represented in an ontology, called model student. This paper proposes the use of ontologies to build the model and SWRL to infer which strategy to apply learning to the student.

## RESUMO

Sistema Tutor Inteligente (STI) visa fornecer instrução personalizada. Seu módulo principal, modelo pedagógico, é responsável por escolher qual estratégia aplicar a um aluno específico, bem como determinar quais tópicos de aprendizagem apresentar e sua sequência. A dificuldade de implementação de um ensino personalizado, é que existem várias estratégias e técnicas de ensino, e cada aluno tem suas particularidades. Para prover este ensino, é necessário coletar informações do estudante como seu estilo de aprendizagem. Tais informações são representadas em uma ontologia, chamada modelo do estudante. Este artigo propõe o uso de ontologias para construir o modelo e SWRL para inferir qual estratégia de aprendizagem aplicar ao estudante.

## Keywords

Teorias de Aprendizagem, Ontologia, Sistema Tutor Inteligente, SRWL.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas tutores inteligentes (STI) possuem uma arquitetura baseada em módulos, e tem como objetivo principal oferecer um processo de aprendizagem personalizado [8]. Particularmente, o modelo pedagógico é responsável por determinar quais estratégias e táticas serão aplicadas a um determinado estudante, baseando-se na interação do sistema com o indivíduo, com o auxílio do modelo do aluno. Este por sua vez, é responsável por adquirir e representar as informações específicas de cada estudante.

O conhecimento proveniente das principais teorias de aprendizagem permite traçar estratégias e táticas para alcançar um aprendizado personalizado. É interessante também combinar várias teorias visando à diversidade de alunos [4]. Mas como um sistema pode inferir qual a melhor estratégia levando em

consideração as particularidades e estilos de aprendizagem de cada aluno? Como obter esse conhecimento do aluno?

Com o objetivo de responder tais questões tem sido utilizadas, com bons resultados, técnicas de Inteligência Artificial, como Ontologias, Agentes Inteligentes e regras de produção [11] [7]. Geralmente, as Ontologias são utilizadas para representação do conhecimento de um particular domínio. No caso dos STIs, ontologias são normalmente usadas para representar o conhecimento do estudante e do domínio a ser estudado.

Este artigo propõe um modelo do aluno baseado em ontologias e o uso de SWRL (Semantic Web Rule Language) para sugerir possíveis táticas a serem empregadas ao estudante de acordo ao seu perfil. SWRL é uma linguagem para definição de regras baseadas na lógica de HORN envolvendo classes e propriedades definidas na ontologia [1].

O artigo está organizado na seguinte maneira: na seção 2 é discutido sobre as principais teorias de aprendizagem; na seção 3 são apresentados os estilos de aprendizagem utilizados nesse trabalho; as tecnologias utilizadas no trabalho são descritas na seção 4; na seção 5 é apresentado o modelo proposto; na seção 6 são descritos os resultados preliminares, e na seção 7 as conclusões do trabalho.

## 2. Teorias de Aprendizagem

Existem diversas teorias de aprendizagem, que visam explicar o processo de aprendizagem dos seres humanos. As principais teorias são citadas por [14]:

Comportamentalista: Teve sua origem na década de 50, quando o professor Skinner de Harvard propôs uma máquina de ensinar. De acordo com essa teoria, estudantes são encorajados a experimentar novas formas de comportamento. O material didático é transmitido de forma linear e sequencial. Portanto não é estimulada a autonomia do estudante. A aprendizagem é obtida quando o que precisa ser ensinado é disposto sob o controle do professor e sob comportamentos observáveis. Tais comportamentos são adquiridos punindo um comportamento não desejado e incentivando o comportamento que se deseja com algum tipo de estímulo. O papel do professor é criar ou modificar comportamentos para que o aluno alcance o resultado desejado.

Construtivista-Internacionalista: Sugere que o estudante entende o mundo através de suas percepções, dessa forma ele consegue dá significado para este mundo. Piaget, seu principal defensor, acredita que a aprendizagem ocorre em estágios que estão diretamente ligados ao desenvolvimento mental de cada estudante. O conhecimento então é construído através de experiências. Esta teoria está centrada no desenvolvimento individual do estudante,

ele constrói seu próprio conhecimento, sem levar em conta seu contexto social e histórico. O papel do professor é apenas ser um orientador desse processo.

**Sócio-Interacionista:** Foi proposta por Vygotsky e tem como principal objetivo a interação do estudante com outros. De acordo com essa teoria, a inteligência humana é construída por meio de instrumentos culturais, tais como linguagem, o qual representa o legado de gerações passadas e, portanto, pode somente ser compreendido através de uma perspectiva social e histórica da cognição humana. O papel do professor é promover a harmonia social entre os estudantes, estimulando a troca de informação, resultando na construção de conhecimento compartilhado.

A aprendizagem baseada em problemas é um método centrado no aluno, onde o principal motivador é solucionar problemas relacionados ao tema de estudo. O professor é apenas um mediador desse processo, pode ser trabalhado em grupo ou individualmente.

Além dessas teorias, existem diversas técnicas que podem ser empregadas. Tais técnicas estão relacionadas a uma ou mais teorias de aprendizagem. Assim para cada teoria, podem ser empregadas diversas táticas no processo de aprendizagem.

### 3. PERFIL DE APRENDIZAGEM

O perfil de um aluno é visto como um conjunto de características, tais como seus dados pessoais, nível de conhecimento sobre determinados conteúdos e estilo de aprendizagem. Em especial, o estilo de Aprendizagem pode ser considerado como o melhor meio que um indivíduo possui de aprender um dado conhecimento, e reflete as ações do aluno que são respostas de estímulos recebidos do ambiente o qual ele está interagindo [16].

Segundo [16], “Um estilo de aprendizagem está relacionado às estratégias que um aluno tende a aplicar com frequência a uma dada situação de ensino”. Portanto é de fundamental importância no sistema computacional de ensino, tentar inferir qual seria esse estilo, e a partir disso escolher as estratégias de ensino que melhor se aplica a um determinado aluno, e como os estilos de aprendizagem podem variar a cada indivíduo, o sistema deve ser adaptável a cada estilo.

Existem vários modelos propostos na literatura para auxiliar a classificar um aluno em um dado estilo de aprendizagem. O modelo de estilos de aprendizagem utilizado nesse trabalho é o de Felder-Silverman [17] que propõe quatro dimensões:

**Ativo/Reflexivo:** O aluno ativo é aquele que aprende na prática, prefere trabalhos em grupo, e o aluno reflexivo aprende refletindo sobre os assuntos e prefere trabalhar sozinho.

**Sensorial/Intuitivo:** O aluno racional tem como características ser concreto, prático, busca fatos e procedimentos. Já o Intuitivo é conceitual, inovador, busca teorias e seus significados.

**Visual/Verbal:** O visual tem mais facilidade em aprender com representações visuais, como imagens, diagramas, fluxogramas e tabelas, e os verbais preferem explicações escritas e leituras.

**Sequencial/Global:** O aluno sequencial prefere que as informações sejam exibidas de forma linear e ordenada. O global prefere ter uma visão do todo, para então compreender as partes.

Portanto, se conseguir-se através da detecção do estilo de aprendizagem, aplicar uma estratégia de ensino adequada, um sistema computacional poderá oferecer objetos de aprendizagem de forma mais adequada às necessidades do aluno [9].

Para auxiliar a detectar as estratégias de ensino a serem aplicadas em um dado aluno de acordo a sua interação com o sistema, existem alguns modelos de diagnósticos. Neste artigo são considerados os três modelos abaixo [5]:

**Modelo diferencial:** onde a resposta do aluno é comparada a uma base de conhecimento, ou seja, o modelo do domínio. Isto significa que é comparado o conhecimento do aluno com o do tutor.

**Modelo Overlay:** O modelo é construído considerando que o conhecimento do aluno é um subconjunto do conhecimento do sistema tutor. Por isso, nesse modelo, o erro do aluno é sempre considerado como a ausência de algum conhecimento necessário.

**Modelo de Buggy:** Considera que os erros do aluno são concepções errôneas de algum conceito. Este modelo apoia-se em uma série de respostas ou de soluções de problemas e o diagnóstico é baseado em uma biblioteca de erros típicos.

### 4. ONTOLOGIA E SWRL

Uma ontologia pode ser descrita como uma especificação formal e explícita de um domínio [10]. Ontologias consistem de conceitos e relações entre esses conceitos os quais são organizados em uma estrutura hierárquica [1].

Através dessa representação do domínio, um sistema computacional é capaz de entender esse conhecimento representado, além de deduzir novos conhecimentos através de mecanismos de inferência. Uma ontologia tem como elementos principais os indivíduos (instâncias das classes da ontologia), as propriedades (relações entre indivíduos) e classes que representa os conceitos do domínio.

OWL é uma linguagem recomendada pela W3C [3] para especificação de ontologias para Web Semântica [12]. OWL possui diferentes níveis de expressividade: OWL-Lite, OWL-DL e OWL-Full. O trabalho proposto está baseado em OWL-DL o qual é baseado em Lógica de Descrição [2]. OWL-DL possui uma sintaxe bem-definida, uma semântica formal e suporte a raciocínio de forma eficiente.

No entanto, uma ontologia em OWL-DL não suporta regras, o que limita sua expressividade. Existem situações em que se faz necessário expressar alguns definições, possíveis apenas com o uso de regras. Considere uma ontologia sobre relações familiares. Usando OWL-DL não é possível expressar a sentença: “o irmão do pai de uma pessoa é tio desta pessoa”. Com o objetivo de resolver tal limitação surgiu a linguagem de regras da Web Semântica (SWRL), que também é recomendada pela W3C.

SWRL [13] é uma linguagem de descrição de regras que usa OWL. Ela permite aos usuários criar regras no formato de cláusulas de Horn [5], que podem ser expressas em termos de conceitos OWL, sendo possível raciocinar sobre indivíduos. Regras SWRL tem o formato antecedente  $\rightarrow$  consequente, em que, se o antecedente é verdadeiro então o consequente é verdadeiro. Além disso, antecedente e consequente são conjunção de átomos de acordo com as cláusulas de Horn. Usando SWRL podemos solucionar o problema descrito acima, através da regra:

$$\text{pai}(?x; ?y) \wedge \text{irmao}(?x; ?z) \wedge \text{homem}(?z) \rightarrow \text{tio}(?z; ?y).$$

No exemplo acima, uma pessoa  $y$  que tem um pai  $x$  e este pai  $x$  tem o irmão  $z$ , que é homem, o que implica que  $z$  é tio de  $y$ .

Nesse contexto, ontologias são usadas para representar o domínio de aprendizagem, e SWRL é usada para representar regras que não podem ser expressas na linguagem OWL.

## 5. MODELO ONTOLÓGICO PROPOSTO E REGRAS SWRL

O modelo proposto foi construído utilizando ontologias OWL e regras SWRL. Ele se baseia nos conceito de sistema tutor inteligente, teorias de aprendizagem e na análise do perfil do estudante, para conseguir inferir quais estratégias de ensino usar em cada aluno com base no perfil do aluno obtido através de suas interações com um sistema computacional.

Na primeira interação do estudante, é feita a identificar das características do estudante, tais como foram descritas no início da Secção 3. Para isso, utilizamos o questionário criado por Soloman [15], o qual contém 44 questões objetivas para inferir o estilo do estudante proposto por Felder [7]. As questões são do tipo: “Eu prefiro obter novas informações em (a) imagens, diagramas, gráficos ou mapas ou (b) informação verbal e informativos escritos”. A partir dessa questão podemos descobrir que o aluno é mais propenso a ser do estilo visual ou verbal. Além disso, utilizamos mais um questionário com 7 questões sobre informações pessoais, e outro com 5 questões sobre o domínio a ser estudado.

### 5.1 Modelo do aluno

O resultado desses questionários é então representado por uma ontologia, denominada modelo do estudante. Nela, as características do estudante foram divididas em estáticas e dinâmicas. As estáticas consistem das informações pessoais, habilidades e personalidade que o estudante julga ter; já as dinâmicas são as informações que podem mudar ao longo do tempo de acordo às interações do estudante com o sistema, como a estratégia a ser utilizada, estado emocional, objetivo e conhecimento sobre determinado assunto.

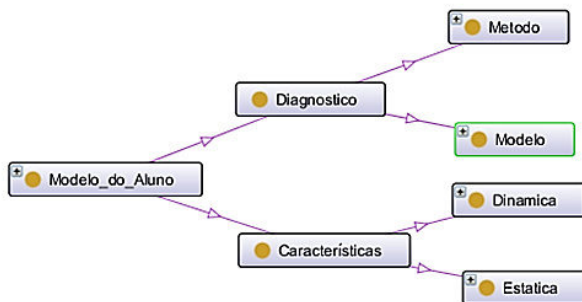


Figura 1. Modelo do Aluno

Na Figura 1 é exibido o modelo do aluno, o qual possui características do aluno e diagnóstico. O diagnóstico consiste nas diferentes formas de detectar as características dinâmicas do aluno. Ele é dividido em Método e Modelo. O método consiste de Dialogo, Multimídia e Questionário, sendo que o questionário é composto de três questionários sobre: características pessoais, estilos de aprendizagem e conhecimento do domínio. Também podem ser utilizados o diálogo e recursos multimídia para ajudar coletar os dados do aluno. O modelo representa os três modelos escolhidos nesse artigo como explicitado na seção 2: Buggy, Diferencial e Overlay.

As características são divididas em estáticas e dinâmicas. As estáticas, como ditas anteriormente, correspondem a características pessoais e que não mudam, tais como nome, idade, língua nativa, características da personalidade, entre outros. Já as características dinâmicas são aqueles que são atualizadas conforme a interação com o aluno. Um subconjunto de tais

características é exibido na Figura 2 e consiste em estado emocional, objetivo do aluno, abordagem a ser aplicada (estratégias de ensino), conhecimento adquirido e estilo de aprendizagem.

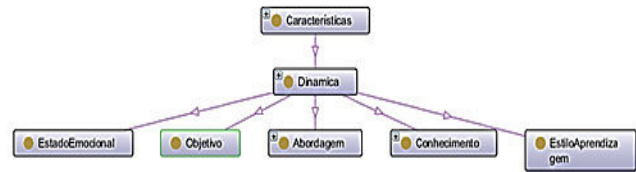


Figura 2. Características Dinâmicas

## 5.2 Relação entre Estratégias de ensino e Estilos de Aprendizagem

Na primeira interação do estudante, conseguimos inferir um possível estilo de aprendizagem. Porém surgiu o questionamento: “Que estratégia de ensino aplicar a esse estudante?”, “Quais táticas de ensino?”. Com o intuito de responder a esses questionamentos foi feita uma relação entre os estilos de aprendizagem de Felder e Brent [7], e as estratégias de ensino discutidas na secção 2.1. Para cada teoria conseguiu-se utilizar um conjunto de táticas, de acordo com o estilo de aprendizagem correspondente, na Tabela 1 é exibido um conjunto de táticas que podem ser aplicados a cada perfil.

Tabela 1. Relação entre estilos e estratégias pedagógicas

Ativo	Exercícios práticos, fórum, jogos, atividades em grupo.
Reflexivo	Leitura, quebra-cabeça, charada.
Sensorial	Experimentos, exercícios práticos, simulação, jogos.
Intuitivo	Texto, jogos de adivinhação, atividade individual.
Visual	Imagens, vídeos e gráfico.
Verbal	Texto, som.
Sequencial	Exercício sequencial, metas de estudo, pontuação por meta alcançada.
Global	Hiperlink, resumo.

Além disso, é proposto aqui, o uso da linguagem SWRL para construção de regras, que de acordo às respostas ao questionário, recomenda possíveis táticas e estratégias de ensino. Na Figura 3 são exibidas algumas regras.

```

    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao1) ^ Resposta(Alternativa1) -> aplicarTatica(Tatica_Leitura, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao2) ^ Resposta(Alternativa1) -> aplicarTatica(Tatica_Simulacao, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao3) ^ Resposta(Alternativa2) -> aplicarTatica(Tatica_BrainStorm, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao3) ^ Resposta(Alternativa1) -> aplicarTatica(Tatica_Leitura, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao2) ^ Resposta(Alternativa1) ^ Questao(Questao5) ^ Resposta(Alternativa2) -> aplicarEstrategia(Estrategia_Construivista, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao7) ^ Resposta(Alternativa1) ^ Questao(Questao6) ^ Resposta(Alternativa2) -> aplicarTatica(Tatica_Problema, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao6) ^ Resposta(Alternativa2) ^ Questao(Questao1) ^ Resposta(Alternativa2) -> aplicarTatica(Tatica_Forum, ?x)
    Estudiante(?x) ^ Questao(Questao8) ^ Resposta(Alternativa2) ^ Questao(Questao3) ^ Resposta(Alternativa1) -> aplicarTatica(Tatica_Jogo, ?x)
    
```

Figura 2. Regras SWRL

## 6. RESULTADO PRELIMINAR

Uma entrevista com 20 estudantes do ensino superior da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia foi realizada para averiguar as táticas de ensino proposta neste trabalho. Utilizou-se o questionário *Index of Learning Styles* [15], para identificar os estilos de aprendizagem dos indivíduos e relacionar às táticas correspondentes de acordo com a Tabela 1. Todos afirmaram que as estratégias propostas ao seu perfil estavam de acordo, com algumas objeções. Cerca de 25% dos entrevistados que apresentaram o perfil verbal, não se identificaram com a tática “texto”. 10% responderam quem algumas estratégias variam de acordo com o que estão estudando. Nenhum dos entrevistados avaliou as táticas propostas como incoerentes, com isso podemos dizer que obtivemos um bom resultado para as táticas propostas. Os resultados mostraram perfis peculiares, alguns bem definidos nas 4 dimensões e outros bem generalizados. A dificuldade da realização da pesquisa é a quantidade de perguntas do questionário, o que exige um tempo maior para obter mais entrevistados, sendo assim a pesquisa continua. A Figura 3 evidencia o nível de compatibilidade dos entrevistados e os perfis.

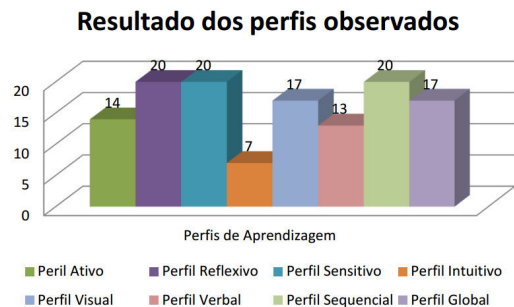


Figura 3. Gráfico de perfis observados

## 7. CONCLUSÃO

Um ensino personalizado é definido por um conjunto de ações do instrutor para com o aluno, que proporcionam a máxima eficiência no processo de aprendizado do mesmo. Para que isso seja possível é necessário que o instrutor possua conhecimento das características particulares do indivíduo, relacionadas à forma como ele aprende ou percebe o mundo a sua volta, para que com essas informações o instrutor possa traçar uma estratégia para cada indivíduo, a qual é constantemente atualizada, ao passo que a interação instrutor-indivíduo é estabelecida. Acreditamos que isso pode ser alcançado, mais facilmente, através de um sistema tutor implementado com Ontologia e SWRL. De acordo com os resultados da pesquisa, as estratégias propostas, baseadas nas teorias de aprendizagem citadas acima e nos estilos de aprendizagem definidos por Feldman e Sloman, apresentaram uma boa resposta, sendo que as estratégias definidas na Tabela 1 não são absolutas, ou seja, pode-se elaborar variações das mesmas, sem fugir do objetivo e aplicação das táticas. Esta pesquisa apresenta uma confirmação preliminar das teorias de aprendizagem e do trabalho Felderman e Sloman, agregando confiabilidade e segurança aos mesmos, o que permite aos pesquisadores da área produzir modelos de aluno cada vez mais elaborados.

## 8. REFERENCIAS

[1] Antoniou, G. and Harmelen, F. V. (2004). A Semantic Web Primer. MIT Press.  
 [2] Baader, F., Horrocks, I., Sattler, U. (2008). Description Logics. In van Harmelen, F., Lifschitz, V., and Porter,

B., editors, Handbook of Knowledge Representation, chapter 3, pages 135–180. Elsevier.  
 [3] Bechhofer, S., van Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D. L., Patel-Schneider, P. F., Stein, L. A. (2004). OWL Web Ontology Language reference. W3C Recommendation. Disponível em <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.  
 [4] Bittencourt, Dênia Falcão (1999). A Construção de um Modelo de Curso "Lato Sensu" Via Internet - A Experiência com o Curso de Especialização para Gestores de Instituições de Ensino Técnico UFSC/SENAI. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta99/denia/>, ultimo acesso em agosto de 2013.  
 [5] Chang, C.-L., Lee, R. C.-T. (1997). Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving. Academic Press, Inc., Orlando, FL, USA, 1st edition.  
 [6] Costa, Rosa M. E. M., Santos, N., Rocha, Ana R. C. (1997). Diretrizes Pedagógicas para Modelagem de Usuário em Sistemas Tutoriais Inteligentes. Universidade Federal do Rio de Janeiro: <http://www.c5.cl/tise97/trabajos/trabajo11/>, ultimo acesso em 15 de julho.  
 [7] Felder, R. M. and Brent, R. (2005). Understanding student differences. Journal of Engineering Education, 94:57–72.  
 [8] Giraffa, L. M. M., Vicari, R. M. (1998). The use of agents techniques on intelligent tutoring systems. In SCCC, pages 76–83.  
 [9] Graf, S., Viola, S. R., Leo, T. (2007). In-depth analysis of the felder-silverman learning style dimensions. Journal of Research on Technology in Education, pages 79–93.  
 [10] Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 5(2):199–220.  
 [11] Henze, N., Dolog, P., Nejd, W. (2004). Reasoning and ontologies for personalized e-learning in the semantic web. Educational Technology & Society, 7:82–97.  
 [12] Hitzler, P., Krotzsch, M., Rudolph, S. (2009). Foundations of Semantic Web Technologies. Chapman & Hall/CRC.  
 [13] Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosof, B., Dean, M. (2004). SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML. W3C Member Submission. Disponível em <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.  
 [14] Pozo, J. I. (1998). Teorias Cognitivas da aprendizagem. Artmed, Porto Alegre, 3 edition.  
 [15] Soloman, B. A. and Felder, R. M. Index of learning styles questionnaire. Disponível em <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>. Acessado em junho de 2013.  
 [16] Zaina, L., Bressan, G., Cardieri, M. A., Júnior, J. F. R. (2012). e-lors: Uma abordagem para recomendação de objetos de aprendizagem. Revista Brasileira de Informática na Educação, 20(1).  
 [17] R. M. Felder, K. L. Silverman (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. Journal of Engineering Education. 78 (7): 674-681.