

doi 10.46943/X.CONEDU.2024.GT19.006

CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM CONSIDERANDO A TAXONOMIA DE BLOOM

Pablo Roberto Fernandes de Oliveira¹

RESUMO

Alguns Ambientes Virtuais de Aprendizagem utilizam objetos de aprendizagem para facilitar o ensino-aprendizagem, proporcionando interatividade e recursos variados. A construção desses objetos deve ter objetivos educacionais bem definidos, que podem ser alinhados à taxonomia de Bloom para melhor avaliar os alunos em diferentes níveis de aprendizagem. O uso de novas tecnologias e metadados em repositórios pode otimizar esse processo, mas, em alguns casos, os metadados são insuficientes, necessitando de ontologias para uma representação mais semântica e detalhada. Este trabalho apresenta uma ontologia que classifica objetos de aprendizagem conforme os níveis da taxonomia de Bloom, permitindo uma melhor organização dos objetivos educacionais e dos usuários. A ontologia foi desenvolvida com a ferramenta *Protegé* e validada com o motor de inferência *FaCT++*, sendo integrada a um jogo virtual para teste de aplicação em um contexto real. Um estudo de caso com pedagogos revelou que a ontologia ajudou na classificação dos objetos de aprendizagem e no progresso dos alunos, recebendo avaliações positivas. Essa abordagem não apenas facilita a gestão dos recursos, mas também potencializa a personalização da aprendizagem, promovendo um ambiente mais dinâmico e eficaz.

Palavras-chave: Ontologia, Objetos de Aprendizagem, Taxonomia de Bloom.

¹ Mestre do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Centro Universitário Unifip - UNIFIP, pablorobertofernando@gmail.com

INTRODUÇÃO

Ambientes virtuais de aprendizagem utilizam diversos recursos para apoiar o processo de ensino-aprendizagem, incluindo objetos de aprendizagem. Segundo o padrão IEEE, objetos de aprendizagem são entidades, digitais ou não, que podem ser reutilizadas em tecnologias educacionais, como textos, imagens e vídeos (ASHLEY et al. 2008 apud PARAMARTHA et al. 2014). É essencial que, ao construir esses objetos, os professores definam objetivos educacionais claros para auxiliar na avaliação do aprendizado dos alunos.

Os objetivos educacionais são fundamentais para a aprendizagem dos alunos, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe aprendizagens essenciais para o desenvolvimento de competências (BRASIL, 2016). A taxonomia de Bloom, como apresentada por Lika e Ribeiro (2018), é uma ferramenta eficaz para definir esses objetivos, permitindo a evolução gradativa da demanda cognitiva dos alunos em contextos presenciais e virtuais.

O Mapa de Conteúdo e Mapa de Dependência são ferramentas que incentivam a utilização de objetivos educacionais na criação de conteúdos em ambientes virtuais (LIMA, 2009). A taxonomia de Bloom (BLOOM et al. 1956) abrange três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor, com comportamentos e verbos que ajudam na avaliação e aprendizado. A correta classificação de objetos de aprendizagem em relação aos objetivos educacionais é crucial, especialmente em ambientes virtuais onde a interação com esses recursos é frequente (COSTA; LUZ, 2015).

A problemática identificada é como auxiliar a dinâmica da aprendizagem em ambientes virtuais através da classificação dos objetos de aprendizagem com base nos objetivos educacionais, utilizando a taxonomia de Bloom. É vital que os objetivos instrucionais sejam bem definidos, pois objetivos mal elaborados podem comprometer o aprendizado (FERRAZ; BELHOT, 2010). Bettio e Martins (2004 apud AUDINO, 2012) afirmam que um objeto de aprendizagem deve indicar claramente o que o aluno pode aprender.

A integração de novas tecnologias pode otimizar a criação e gerenciamento de objetos de aprendizagem, permitindo a interação com repositórios através de metadados. Contudo, em alguns casos, esses metadados são insuficientes para representar semanticamente a taxonomia de Bloom, demandando o uso de ontologias (JEBALI; FARHAT, 2013). Metadados semânticos ajudam a

catalogar objetos de aprendizagem em repositórios para recuperação e uso em sistemas computacionais (MENOLLI et al. 2012).

Ontologias são estruturas de conhecimento que definem relações entre termos e são úteis para organizar informações e gerenciar objetos de aprendizagem (BENNERS-LEE, 2001; KÚCK, 2004). Elas melhoram a expressividade dos dados e reduzem ambiguidade, servindo para definir e descrever domínios de objetos, como os de aprendizagem e a taxonomia de Bloom (ISOTANI e BITTENCOURT, 2015; SILVA, 2017). Ambientes virtuais, como jogos educacionais, utilizam ontologias para modelar a aprendizagem dos alunos (BOTELHO; PIRES, 2008).

A definição clara de objetivos educacionais é essencial na educação, pois garante que o processo educativo promova mudanças efetivas nas condutas dos alunos (FERRAZ; BELHOT, 2010). Diante desse cenário, é necessária a criação de um software que auxilie no gerenciamento de objetos de aprendizagem, oferecendo a semântica necessária para os metadados e permitindo o acompanhamento do aprendizado com a taxonomia de Bloom.

Este estudo tem como objetivo geral desenvolver uma ontologia para objetos de aprendizagem e a taxonomia de Bloom, visando auxiliar a dinâmica da aprendizagem em ambientes virtuais. Os objetivos específicos incluem realizar uma revisão sistemática sobre ontologias, desenvolver e validar a ontologia, além de avaliar sua utilidade e usabilidade em um estudo de caso. O contexto de aplicação da ontologia é um jogo virtual que também funciona como ambiente de aprendizagem, promovendo a correta classificação de objetos e alunos.

METODOLOGIA

Foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre objetos de aprendizagem e a Taxonomia de Bloom, com o objetivo de identificar métodos, ferramentas, linguagens, conceitos e características presentes nas ontologias dos estudos analisados. Com base nos resultados da RSL, a ontologia foi desenvolvida utilizando o editor Protégé (PROTEGE, 2017), levando em consideração as ferramentas pedagógicas Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências para determinar seu domínio. A aplicação e validação da ontologia ocorreram na ferramenta K-hunters (SILVA, 2018), exigindo modificações na ferramenta para cadastro e gerenciamento de objetos de aprendizagem, além da inclusão de dois agentes ao Sistema Multiagente (SMA).

Todo o processo metodológico foi orientado por questões de pesquisa sob a perspectiva do Design Science (HEVNER et al., 2004). Conforme Weringa (2008), a pesquisa começa com uma questão geral (QGP), que é desmembrada em questões secundárias, permitindo um enfoque mais detalhado nas áreas de interesse. Esse framework metodológico guiou o desenvolvimento da ontologia e a realização de um estudo de caso com professores formados em pedagogia, visando a eficácia da ontologia na prática educacional.

- **QGP** - Como uma ontologia para classificar objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom e ainda possibilitar a classificação do aluno que os utiliza pode ser estruturada.

Relacionadas à questão geral de pesquisa apresentada anteriormente, seguem as seguintes questões secundárias de pesquisa (QSP):

- **QSP1** – Quais são as propriedades necessárias para a classificação correta dos objetos de aprendizagem na taxonomia de Bloom?
- **QSP2** – Como estabelecer a dependência entre os objetos respeitando a hierarquia da taxonomia?
- **QSP3** – Como classificar a aprendizagem cognitiva gradativa do aluno para determinado conteúdo a partir da sua interação com os objetos de aprendizagem?
- **QSP4** – Como avaliar a efetividade da ontologia para ambientes virtuais de aprendizagem na perspectiva da taxonomia de Bloom?

Para esta pesquisa, utilizou-se a metodologia do guia 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001), que utiliza passos iterativos para a construção de uma ontologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ontologia desenvolvida neste trabalho foca na taxonomia de Bloom, especialmente no domínio cognitivo, com o objetivo de classificar objetos de aprendizagem com base em suas características, como comportamento e verbo. Além disso, busca verificar as dependências entre os objetos conforme os níveis da taxonomia, utilizando o Mapa de Dependência. Classificados, os objetos de

aprendizagem possuem propriedades que permitem inferir o nível cognitivo do usuário, facilitando a avaliação do aprendizado.

O contexto de aplicação da ontologia é em ambientes virtuais de aprendizagem, que utilizam objetos de aprendizagem para ajudar os alunos a atingir objetivos educacionais. O jogo K-hunters (Figura 1), utilizado para validar a ontologia, é um exemplo de ambiente virtual onde os alunos aprendem por meio de objetos de aprendizagem. Desenvolvido em parceria entre a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), o projeto visa minimizar o isolamento de crianças com espectro autista (TEA) e promover a aprendizagem. K-hunters é um jogo sério em 3D que utiliza geolocalização, realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA), apresentando monstros virtuais associados a objetos de aprendizagem, e pode ser jogado em dispositivos móveis com GPS (SILVA, 2018).

Baseado na figura 2 notamos que o jogo possui um site de gerenciamento, local onde os especialistas cadastram os alunos e os objetos de aprendizagem que serão acessados pelo usuário do aplicativo. Deste modo, são armazenados o conhecimento dos dados inseridos em ontologias, bem como os dados dos objetos de aprendizagem e dos usuários ficam armazenados na base de dados. Além disso a ferramenta possui um sistema de multiagentes para comunicação com a base de dados semânticos.

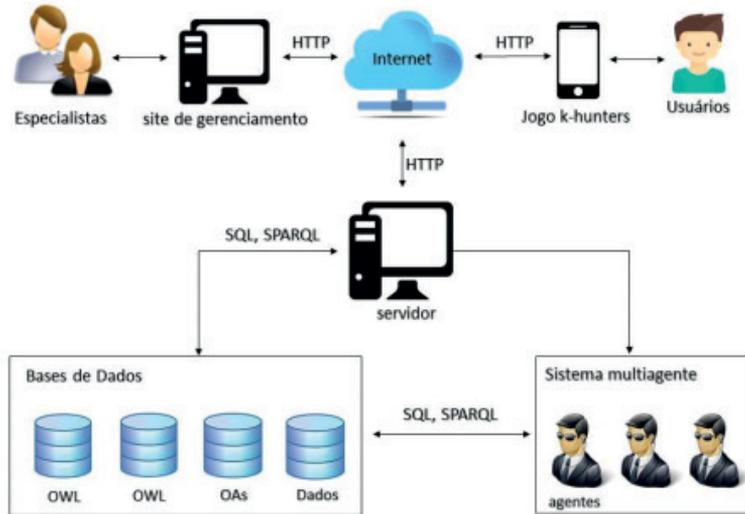
Figura 1: Interface K-hunters - jogador



Fonte: Silva (2018)

Para compreendermos melhor o funcionamento do jogo, a Figura 2 a seguir apresenta a arquitetura da ferramenta K-hunters.

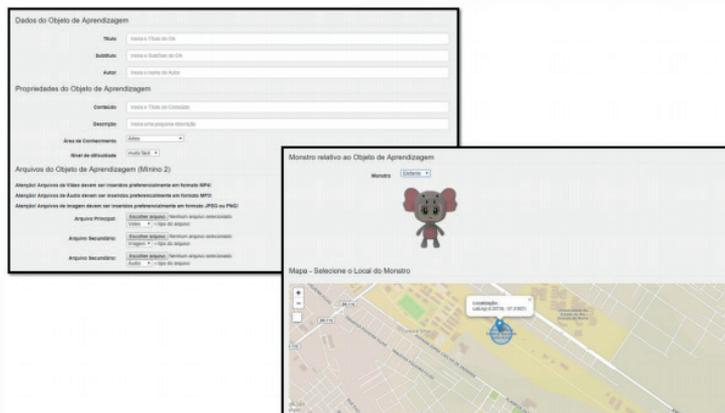
Figura 2: Arquitetura do K-hunters



Fonte: Silva (2018).

A aplicação se comunica com o repositório de objetos de aprendizagem buscando os objetos nele contidos. O formato de OAs adotado é o REA (Recursos Educacionais Abertos) no padrão genérico proposto por Souza, Mendes Neto e Muniz (2013). Este formato apresenta metadados que contextualizam os REA para ambientes como o E-learning (SILVA, 2018). A figura 3 a seguir apresenta a tela de cadastro do objeto de aprendizagem:

Figura 3: Tela de cadastro do OA



Fonte: Silva (2018).

O especialista insere as informações que compõem os objetos de aprendizagem nos repositórios, carrega o objeto de aprendizagem – vídeo, texto, imagem, etc – e em seguida escolhe o monstro a que estará associado o objeto de aprendizagem e a sua localização. O especialista também pode inserir alguma pergunta sobre o conteúdo do objeto de aprendizagem. A figura seguinte demonstra como o usuário final interage com o objeto de aprendizagem.

A contribuição da ontologia para objetos de aprendizagem deste trabalho para a ferramenta K-hunters diz respeito à classificação dos objetos de aprendizagem, considerando a taxonomia de Bloom. Para tanto, algumas funcionalidades foram adicionadas à ferramenta. Outrossim, além de classificar os objetos, a ontologia também permite a classificação do usuário final em uma das categorias do domínio cognitivo da taxonomia, considerando o objeto de aprendizagem acessado e a avaliação.

Figura 4: Interação do usuário K-hunters



Fonte: Silva (2018).

A ferramenta K-hunters utiliza uma base de dados composta pela base MySQL² e as ontologias. A base ontológica trata-se do servidor de ontologias *Apache Jena Fuseki*, um servidor de dados RDF provido e mantido pela Apache (APACHE, 2017). Nele estão inseridas as ontologias do K-hunters e foi onde a ontologia desta pesquisa também foi inserida.

Para a utilização da ontologia deste trabalho pela ferramenta K-hunters, foram necessárias algumas alterações, primeiro na interface da ferramenta

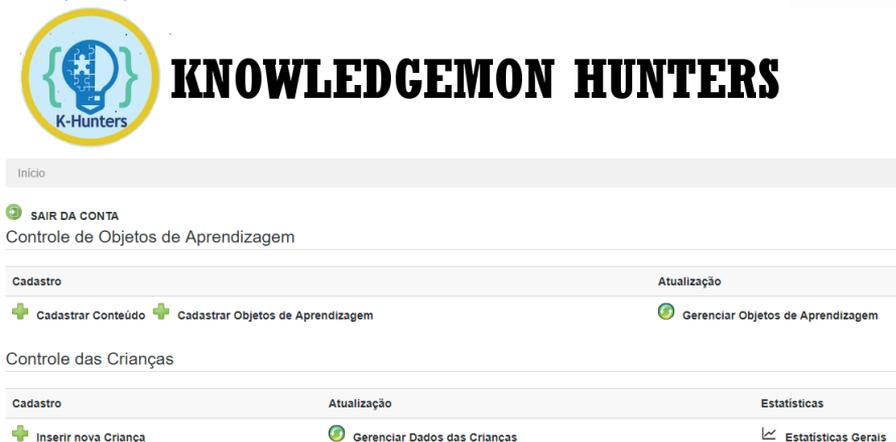
2 Um banco de dados com a maioria dos serviços gratuitos. Disponível em: <https://www.mysql.com/>

e depois na entrada dos dados relacionados à inserção dos objetos de aprendizagem.

Inicialmente precisou-se organizar o cadastro dos objetos de aprendizagem por meio de seu conteúdo. Tendo em vista a progressão cognitiva da taxonomia para um determinado conteúdo. A figura 5 apresenta a interface alterada da ferramenta para a inserção do conteúdo.

A opção “Cadastrar Conteúdo” foi adicionada à ferramenta. Desta forma o professor só poderia inserir um objeto de aprendizagem, caso já exista um conteúdo cadastrado. Clicando na opção “Cadastrar Objetos de Aprendizagem” o professor é direcionado para a tela onde se encontra o conteúdo cadastrado pelo mesmo como demonstra a figura 6.

Figura 5: Tela principal do K-hunters



Fonte: Silva (2018), adaptada.

Como pode ser visto na figura 6, o professor agora pôde cadastrar objetos de aprendizagem para o conteúdo cadastrado por ele. Essa funcionalidade foi necessária para a utilização do conhecimento da ontologia considerando a taxonomia de Bloom, visto que a mesma organiza os objetos de aprendizagem em níveis e precisa identificar o conteúdo a que pertence determinado objeto de aprendizagem, verificando também a dependência do mesmo para garantir a correteude dos dados.

Figura 6: Tela da lista de conteúdos na ferramenta K-hunters

 INÍCIO

Lista de Conteúdos

ID	CONTEÚDO	OPERAÇÃO
5	agua	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem
6	Leitura e escrita	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem
7	vogais	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem
8	Dengue	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Figura 7: Parte da tela de cadastro alterada para inserir o objetivo educacional do OA.

Comportamentos:

Nível 1: recordar reconhecer

Nível 2: traduzir compreender aplicar

Nível 3: usar resolver

Nível 4: distinguir classificar relacionar

Nível 5: criar classificar combinar

Nível 6: apreciar avaliar criticar

Verbos:

Nível 1: escreva liste mostre tabule tabule enumere copie selecione nomeie diga defina reproduza relate identifique cite coloque

Nível 2: explique associe distinga estenda estimule agrupe sumarie converta discuta resuma traduza ordene diferencie descreva interprete ilustre

Nível 3: use compute resolva aplique calcule termine experimente demonstre descubra determine tome

Nível 4: analise classifique categorize compare contraste reduza arranje conserte divida priorize indique diagrame discrimine separe

Nível 5: crie proponha formule modifique substitua integre reorganje adapte reescreva antecipe comple

Nível 6: julgue argumente avalie recomende explique justifique decida teste conclua

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Ao clicar na opção “Cadastrar Objeto de Aprendizagem” mostrada na figura 6, o usuário é direcionado para a tela de cadastro do objeto de aprendizagem. Porém, para a obtenção dos dados relacionados aos objetivos educacionais foi adicionado à interface as opções apresentadas na figura 7.

Para auxiliar no processo de definição do objetivo educacional, são apresentadas as opções relacionadas aos verbos e comportamentos da taxonomia de Bloom. Desta forma garantimos que as informações necessárias para a classificação dos objetos de aprendizagem pela ontologia fossem inseridas.

Posterior ao cadastro do objeto de aprendizagem, clicando no botão “Listar Objetos de Aprendizagem” o professor poderá gerenciar os objetos de aprendizagem já cadastrado pelo mesmo. A opção “Dependência” (Figura 8) foi inserida para que o professor informasse a qual objeto de aprendizagem o atual selecionado depende. Fez-se necessário esta opção para estabelecer a depen-

dência entre os objetos de aprendizagem, pois a ontologia classifica os objetos considerando também a dependência dos mesmos.

Na figura 8, o objeto de aprendizagem de número 27 possui a classificação da taxonomia relacionado ao nível Conhecimento, isso porque este nível é o mais baixo na hierarquia e não depende de nenhum anterior a ele, logo, o sistema classificou o mesmo neste nível a partir do conhecimento ontológico. Entretanto, o objeto de número 28 não está classificado por não ter sido inserida a dependência do mesmo naquele momento. Vale salientar que no ato de inserir a dependência o sistema apenas exibe objetos de aprendizagem do nível anterior ao que se pretende inserir a dependência, evitando inconsistência nos dados inseridos na base ontológica.

Figura 8: Tela com a lista de Objetos de Aprendizagem do K-hunters



ID	TÍTULO	AUTOR	TAXONOMIA	COMPORTAMENTO	VERBO	CONTEÚDO	OPERAÇÃO
27	Conjunto dos números naturais 1	Júlio Pereira	conhecimento	reconhecer	diga	Conjuntos	<ul style="list-style-type: none"> Alterar Objeto de Aprendizagem Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem Definir Hipermidia Dependência
28	Quanto valho	Júlio Pereira		compreender	associe	Conjuntos	<ul style="list-style-type: none"> Alterar Objeto de Aprendizagem Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem Definir Hipermidia Dependência

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Para o objeto de número 28, por exemplo, a tela apresentada na figura 9 mostra as opções de dependência, que no caso é o objeto do nível anterior, que para este exemplo é o objeto de número 27.

Como característica dos objetos de aprendizagem tem-se a reutilização. Neste caso, o professor pode reutilizar objetos de aprendizagem já cadastrados na ferramenta, no momento de estabelecer a dependência.

Figura 9: Tela para adicionar dependência entre os objetos de aprendizagem



ID	TÍTULO	TAXONOMIA	OPÇÃO
27	Conjunto dos números naturais 1	conhecimento	<input type="radio"/> Selecionar

[Definir Dependência](#)

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Outras alterações na interface dizem respeito a exibição dos dados após o sistema classificar os objetos de aprendizagem e a aprendizagem dos alunos, a partir do conhecimento e utilização da ontologia deste trabalho. No decorrer do próximo tópico estas alterações poderão ser identificadas.

A partir da figura 10, pode-se observar a classificação correta dos objetos de aprendizagem no sistema considerando seu verbo e comportamento. O objeto de aprendizagem, cujo ID na imagem é 30, possui o verbo “lista” e o comportamento “reconhecer”. A partir destas informações o sistema pôde, através do conhecimento ontológico classificar o objeto no nível Conhecimento da taxonomia de Bloom.

Figura 10: Tela a lista e classificação dos objetos de aprendizagem do K-hunters

INÍCIO

Lista de Objetos de Aprendizagem

ID	TÍTULO	AUTOR	TAXONOMIA	COMPORTAMENTO	VERBO	CONTEÚDO	OPERAÇÃO
30	vogais	Margareth	conhecimento	reconhecer	lista	Leitura	<ul style="list-style-type: none"> Alterar Objeto de Aprendizagem Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem Definir Hipermidia Dependência
31	Formar palavras	Margareth	compreensão	compreender	interprete	Leitura	<ul style="list-style-type: none"> Alterar Objeto de Aprendizagem Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem Definir Hipermidia Dependência

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Para a classificação do objeto de aprendizagem de ID 31 no nível Compreensão da taxonomia, o sistema verificou a dependência deste objeto de aprendizagem através do SMA e da ontologia. No exemplo da figura 10 o objeto de aprendizagem 31 dependia do objeto de aprendizagem 30, além disso possuía o objetivo educacional – verbo e comportamento – do nível 2 da taxonomia. Logo, foi possível classificar estes objetos de maneira correta para o conteúdo “Leitura”.

A próxima análise dos resultados da integração da ontologia ao sistema K-hunters, foi com relação à classificação do aluno em um dos níveis da taxonomia. Para esta classificação, primeiramente verifica-se a interação do aluno com determinado objeto de aprendizagem, depois, se o mesmo respondeu corretamente à questão inserida pelo professor para avaliar a aprendizagem do aluno.

Como exemplo do funcionamento desta classificação, a figura 11 apresenta a questão inserida por um dos participantes do estudo de caso para o

objeto de aprendizagem 30 (Figura 10). Esta tela é aberta após clicar na opção “Listar Perguntas deste Objeto de Aprendizagem” (Figura 11).

O acompanhamento da aprendizagem do aluno no K-hunters pode ser visto através o botão “Gerenciar dados das crianças”, cujas opções são apresentadas na figura 12.

Figura 11: Tela de apresentação de um enunciado de uma pergunta no K-hunters

Lista de Perguntas

ID	ENUNCIADO	OPERAÇÃO
25	Liste a sequência correta das iniciais das figuras do lado esquerdo	 Editar Pergunta  Excluir Pergunta

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Clicando na opção “Acompanhar Aprendizado” o professor pode observar os objetos de aprendizagem que o aluno interagiu e observar o seu desempenho sobre aquele conteúdo. A figura 13 mostra a tela de acompanhamento da aprendizagem.

O botão “Classificação” foi adicionado a esta interface para que o professor verificasse a classificação do aluno, considerando o nível da taxonomia estabelecido para aquele objeto de aprendizagem que o aluno interagiu.

Figura 12: Tela com a lista de crianças cadastradas no K-hunters

 INÍCIO

Lista de Usuários Cadastrados

ID	NOME	SEXO	IDADE	OPERAÇÃO
25	Maria	F	5	 Alterar Cadastro  Remover Cadastro  Acompanhar Aprendizado
26	Pedro	M	6	 Alterar Cadastro  Remover Cadastro  Acompanhar Aprendizado
34	José Neto	M	7	 Alterar Cadastro  Remover Cadastro  Acompanhar Aprendizado

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Para os dados apresentados na figura 13, temos o aluno José Neto – inserido por um dos professores que participaram do estudo de caso – que “capturou” dois objetos de aprendizagem de ID 30 e 31, respectivamente. Ao

clicar no botão classificação para o objeto de aprendizagem de ID 30, o professor é direcionado para a página apresentada na figura 14.

Figura 13: Tela de acompanhamento da aprendizagem no K-hunters

Dados Pessoais							
ID	NOME	SEXO	IDADE	NÍVEL DE AUTISMO			
34	José Neto	M	7				

Conteúdos Capturados							
ID	TÍTULO	CONTEÚDO	DOMÍNIO	DESCRIÇÃO	HIPERMÍDIA ATUAL	TAXONOMIA	OPERAÇÃO
30	vogais	Leitura	Língua Portuguesa	aprendendo as vogais	Texto	Classificação	Alterar Hiperímídia
31	Formar palavras	Leitura	Língua Portuguesa	preencha com a vogal correta	Hiperímídia Padrão	Classificação	Alterar Hiperímídia

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Na figura 14, na parte superior da tela apresentada, o aluno foi classificado para o objeto de ID 30 no nível Conhecimento da taxonomia. Isso porque o mesmo interagiu com o objeto de aprendizagem e acertou a questão associada ao objeto. Para o objeto de aprendizagem de ID 31, o aluno só seria classificado caso acertasse a resposta da questão associada ao objeto e houvesse interagido e sido classificado no objeto de aprendizagem da dependência anterior. Como apresenta a figura, o aluno foi classificado no nível Compreensão para o objeto de ID 31.

Figura 14: Tela com a classificação taxonômica do aluno no K-hunters

Taxonomia de Bloom: acompanhamento do aprendiz				
Objeto Capturado				
ID	TENTATIVAS	ACERTOS	TAXONOMIA	OPERAÇÃO
30	1	1	conhecimento	☰ Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem

Taxonomia de Bloom: Conteúdo Leitura				
ID	TENTATIVAS	ACERTOS	TAXONOMIA	OPERAÇÃO
30	1	1	conhecimento	📄 Alterar Objeto de Aprendizagem
31	1	1	compreensão	📄 Alterar Objeto de Aprendizagem
32	1	1	aplicação	📄 Alterar Objeto de Aprendizagem
33	1	0		📄 Alterar Objeto de Aprendizagem
34	0	0		📄 Alterar Objeto de Aprendizagem
35	0	0		📄 Alterar Objeto de Aprendizagem

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Na parte inferior da tela apresentada na figura 14, temos todos os objetos do conteúdo “Leitura” sendo apresentados, percebe-se que o conteúdo possui seis objetos de aprendizagem representando cada um dos níveis da taxonomia. Isso demonstra que o aluno “capturou” todos os objetos de aprendizagem deste conteúdo, tendo sido ainda classificado no nível Aplicação para o objeto de ID 32. Porém, para os objetos de aprendizagem de ID 33, 34 e 35 não existe a classificação, isso porque o aluno não tentou, ou acertou a atividade associada ao objeto. Lembrando que a classificação também considera a dependência dos objetos. Logo, o aluno só estaria no nível Compreensão para o conteúdo, caso tivesse sido classificado também no nível Conhecimento do mesmo conteúdo.

Observa-se assim que a ontologia auxilia no processo de classificação do aluno na ferramenta K-hunters que busca a interação do aluno com um objeto, depois verifica a classificação do objeto, a dependência do mesmo, e por fim verifica se o aluno já foi classificado no objeto desta dependência. Tendo realizado essas verificações, o aluno é classificado no novo nível.

Observou-se que a integração da ontologia ao contexto de aprendizagem do K-hunters sob a perspectiva da taxonomia de Bloom demonstrou a utilidade da mesma para classificar objetos de aprendizagem e também do aluno. No próximo capítulo é apresentado o estudo de caso realizado a fim de observar a utilidade deste trabalho em um contexto real, com a utilização do sistema ao qual a ontologia foi integrada por professores pedagogos.

ESTUDO DE CASO

Como forma de observar a aplicabilidade da ontologia e da proposta desta pesquisa por meio da ferramenta K-hunter, a pesquisa ainda utilizou um estudo de caso para obter a opinião de pedagogos, que são potenciais usuários de ferramentas que proporcionem o contexto de aprendizagem representado pela ontologia deste trabalho.

Como define Gil (2002), estudo de caso é a investigação de um objeto de pesquisa dentro de seu contexto real, podendo o pesquisador definir quatro fases para o desenvolvimento do estudo: a) delimitação do estudo; b) coleta de dados; c) seleção, análise e interpretação dos dados; e d) escrita do relato. Apresentamos algumas seções que versam sobre essas fases.

a. Delimitações do Estudo

O estudo começou com a definição do público-alvo e do método, convidando dez professores de pedagogia, dos quais oito participaram. A ferramenta K-hunters (<http://les.ufersa.edu.br/khunters>) foi apresentada, permitindo que os professores acessassem o site e utilizassem o aplicativo para cadastrar objetos de aprendizagem sobre temas como Água, Dengue e Leitura/Escrita, simulando a experiência de alunos. Em seguida, foi introduzida a taxonomia de Bloom, e os professores planejaram uma trilha de aprendizado, definindo objetivos educacionais e cadastrando objetos em três níveis da taxonomia. Cada professor criou perguntas e gerenciou as classificações, monitorando a aprendizagem dos alunos virtuais. A fase final incluiu um questionário de 20 minutos para capturar as percepções dos professores sobre a integração da ontologia na ferramenta, focando na classificação taxonômica e no acompanhamento da aprendizagem.

b. Coleta e Análise dos Dados

Utilizou-se a escala de Likert³ na formulação da maioria das questões do questionário para avaliar o nível de concordância, discordância ou neutralidade diante das questões. Considerou-se cinco pontos de escolha que mais se aproximasse da opinião do público pesquisado sobre as questões apresentadas. Sendo esses pontos: concordo totalmente, concordo parcialmente, não concordo nem discordo, discordo parcialmente e, discordo totalmente.

c. Informações profissionais dos pedagogos

Dos pedagogos participantes, quatro tinham mestrado, dois eram graduados, um especialista e um doutor, com cinco atuando no ensino superior e três na educação infantil/fundamental. A experiência docente variava, com três profissionais entre 5 e 10 anos e os demais com mais de 10 anos. Quando questionados sobre a taxonomia de Bloom e objetos de aprendizagem, 75% não haviam utilizado a taxonomia, mas a maioria já havia trabalhado com objetos de aprendizagem. Em relação ao uso de jogos digitais, 75% afirmaram já integrá-los em suas atividades, indicando uma adoção crescente de tecnologias. No

³ <https://www.netquest.com/blog/br/escala-likert>

entanto, 87% nunca haviam utilizado um sistema online para gerenciar objetos de aprendizagem com base na taxonomia de Bloom. Um dos participantes fez uma observação sobre essa situação.

“Creio que utilizar o gerenciamento de objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters articulada à taxonomia de Bloom é bastante significativo e exige do professor conhecimento sobre os componentes da prática pedagógica, especialmente da relação que deve existir entre planejamento do ensino, processo metodológico utilizado e avaliação da aprendizagem. Trabalhar com os recursos propostos pela pesquisa apresenta várias potencialidades, entretanto, para que o docente os utilize é preciso conhecê-las bem para não se correr o risco de escolher objetos de aprendizagem que não sejam coerentes com os níveis propostos pela taxonomia” (Participante D).

O comentário está alinhado com as discussões de Lika e Ribeiro (2018) e Lima (2009), que defendem a aplicação da taxonomia de Bloom na criação de conteúdo instrucional e objetos de aprendizagem com fins didáticos e pedagógicos.

d. Taxonomia de Bloom e Objetos de Aprendizagem

As perguntas relacionadas a esta seção objetivaram perceber a concordância ou não da utilização da taxonomia de Bloom para o ensino-aprendizagem, bem como para estabelecer os objetivos educacionais para objetos de aprendizagem. Absolutamente todos os participantes concordaram totalmente com as afirmações. Alguns comentários dos participantes da pesquisa são apresentados a seguir.

Concordo e reconheço que preciso estudar e compreender mais sobre o assunto, pois vejo que passar a utilizar a taxonomia junto à minha prática educativa mesmo no ensino superior poderá me auxiliar a ter mais consciência sobre o meu fazer pedagógico (Participante D).

A Taxonomia de Bloom oferece suporte para os professores construir seus objetos de aprendizagens sim, pois elencar um objetivo de aprendizagem não é uma escolha fácil, principalmente quando se trabalha com objetos de aprendizagens. São os objetivos de aprendizagem que guia pois exige um olhar atencioso das participação e registro das respostas dos estudantes em todas as etapas proposta em qualquer objeto de aprendizagem. Sendo assim, quanto o trabalho com objetos de aprendizagem é guiado por um teoria ou estrutura que auxiliem na escolha desses objetivos o tra-

balho do professor acontece com êxito e aprendizagem torna significativa (Participante G).

Os comentários dos pedagogos mostram que eles concordam e desejam aplicar a taxonomia de Bloom na criação de objetos de aprendizagem, revelando uma aceitação positiva para ferramentas que possibilitem esse gerenciamento. Um participante destacou que “os ambientes virtuais são grandes colaboradores no processo de aprendizagem, mas sem objetivos educacionais claros, podem perder sua função educativa”, ressaltando a importância de definir metas em plataformas educativas.

e. Gerenciamento dos objetos de aprendizagem no K-hunters

Esta seção de perguntas buscou identificar a contribuição da ontologia para objetos de aprendizagem e a taxonomia de Bloom, de acordo com a percepção dos usuários da ferramenta K-hunters. Os pedagogos concordaram totalmente com cinco afirmações. Um participante ressaltou a importância de definir o comportamento e o verbo para os objetos, afirmando que essa escolha é crucial para classificar conteúdos e facilitar a avaliação. Outro comentou que essa vinculação ajuda a manter o foco nos objetivos da atividade, reforçando a recomendação de Silva (2009) sobre o uso de verbos da taxonomia na avaliação. Todos os participantes concordaram que classificar objetos de aprendizagem nos níveis da taxonomia facilita a elaboração de questões de avaliação.

Sim. Essa dependência se torna um desafio para o aluno, pois para avançar de nível ele precisa ter conquistado ou conseguido o nível anterior. Assim, concordo totalmente que se crie dependência a fim de que a atividade não seja simples. É importante ressaltar que qualquer atividade ou novo nível que o aluno precisa chegar, os conhecimentos anteriores devem ser considerados, válidos e aprendidos efetivamente. Por isso que é necessário e importante essa dependência, basta o professor saber escolher conforme a realidade intelectual do discente (Participante E).

Estabelecer a dependência entre objetos de aprendizagem é fundamental para a ontologia do estudo, pois cria uma hierarquia que facilita a análise do aprendizado progressivo do aluno. Os professores apoiaram totalmente a funcionalidade de reutilização de objetos. As opiniões sobre a inserção do conteúdo antes da criação dos objetos variaram; um professor concordou parcialmente,

ênfatizando a necessidade de alinhá-lo ao objetivo desejado (Participante D), resultando em um nível de concordância considerado positivo. No que diz respeito à classificação do aluno via objetos de aprendizagem, apenas um pedagogo concordou parcialmente. O sistema utiliza a ontologia para classificar o aluno na taxonomia, levando em conta os objetos e suas dependências.

f. Requisitos atendidos

Esta seção do questionário continha quatro afirmações para avaliar se os requisitos da ontologia foram atendidos, focando em questões de competência. Todos os participantes concordaram totalmente com a correta classificação dos objetos de aprendizagem e a possibilidade de estabelecer dependências entre eles. As afirmações sobre a reutilização dos objetos e a classificação do aluno obtiveram 87,5% de concordância total e 12,5% de concordância parcial. O sistema permite que os professores reutilizem objetos cadastrados com dados atualizados, sem modificar a ontologia. Um participante destacou que “a forma como o aluno aprende pode ter variações”, indicando que a ferramenta K-hunters e a ontologia podem apoiar o planejamento pedagógico, embora a aprendizagem requeira acompanhamento contínuo..

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa objetivou criar uma ontologia para objetos de aprendizagem com base na taxonomia de Bloom, visando apoiar a classificação correta dos objetos de aprendizagem e monitorar o desenvolvimento cognitivo do aluno em ambientes virtuais. Para fundamentar a pesquisa, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, que aprofundou o conhecimento sobre ontologias, identificando ferramentas, técnicas e estudos relevantes.

Para responder às questões de pesquisa, diversas propriedades essenciais para a classificação dos objetos foram analisadas, como os verbos e comportamentos dos objetivos educacionais, conforme sugerido por Lima (2009). Essas propriedades foram integradas à ontologia com o uso das ferramentas Mapa de Conteúdo e Mapa de Dependência, respondendo à primeira e segunda questões de pesquisa (QSP1 e QSP2) e estabelecendo que a dependência entre objetos respeita a hierarquia da taxonomia de Bloom, onde apenas os objetos do nível inicial não possuem dependência.

A questão QSP3 foi abordada classificando o progresso cognitivo do aluno através de sua interação com objetos de aprendizagem. O nível do objeto de aprendizagem, a relação do aluno com o objeto, e a análise de dependência auxiliaram na classificação dos alunos em um nível da taxonomia de Bloom, permitindo avaliar o desenvolvimento cognitivo em etapas e de acordo com a interação do aluno.

Para avaliar a efetividade da ontologia em ambientes virtuais de aprendizagem (QSP4), a ontologia foi aplicada na ferramenta K-hunters, onde se mostrou útil na classificação e no monitoramento da aprendizagem. Assim, o estudo pôde responder à questão de pesquisa principal (QGP), estruturando a ontologia para classificar objetos e também classificar os alunos nos níveis da taxonomia de Bloom, com base em suas interações com os objetos.

A ontologia foi validada em um contexto real no K-hunters, demonstrando consistência e completude para o domínio proposto. O estudo de caso evidenciou seu potencial de aplicação e aceitação positiva, mostrando que a ontologia pode contribuir para o uso de objetos de aprendizagem em sistemas virtuais e apoiar a aprendizagem, facilitando a classificação e acompanhamento do desenvolvimento cognitivo dos alunos segundo a taxonomia de Bloom.

Como contribuição, a ontologia desenvolvida neste estudo organiza e classifica objetos de aprendizagem com base na taxonomia de Bloom, permitindo o acompanhamento do desenvolvimento cognitivo do aluno em ambientes virtuais. Essa estrutura hierárquica, que respeita a dependência entre objetos, facilita a classificação do aluno em níveis específicos da taxonomia à medida que ele interage com os conteúdos. Integrada à ferramenta K-hunters, a ontologia demonstrou eficácia na classificação dos objetos e no monitoramento da aprendizagem, recebendo uma avaliação positiva dos pedagogos, que reconheceram seu potencial para promover o desenvolvimento cognitivo com base em objetivos educacionais bem definidos.

Além do domínio cognitivo, a taxonomia de Bloom também inclui os domínios afetivo e psicomotor. O domínio afetivo relaciona-se a atitudes e valores, expressando aceitação ou rejeição de novos conteúdos, enquanto o domínio psicomotor abrange habilidades físicas. Como proposta futura, sugere-se incorporar esses domínios na ontologia, permitindo, por exemplo, avaliar a reação afetiva do aluno a cada objeto de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ASHLEY, K.; SCHREIBER, M.; JOHNSON, M.; ZANDI, B. Ontology-based description of an accessible learning object. Proceedings of the 4th International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA), IEEE, 2014.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The semantic web. Scientific American, v. 284, n. 5, p. 34-43, 2001.

BLOOM, B. S.; ENGLHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. Taxonomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo. Porto Alegre: Globo, 1977.

BOTELHO, R. P.; PIRES, D. F. Uso de ontologias para a representação semântica de objetos de aprendizagem. In: Companion Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Multimedia and the Web - Webmedia '08, ACM, 2008.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. 2ª versão revista. Brasília: MEC, abr. 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: mar. 2018.

COSTA, C. P. V.; LUZ, M. H. B. A. Digital learning object for diagnostic reasoning in nursing applied to the integumentary system. Revista Gaúcha de Enfermagem, v. 36, n. 4, p. 55-62, 2015.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Produção, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 420-431, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000200015. Acesso em: mar. 2018.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. B. Dados Abertos Conectados. São Paulo: Novatec, 2015.

JEBALI, B.; FARHAT, R. Ontology-based semantic metadata extraction approach. 2013 International Conference on Electrical Engineering and Software Applications, IEEE, 2013.

KÜCK, G. "Tim Berners-Lee's Semantic Web." South African Journal of Information Management, v. 6, n. 1, 2004.

LIKA, G. J. R.; RIBEIRO, L. M. O. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a sua articulação com a legislação para a formação inicial do professor de língua portuguesa. Trem de Letras, v. 3, n. 1, p. 81-108, 2018.

LIMA, R. W. Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências: ferramentas pedagógicas para uma metodologia de planejamento baseada em objetivos educacionais e sua implementação em um ambiente virtual de aprendizagem. 119 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MENOLLI, A. L. A.; REINEHR, S.; MALUCELLI, A. Ontology for organizational learning objects based on LOM standard. In: XXXVIII Conferência Latinoamericana em Informática, CLEI, 2012.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, 2001.

PROTEGE. Stanford University School of Medicine, 2017. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/>. Acesso em: Maio 2018.

SILVA, M. G. P. Proposta de uma ontologia para o gerenciamento de objetos de aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017.

SILVA, S. D. Knowledgemon Hunters: Um Jogo Sério com Geolocalização para Apoiar a Aprendizagem de Crianças com Autismo e Dificuldades de Aprendizado. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.

WIERINGA, R. Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering. Springer, 2008.