

ELABORAÇÃO DE MODELOS ROBÓTICOS BASEADO EM UMA ONTOLOGIA COM A FINALIDADE DE AUXILIAR O SISTEMA SCIENCE

Vicente Antonio da Silva Nobre¹, Silvio Roberto Fernandes de Araújo², Paulo Gabriel Gadelha Queiroz³

Resumo: No Brasil, a robótica educacional vem ganhando espaço nos ambientes escolares assumido um papel complementar na formação básica do aluno. Porém, com o decorrer do tempo, surgiram obstáculos que dificultaram a expansão da robótica educacional, como, a escassez literária, falta de investimento em material didático e infraestrutura escolar em condições precárias. Desta forma, o desenvolvimento de modelos robóticos mostrados no presente artigo teve como objetivo fomentar a atuação da robótica educacional com o intuito de combater a escassez literária e ajudar na popularização da robótica como um complemento essencial na educação básica. Para isso, se tornou necessário implementar esses modelos em um sistema que tenha uma proposta sólida e inclusiva, como, o Sistema de Geração Integrado de Planos de Aula para o Ensino apoiado por Robótica Educacional (SCIENCE). Tendo em vista isto, este artigo teve como resultado, a construção de 3 modelos robóticos que foram colocados em uma ontologia. Esta ontologia, foi criada a partir do reaproveitamento da ontologia do SCIENCE que possuía mais 6 modelos e disponibilizada por meio de uma API REST.

Palavras-chave: robótica educacional; SCIENCE; educação básica; modelos robóticos.

1. INTRODUÇÃO

Em meados dos anos de 1990, no Brasil, a Robótica Educacional (RE) começou a ser implementada como um modelo adicional na formação básica do aluno. Para Neto [1], o modelo em questão envolve a criação de um ambiente de aprendizagem, que reúne materiais de montagem, compostos por diferentes componentes interativos e controláveis por computador, por meio de um software que permite a programação das funções do protótipo de montagem. Porém, ainda por se tratar de um conceito não-recorrente, a escassez literária se torna um obstáculo que dificulta a popularização e o aprofundamento temático. Além disso, outras dificuldades como a falta de investimento em materiais didáticos, a infraestrutura das escolas e as capacitações dos professores para com a robótica educacional, foram herdadas do próprio sistema de educação brasileiro.

De acordo com a pesquisa realizada por Passos [2], é possível facilitar o trabalho do professor, fornecendo planos de aulas completos, que o guie a fazer uso dos recursos tecnológicos como ferramentas de apoio no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos escolares, por meio da Robótica Educacional. Devido a isso, a criação de projetos com propostas que visam a melhoria do cenário geral da RE, seja com a criação de materiais didáticos ou até mesmo promovendo aulas de robótica, se torna imprescindível.

O Sistema de Geração Integrado de Planos de Aula para o Ensino apoiado por Robótica Educacional (SCIENCE) foi desenvolvido com o objetivo inicial de gerar planos de aula para a utilização da robótica educacional como meio facilitador no Ensino Fundamental II [2]. O SCIENCE possibilitou a geração de novos conteúdos, por intermédio de seus colaboradores, que relacionam matérias escolares com a Robótica Educacional. Atualmente, utiliza-se o modelo de robô chamado "Robô Educador", o que de certa forma limita suas

¹ Graduando do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Departamento de Ciências Exatas e Naturais – UFERSA. E-mail: vicente_nobre@hotmail.com

² Orientador, Prof. Dr. Departamento de Computação – UFERSA. E-mail: silvio@ufersa.edu.br

³ Coorientador, Prof. Dr. Departamento de Computação – UFERSA. E-mail: pgabriel@ufersa.edu.br

possibilidades de aplicações e diversificação de questões. Com isso, por se tratar de um sistema ainda embrionário, se faz necessário a criação e adição desses novos conteúdos e modelos dentro do sistema.

Diante desse contexto, a questão de pesquisa deste estudo é “Como criar modelos robóticos com a finalidade de auxiliar o projeto SCIENCE de modo que permita a prática experimental e contato com artefatos tecnológico em sala de aula em diversas atividades/disciplinas?”

A partir desta questão, o presente artigo, pretende atingir o objetivo por meio do desenvolvimento de 3 modelos robóticos baseados em uma ontologia, na qual, fez a reutilização de classes e 6 modelos presentes na Onto-Ensinar (Ontologia do SCIENCE) e será responsável por entregar nove modelos (incluindo os 3 modelos desenvolvidos neste trabalho), suas determinadas peças, montagens e descrições.

A organização do restante do trabalho pode ser representada da seguinte forma: na seção 2, apresenta-se todas as definições e fundamentos da Robótica Educacional e Ontologia; na seção 3, encontram-se todos os procedimentos e métodos utilizados para o desenvolvimento dos modelos robóticos, ontologia e API REST; na seção 4, são apresentados os resultados obtidos da seção anterior; e na seção 5, são descritas as considerações finais deste trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Por meio deste tópico será possível entender toda a base teórica que foi utilizada para atingir o objetivo anteriormente mencionado.

Esta seção, está organizada da seguinte maneira: a subseção 2.1.1, contextualiza de modo geral, a robótica educacional e na subseção 2.1.1.1, os kits de robótica mais utilizados; na subseção 2.1.2, encontraremos toda a estrutura necessária para desenvolver e consultar uma ontologia.

2.1. Robótica Educacional

Sabe-se que a Robótica é uma ferramenta que pode ser usada para facilitar o ensino e aprendizagem utilizando as tecnologias, como por exemplo, kits de montagens e softwares de programação, em sala de aula [3]. Segundo Daltoé [4], a utilização de artefatos tecnológicos na escola possibilita um maior desenvolvimento do(a) educador(a) enquanto profissional da Educação, além de garantir aos educandos(as) o direito de alfabetização tecnológica e acesso às novas tecnologias. Essa interação, segundo Neto [1], cria uma atmosfera de interesse e envolvimento por parte dos alunos, podendo integrar-se com outras áreas do conhecimento, desenvolvendo atividades no âmbito interdisciplinar, no qual os estudantes podem vivenciar na prática os conceitos que foram vistos anteriormente em sala de aula.

Os estudos realizados por Zilli [5] e Mill [6] indicam que a Robótica Educacional pode oportunizar aos estudantes o protagonismo do aprendizado e em conformidade, Zilio [7] afirma que o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizado, amplia as possibilidades de interação dos conteúdos para além da sala de aula e os muros da escola. O mesmo autor reforça que a aprendizagem significativa pressupõe duas condições para sua concretização: o material deve ser potencialmente significativo para o estudante e o mesmo deve estar predisposto para aprender. Seguindo a mesma linha de raciocínio, nota-se que o material apresentado pelos professores deve trazer contexto significativo e proporcionar experiências com base na solução de problemas do cotidiano, é também necessário conscientizar os estudantes, desde as séries iniciais, que aprender significativamente exige esforço tanto por parte dele quanto dos professores [8].

A Robótica Educacional visa mobilizar diferentes tipos de conhecimento e habilidades por meio de seus propósitos de ensino para tornar o aprendizado mais significativo [9]. Para Ausbel, Novak e Hanesian [10], a aprendizagem significativa tem quatro vantagens importantes: primeiro, o conhecimento adquirido de forma significativa pode ser retido e lembrado por mais tempo; segundo, por causa disso o efeito de fortalecimento das estratégias de ensino melhorou a capacidade de aprender outros conteúdos de forma mais simples; em terceiro lugar, as informações por mais que sejam esquecidas, o efeito de assimilação proporciona um efeito residual em todos os conceitos relacionados; e por fim, as informações significativamente aprendidas podem ser aplicadas a uma variedade de novos problemas e ambientes.

Em sua dissertação, Zilli [5] lista as competências que podem ser desenvolvidas pelos alunos que possuem

Robótica Educacional em sala de aula:

- Envolver-se em trabalhos de pesquisa;
- Habilidades manuais e estéticas;
- Relacionamento interpessoal e relacionamento intrapessoal;
- Utilizar conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos;
- Representação e comunicação;
- Investigação e compreensão;
- Resolver problemas por meio de acertos e erros;
- Aplicar teorias formuladas em atividades concretas;
- Ser criativo em diversas situações;
- Capacidade crítica.
- Raciocínio lógico;

Por meio disso, a RE pode ser definida como um termo que é retratado por ambientes de aprendizagem capazes de reunir materiais de sucatas ou kits de montagem que possuem diversos componentes com aspectos e funcionalidades diferentes [5].

2.1.1. Kit de Robótica

Devido a prática experimental de diversas atividades da RE se faz necessária a utilização de algum kit de robótica que permite a realização destas. Atualmente, existe uma diversidade de produtos que possuem características distintas, possibilitando o acesso a todas as idades e níveis de conhecimentos. Dentre esses kits, pode ser mencionado:

- **Kit LEGO MindStorms**

O desenvolvimento da linha LEGO MindStorms é fruto de uma parceria entre o Media Lab do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e o grupo LEGO [11]. Esta linha se tornou a mais conhecida e utilizada no Brasil, no qual a RE é introduzida nas escolas com seus kits.

Este kit é constituído por um padrão tradicional que possui um conjunto de peças de diferentes materiais, mas em sua maioria plástico (tijolos cheios e vazados, eixos, engrenagens, polias, rodas e correntes) e ainda possui sensores de toque, temperatura, intensidade luminosa e ultrassônico, são controlados por um processador programável (associado como sendo o “Cérebro do Robô”). Ao longo dos anos, esta linha veio apresentando versões diferentes com características únicas, porém, manteve um certo nível de compatibilidade, como por exemplo: MindStorms NXT e o MindStorms EV3 [12].

2.2. Ontologia

Na filosofia, a ontologia é um ramo da metafísica, que envolve quais tipos de entidades existem e estão relacionadas a elas [13]. Já em Ciência da Computação, ontologias são aplicadas à modelagem, tanto em sistemas baseados em bancos de dados quanto em sistemas de representação do conhecimento [13].

Existem diversas técnicas disponíveis para a organização do conhecimento e da informação e as ontologias passaram a receber mais atenção. Diversos campos de pesquisas estudam sobre o assunto (Ciência da Computação, Filosofia e Ciência da Informação) e abrange vários domínios do conhecimento. Porém, por se tratar de um tema difuso, não se torna fácil, para alguns, entender o significado de ontologia.

Para o desenvolvimento de uma ontologia se faz necessário a construção de um projeto bem definido se tornando essencial conhecer os objetivos que se deseja atingir e também o tipo de conhecimento que ela irá representar [14]. Portanto, é necessário definir os objetivos principais, domínios de conhecimento e suas características, a fim de perceber a estrutura, capacidades e conceitos claramente definidos na ontologia. Esses métodos têm como objetivo especificar o desenvolvimento e a operação da ontologia [2].

O método *Ontology Development 101* foi proposto por Noy et al. [15], refere-se ao uso de etapas repetidas para construir ontologia. As sete etapas iterativas consideradas são:

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- Analisar a possibilidade de reutilização de ontologias;
- Listar termos importantes no campo da ontologia;
- Definição de classe;
- Definição de hierarquia de classes;
- Definir restrições de atributos de hierarquia de classes;
- A instância da ontologia deve ser definida.

As ontologias podem ter várias classificações que vão depender do autor adotado, este trabalho utiliza a classificação proposta por Guarino [16] que dividiu a ontologia em quatro tipos distintos que são eles:

- Ontologias de Alto-nível: descrevem conceitos gerais, como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc., que são independente de um determinado domínio ou problema.
- Ontologias de Domínio e de Tarefas: descrevem um vocabulário relacionado a um domínio genérico, como, por exemplo, Medicina ou Automóveis ou uma tarefa ou atividade genérica (como diagnosticar ou vender), por meio da especialização dos termos introduzidos na ontologia de nível superior
- Ontologias de Aplicação: descrevem conceitos que dependem tanto de um domínio particular e tarefa, que geralmente são especializações de ambas as ontologias relacionadas. Esses conceitos muitas vezes correspondem a funções desempenhadas por entidades de domínio durante a execução de uma determinada atividade, como unidade substituível ou componente sobressalente.

Devido às diversas classificações que as ontologias podem ter, se faz necessário, a utilização de softwares. Existem diversos editores e ferramentas que facilitam a manipulação da ontologia, dentre elas podemos citar: Protégé, OntoStudio, Apollo e TropBraid Composer [2]. Atualmente, o mais conhecido e utilizado no meio acadêmico é o Protégé, por meio dele é possível utilizar sua versão desktop que permite a construção e manipulação de ontologias, que possui mecanismos de inferência e até mesmo um sistema web (WebProtégé).

Os mecanismos de inferência também possuem uma variedade alta no mercado, são ferramentas que após serem estimuladas com solicitações predeterminadas retornam possíveis soluções e isso é importante para determinar se uma ontologia está respondendo de forma desejada, podemos citar como exemplo: Hermit, Pellet e FaCT ++ [2].

3. PROCEDIMENTOS E METÓDOS

Nesta seção, apresenta-se os recursos utilizados que podem ser divididos da seguinte maneira: na Subseção 3.1, apresenta-se o estudo inicial realizado no SCIENCE; na Subseção 3.2, descreve-se o desenvolvimento dos modelos robóticos; na Subseção 3.3, apresenta-se a criação ontologia de robôs e na Subseção 3.4, a criação da API REST.

3.1. Estudo realizado no sistema SCIENCE

Inicialmente foi realizado um estudo do sistema SCIENCE com o intuito de entender seus pontos positivos e negativos, com o objetivo de melhorar toda a sua plataforma e conteúdo. O estudo foi realizado a partir da leitura e entendimento da dissertação de mestrado desenvolvida por Passos [2], pela análise e teste da ontologia presente no sistema e pela revisão do código de programação do *backend*.

O desenvolvimento do sistema SCIENCE visa auxiliar professores de matemática a utilizar a tecnologia da RE como recurso didático. Em consequência do ideal inicial ser focado em apenas uma matéria do Ensino Fundamental II, com o estudo realizado, percebeu-se que era possível ser feita a ampliação do sistema em várias vertentes, como por exemplo: a criação de novas aulas de matérias distintas, a fragmentação da ontologia, atual do sistema, em outras menores e a criação de novos modelos robóticos. Devido a isto, este trabalho construiu novos modelos robóticos que resultaram na criação de uma nova ontologia, além disso, houve o reaproveitamento de

algumas informações (detalhadas posteriormente na Subseção 3.3.2) da ontologia do SCIENCE, a Onto-ENSINARE.

3.2. Modelos Desenvolvidos

Para o desenvolvimento dos modelos robóticos, foi utilizado o kit LEGO MINDSTORMS EV3. As estruturas dos três robôs foram contruídas com peças Lego que executaram um papel essencial para alcançar o objetivo da construção de cada um deles.

Os modelos de robôs desenvolvidos utilizando a linha LEGO MINDSTORMS® podem ser usados para fins educacionais como, por exemplo, introdução à robótica, automação, física, programação, inteligência artificial, dinâmica das máquinas, etc [17].

O primeiro robô desenvolvido foi o Printer, representado na Figura 1, que foi criado com o propósito de atender a prática proposta pela questão de Física presente no sistema SCIENCE [2], representada abaixo:

- Assunto: Ondas unidimensionais

Questão do SCIENCE: “Realize uma programação que imprima no papel uma onda unidimensional, após isso calcule o período, frequência e velocidade de propagação”.

A questão torna necessário a realização de um desenho em um papel pelo robô, que contenha o formato de uma .onda. Para isso foi essencial desenvolver um robô que conseguisse comportar uma caneta ou lápis e que tivesse um suporte que comportasse uma folha de tamanho A4. Devido a isso, o Printer utilizou 2 kits MINDSTORMS EV3 tendo peças o suficiente para o desenvolvimento de sua estrutura robusta. As suas principais peças utilizadas foram:

- 2 Servo motor

Um deles permite a movimentação da folha, tendo assim um movimento vertical que pode ser representado como “movimento em Y” se compararmos com o plano cartesiano. O outro servo motor permite o movimento horizontal da caneta sendo representado como “movimento em X”.

- 1 Motor Médio

O motor médio permite o ajuste da caneta no papel, sendo representado como “movimento em Z”. O ajuste da caneta é essencial para determinar a pressão que exerce sob o papel e conseguir liberar tinta suficiente para atingir seu objetivo que é determinado pela questão, em que, o robô será utilizado.

- 1 Sensor de Cor

O sensor de cor permite o aumento de informações captadas que permite a programação ser mais objetiva, com isso, é possível detectar a entrada do papel no suporte quando é programado para o sensor ler a cor branca (cor do papel).

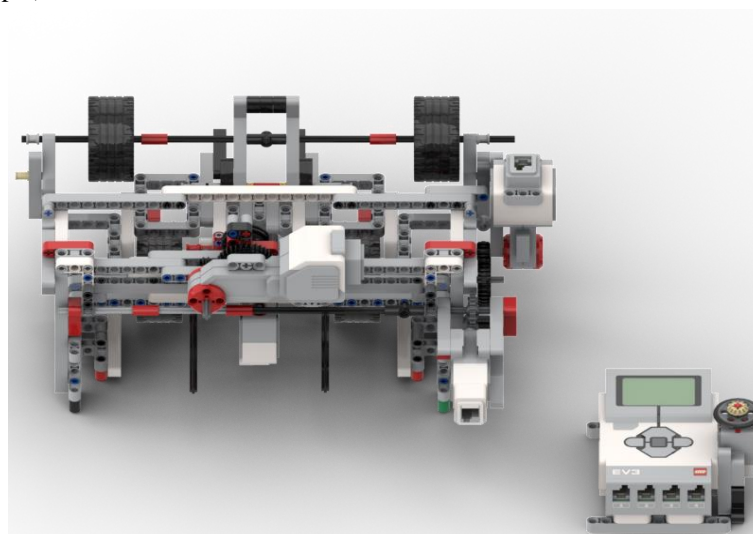


Figura 1 – Robô Printer. (Studio 2.0)

O segundo robô desenvolvido foi o Ball Launcher, representado na Figura 2, teve como ponto de partida a ideia central de uma questão presente no SCIENCE [2] a qual consiste lançar uma bolinha. Para isso, necessitou-se de uma estrutura simples, eficaz, robusta e que contivesse um anexo capaz de arremessar a bolinha a uma distância considerável. A questão de física tinha como assunto o lançamento horizontal e seu principal objetivo é calcular a altura máxima em que o objeto lançado alcançou, isto se dá com a medição entre o ponto de partida e o de aterrissagem.

As principais características do Ball Launcher são:

- Sua base é idêntica ao Robô Educador, a qual é o robô mais básico da LEGO MINDSTORMS mas possui pontos fortes como: ser compacto, facilidade na conexão de anexos e possui uma estrutura firme.
- Seu anexo, responsável pelo arremesso da bolinha, permite o ajuste da angulação com isso é possível obter uma variedade de resultados. Isso se deve a um motor médio centralizado que admite uma estrutura capaz de mudar o ângulo e se manter estável.

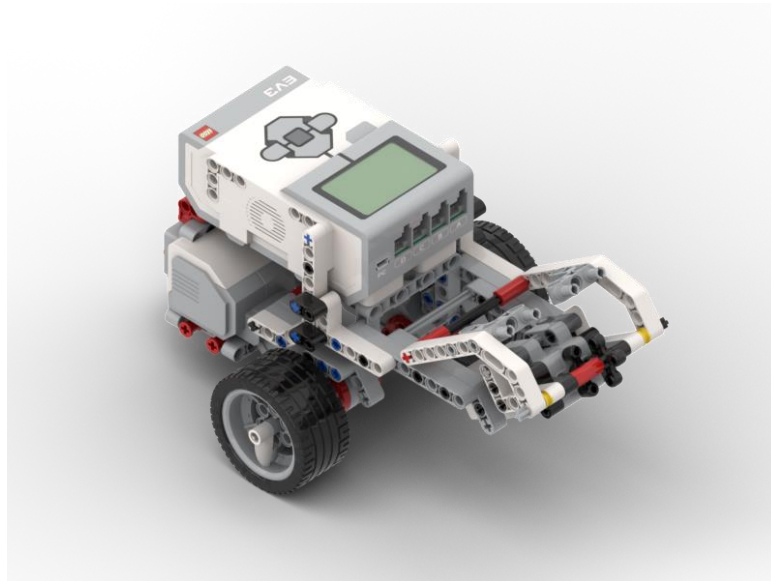


Figura 2 – Robô Ball Launcher. (Studio 2.0)

O terceiro modelo desenvolvido foi o robô Cartesian, representado na Figura 3, foi construído com o intuito de representar o plano cartesiano, para isso necessitou-se de uma estrutura capaz de realizar movimentos horizontais e verticais em um plano. O Cartesian também é capaz de realizar algumas questões presente no SCIENCE [2] devido a sua versatilidade.

As suas principais características são:

- Sua base é semelhante ao Robô Educador, robô tradicional da LEGO MINDSTORMS, na qual possui bons aspectos como: boa estabilidade, compacto e facilidade com a adição de anexos.
- Possui um anexo na parte frontal que permite o acoplamento de uma estrutura capaz de comportar uma caneta que pode ser fixada com elástico nos pinos conectores.
- O mesmo anexo, possui um motor médio centralizado e na horizontal que permite, por meio das engrenagens e esteira, o deslocamento horizontal da estrutura responsável por segurar a caneta.

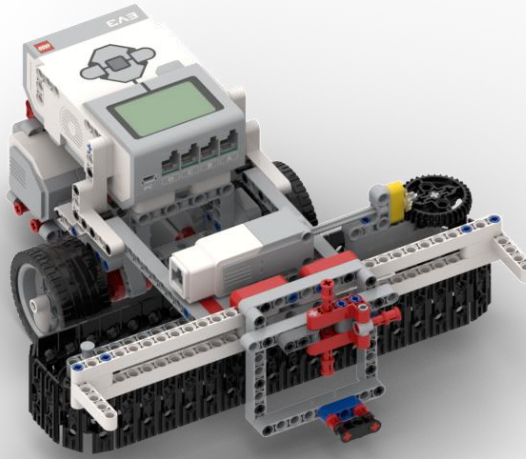


Figura 3 – Robô Cartesian. (Studio 2.0)

O software utilizado para o desenvolvimento, teste e guia de montagem dos robôs foi o Studio 2.0 [18], um programa que oferece suporte à integração direta com o catálogo, mercado e galeria da BrickLink [18]. É possível verificar as informações das peças, solicitar seus designs e navegar pelos designs de outras pessoas. Suas principais características são:

- Construção intuitiva e fácil

As peças se encaixam, dobram e se prendem umas às outras por meio da funcionalidade de encaixe. Conexões compatíveis são detectadas, permitindo que você monte as peças rapidamente.

- Verificação de estabilidade conveniente

O Studio2.0 permite que o usuário se certifique de que os seus projetos estejam estáveis antes de tê-los pessoalmente. O programa oferece a verificação de estabilidade física para ajudar a construir designs mais estáveis.

- Renderizador fotorrealístico

O renderizador fotorrealístico é uma ferramenta disponível dentro do software que disponibiliza fotos realistas dos modelos selecionados, permitindo assim uma melhor visualização e apresentação das criações.

- Criador de instruções integrado

O Studio 2.0 oferece um criador de instruções no aplicativo que o ajuda a criar instruções personalizadas para os projetos. Desde as etapas de edição até o design de páginas, além de outras funcionalidades incluídas.

3.3. Ontologia de Robôs – Onto-Robots

Após a definição dos robôs, foi criada a ontologia chamada de “Onto-Robots”, a qual contém os 3 modelos de robôs desenvolvidos neste trabalho. Utilizou-se conceitos de RE e o reaproveitamento de algumas classes presentes na ontologia Onto-ENSINARE [2] que foram essenciais e serviram como base para o desenvolvimento da Onto-Robots podendo assim desenvolver uma ontologia mais sólida. Abaixo, na Figura 4, é mostrada a relação entre a ontologia do SCIENCE e a ontologia construída no trabalho.

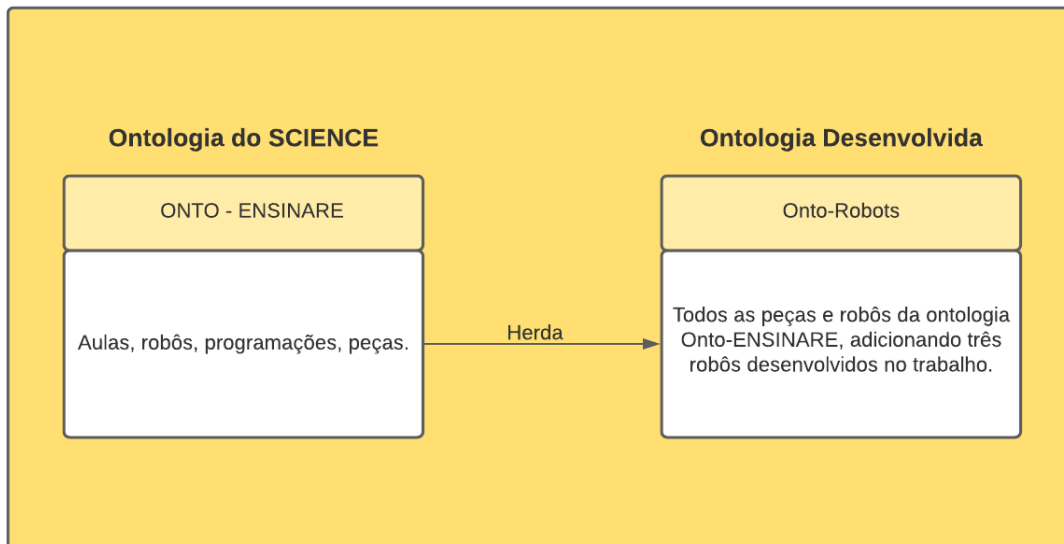


Figura 4 – Ontologias e suas relações. (Autoria própria)

O Protégé [19] é um editor de ontologias, de código aberto, capaz de atender as necessidades deste trabalho e conjuntamente, a especificação da ontologia se deu pela linguagem Web Ontology Language (OWL) [20] apoiada pelo software.

A ontologia elaborada neste trabalho utilizou a metodologia *Ontology Development 101* [15], que propõe um processo iterativo de fácil aplicação para auxiliar no desenvolvimento de uma ontologia, esse processo pode ser dividido em 7 etapas:

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia ao responder perguntas como por exemplo, “Onde?”, “Como?” e “Para quê?”;
- Considerar a reutilização de ontologias existentes, desde que estejam relacionadas à ontologia que está sendo desenvolvida;
- Listar termos da ontologia importantes para identificar os conjuntos que são frequentemente usados na área do conhecimento;
- Definir classes e hierarquias, a fim de compreender a relação entre elas;
- Definir os atributos das classes para entender a relação entre elas;
- Definir restrições aos atributos das classes;
- Criar uma instância na ontologia a partir da estrutura hierárquica das classes de acordo com sua natureza.

Dentre os mecanismos existentes de inferência de ontologias que foram citados anteriormente, foi utilizado o Hermit [21] devido ser suportado pelo software Protégé e por ser altamente responsivo. Para a realização das consultas da ontologia foi utilizado o protocolo SPARQL [22], nas quais são essenciais para recolher informações de dentro da ontologia e verificar o sentido lógico.

3.3.1. Domínio do Escopo da ontologia

Tabela 1. Especificação dos Requisitos. (Autoria Própria)

Especificação dos Requisitos	
1	Objetivo
	Esta ontologia tem como objetivo prover o manual de montagem, as descrições, a quantidade de peças dos modelos robóticos desenvolvidos e os atuais do SCIENCE.
2	Escopo

	O escopo desta ontologia se define no domínio da robótica educacional adotando o contexto do desenvolvimento de modelos robóticos que podem ser utilizados em várias áreas de conhecimentos.
3	Linguagem de Implementação
	A ontologia foi especificada na linguagem OWL.
4	Usuários previstos
	Professores de várias áreas de conhecimento.
5	Caso de uso
	Facilitar na montagem do robô com os guias de montagem de cada robô. Auxiliar nas questões de diversas disciplinas presentes no SCIENCE.
6	Requisitos / Questões de Competências
	Q1 – Quais modelos robóticos estão presentes na ontologia Onto-Robots? - Nesta questão, a ontologia deverá retornar uma lista com todos os robôs que ela contém, incluindo os robôs do SCIENCE. Q2 – Para um determinado robô, quais são as peças e suas quantidades, a descrição e sua montagem? - Nesta questão, a ontologia deverá ser capaz de entregar as peças, quantidade e descrição do robô determinado pelo usuário.

3.3.2. Reutilização de Ontologia

A ontologia Onto-Robots, desenvolvida neste trabalho, reutilizou as classes “Robos” (contém os robôs presentes no sistema SCIENCE) e “Pecas” (contém todas as peças do kit EV3) e subclasses, indicadas pelo retângulo na Figura 5, da ontologia Onto-ENSINARE desenvolvida por Passos [2]. Devido a isso, foi possível inserir mais três modelos robóticos demonstrados na Seção 3.2 e realizar ajustes nas descrições, nomes e peças já presentes.

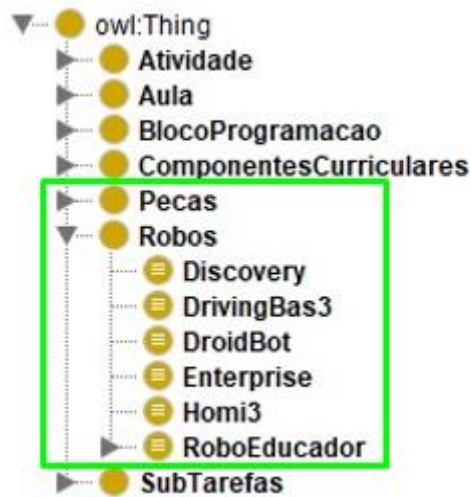


Figura 5 – Classes da ontologia Onto-ENSINARE. (Passos)

3.3.3. Classes e Hierarquia

Na elaboração da hierarquia das classes utilizou-se classes em taxonomia, representadas por classes e subclasses que utilizaram um mecanismo de herança a qual aplicou-se o proposto por Gómez-Pérez [23].

Abaixo, na Figura 6, percebe-se que a classe *Robos* é dependente da classe *Pecas*, por meio da propriedade de objeto *TemPeca*, isto acontece devido a utilização de determinadas peças por cada robô presente na classe. A classe representa todos os robôs que estão presentes na ontologia, em que se define a descrição, as peças e suas quantidade (definida pela propriedade *TemQuantidade*), o link da montagem e imagem de cada robô.

Na classe *Pecas* são encontradas todas as peças do kit LEGO MINDSTORMS EV3 (que são denominadas de subclasses de *Pecas*), suas descrições e link da imagem de cada uma.

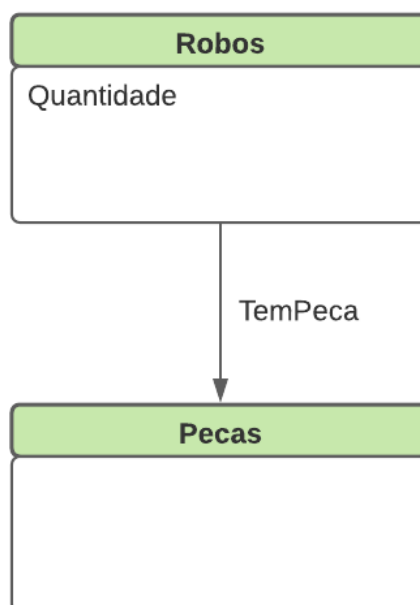


Figura 6 – Diagrama de classes da ontologia Onto-Robots. (Autoria própria)

Na Figura 7, é possível visualizar as classes definidas na ontologia Onto-Robots e sua hierarquia, além disso, pode-se notar os robôs desenvolvidos no trabalho por meio das marcações retangulares.

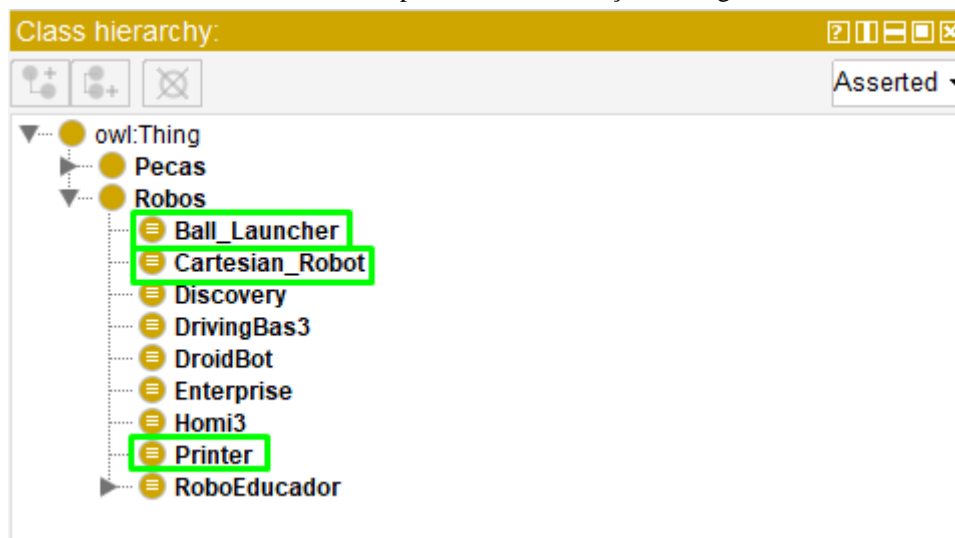


Figura 7 – Classes e subclasses da ontologia Onto-Robots. (Protégé)

3.4 Integração da ontologia criada ao SCIENCE

Com a finalização dos modelos robóticos e ontologia, o passo seguinte tratou-se da integração da ontologia Onto-Robots ao SCIENCE que se deu pela criação de uma API REST⁴. Sabe-se que, API REST é um serviço (Web Services) responsável pela gestão da informação do sistema, ou seja, todas as consultas a serem executadas passarão pela API REST que gerenciará toda a regra de negócio implantada na aplicação [24].

A aplicação deste projeto foi organizada utilizando o *model* e *controller* que faz parte do modelo MVC (*Model, View e Controller*) que proporciona o desenvolvimento da aplicação em funcionalidades particionadas [24]. A partir da definição arquitetural dos componentes, utilizou-se a linguagem de programação de alta performance e simples, chamada Java [25], para o desenvolvimento da API REST. Para facilitar todo o processo da aplicação em Java, utilizou-se o framework Spring Boot⁵ que possibilita a criação de uma aplicação de grande escalabilidade de recursos e uma organização do código mais limpa [26].

Seguindo o modelo apresentado anteriormente, a construção da API REST se deu pela criação e divisão do modelo MVC nos seguintes pacotes:

- *Model*

O *model* possui as classes Java nomeadas de “listRobos.java” e “Robos.java”, são classes onde são definidos os atributos, como por exemplo nome, descrição e quantidade, e possuem os métodos acessores e modificadores (getters e setters) para garantir a integridade dos dados.

- DAO

O Data Access Object (DAO) é responsável por conter todas as “regras de negócios” da aplicação. Neste trabalho, o DAO conteve uma classe chamada “RobotsOntology.java” que teve como principais objetivos: carregar a ontologia dos modelos robóticos, realizar a validação e verificação da ontologia por meio do *Reasoner*, salvar a ontologia no formato RDF/XML e a realização de consultas diretamente no arquivo “Robots.owl” (nome do arquivo que contém a ontologia) usando a linguagem SPARQL.

- *Controller*

O *controller* tem como objetivo direcionar o fluxo das informações da aplicação com o uso do controle dos processos que serão incluídos [24]. O *controller* desta aplicação, possuiu uma classe nomeada de

⁴ Disponível em: <<https://bit.ly/3vW7uZo>>

⁵ Disponível em: <<https://spring.io/projects/spring-boot>>

“OntController.java” que teve como principal característica definir os *endpoints* responsáveis pelo monitoramento e gerenciamento da aplicação.

Para um maior esclarecimento, na Figura 8, é mostrado um diagrama com os componentes, definidos anteriormente da API REST, apresentando suas relações e papéis individuais.

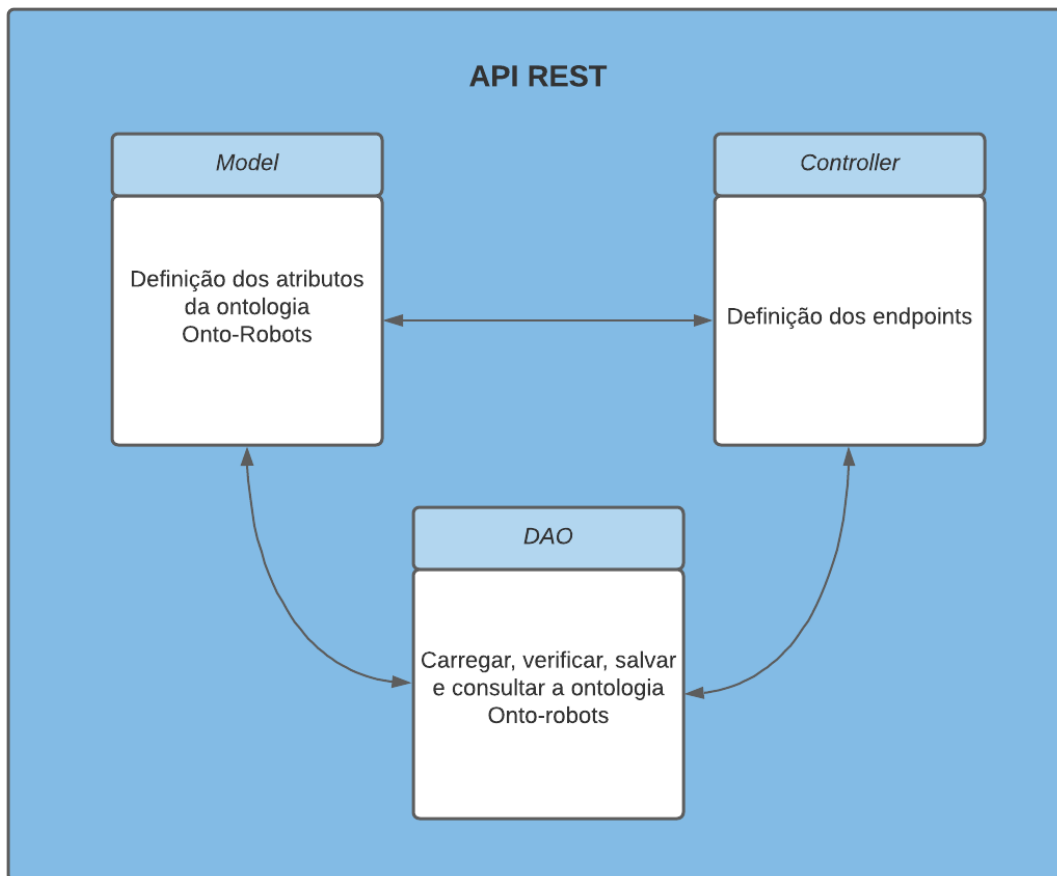


Figura 8 – Diagrama dos componentes da API REST. (Autoria própria)

A integração da ontologia se deu apenas com ações feitas no *Backend*, ou seja, com a construção da API REST não foi realizada nenhuma ação no *Frontend* que constitui a parte visual do SCIENCE. Em consequência disto, se criou a necessidade de realização de testes que foram feitos por meio do Insomnia [28] e foi possível obter resultados de boa qualidade que podem ser visualizados na Figura 9 e Figura 10, presentes na Seção 4.

4. RESULTADOS

4.1. Verificação da ontologia

Os resultados apresentados pela ontologia devem estar corretos para que a ontologia, de modo geral, esteja correta, o que possibilita a utilização destes resultados em outras aplicações. Para determinar a exatidão desta ontologia, foram utilizados padrões de verificação, avaliação e validação que foi proposto por Gómez-Pérez (2004).

O primeiro padrão de verificação foi concluído com o uso da ferramenta HermiT [29] que atuou como um *plugin* suportado pelo *software* Protégé. O Hermit, definido como *Reasoner* pelo *software* utilizado, possui um motor de inferência que ao ser executado verificou a hierarquia de classe e determinou que a hierarquia inferida era equivalente à classe definida, não apresentando nenhuma ambiguidade de conceitos.

O segundo padrão de verificação foi realizado por meio do uso das questões de competências [30] apresentadas na Tabela 2 e 3. Em concordância a isto, essas questões devem ser escritas na linguagem de consulta SPARQL que será implementada pelo *software* utilizado para o desenvolvimento da ontologia Onto-Robots, Protégé.

A Tabela 2, mostra-se a primeira consulta que foi feita baseada na questão “Quais modelos robóticos estão presentes na ontologia Robots?”. Essa questão é responsável por retornar como resposta uma lista de nomes que indica todos os robôs presentes na ontologia, com isso é possível ter noção da quantidade de modelos disponíveis para serem usados pelo sistema que irá requisitar a ontologia, o SCIENCE [2].

Tabela 2. Consulta SPARQL da primeira questão de competência. (Autoria Própria)

Consulta SPARQL
Questão 1: Quais modelos robóticos estão presentes na ontologia Robots?
<pre>1. PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> 2. PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> 3. PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> 4. PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> 5. PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/science/ontologies/2021/8/robots-ontology-31#> 6. SELECT ?Robos 7. WHERE { 8. ?Robos rdfs:subClassOf ont:Robos 9. }</pre>

As linhas 7 e 9 são responsáveis por buscar todos os robôs que estão na ontologia Onto-Robots que é representada e consultada por meio do *link* da linha 5. É possível visualizar o resultado abaixo na Figura 9.

```
1 ▾ [
2 ▾ {
3   "listaRobos": "DrivingBas3"
4 },
5 ▾ {
6   "listaRobos": "Enterprise"
7 },
8 ▾ {
9   "listaRobos": "Discovery"
10 },
11 ▾ {
12   "listaRobos": "Printer"
13 },
14 ▾ {
15   "listaRobos": "Ball_Launcher"
16 },
17 ▾ {
18   "listaRobos": "RoboEducador"
19 },
20 ▾ {
21   "listaRobos": "Cartesian_Robot"
22 },
23 ▾ {
24   "listaRobos": "Homi3"
25 },
26 ▾ {
27   "listaRobos": "DroidBot"
28 }
29 ]
```

Figura 9. Resultado da primeira consulta SPARQL. (Insomnia)

A segunda consulta, presente na Tabela 3, corresponde a questão “Para um determinado robô, quais são as peças e suas quantidades, a descrição e sua montagem?”. É por meio desta questão que se torna viável obter algum tipo de informação de um determinado robô, contanto que esteja contido dentro da ontologia Onto-Robots. Devido a isso, é permitido o acesso a quatro tipos de informações sobre os robôs: a descrição do robô, os nomes das peças que o compõe, a quantidade de peças e a descrição de cada peça. Com isso, a montagem do robô fica totalmente explícita, vale ressaltar que ao realizar a consulta do robô, obtém-se o *link* da imagem e da montagem que está contida dentro da descrição do modelo em questão.

Tabela 3. Consulta SPARQL da segunda questão de competência. (Autoria Própria).

Consulta SPARQL	
Questão 2: Para um determinado robô, quais são as peças e suas quantidades, a descrição e sua montagem?	
1.	PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2.	PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3.	PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4.	PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5.	PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/science/ontologies/2021/8/robots-ontology-31#>
6.	SELECT DISTINCT ?pecas ?DescricaoRobo ?Descricao ?quantidade
7.	WHERE {
8.	ont:Cartesian_Robot owl:equivalentClass/owl:intersectionOf ?list .
9.	ont:Cartesian_Robot rdfs:comment ?DescricaoRobo.
10.	?list rdf:rest*/rdf:first ?element .
11.	?element owl:someValuesFrom ?montagem.
12.	?montagem owl:intersectionOf ?pecasLista1.
13.	?montagem owl:intersectionOf ?pecasLista2.
14.	?pecasLista1 rdf:rest*/rdf:first ?pecas.
15.	?pecasLista2 rdf:rest*/rdf:first ?peca2.
16.	?peca2 owl:hasValue ?quantidade.
17.	?pecas rdfs:comment ?Descricao
18.	FILTER NOT EXISTS { ?pecas owl:onProperty ont:TemQuantidade } }

Na segunda consulta, a linha 8, pesquisa o robô Cartesian, suas classes equivalentes e interseções, e a linha 9, realiza uma busca capaz de mostrar a descrição deste robô. É possível obter, a partir da linha 11 até a 16, as respostas para a quantidade de peças e o nome de cada uma das peças do robô determinado, além disso, também são encarregadas pela organização das listas, atuando na ordem e lógica em conjunto com a linha 10. E para finalizar, na linha 17, temos a linha responsável pela descrição de cada peça do robô.

4.2. Modelos Robóticos e Guias de Montagem

Outro resultado deste trabalho são os modelos robóticos desenvolvidos que foram apresentados na Subseção 3.1 e estão inseridos na ontologia Onto-Robots anteriormente mencionada. Os robôs podem ser listados da seguinte maneira:

- Printer⁶

⁶ Disponível em: <bit.ly/3BPIAgz>

- Ball Launcher⁷
- Cartesian⁸

As imagens dos robôs podem ser vistas na seção 3.1 de desenvolvimento dos modelos. Cada robô possui um guia de montagem que foi construído com a utilização do *software* Studio 2.0, podem ser visualizados nos *links* disponibilizados na nota de rodapé desta página.

4.3. Informações obtidas pela API REST

Com a finalidade de se observar os resultados gerados pela API, foi criada uma camada de controle, anteriormente mencionada na Seção 3.4, que contém *endpoints* responsáveis pela testagem das requisições HTTP. Na Tabela 4, é possível fazer a visualização dos *endpoints* criados e suas características responsáveis por diferenciá-los.

Tabela 4. Exposição dos endpoints responsáveis pelas consultas da ontologia. (Autoria Própria)

Endpoints gerados	Caracterização
@GetMapping (“/listarobos”)	Este <i>endpoint</i> tem como principal característica a listagem dos modelos robóticos presentes dentro da ontologia Onto-Robots podendo ser visualizada na Figura 6 contida na Seção 4.1.
@GetMapping (“/robo”)	Este <i>endpoint</i> é considerado o principal, devido a sua grande quantidade de respostas para as consultas realizadas. Tem como principal objetivo, entregar o nome, a quantidade e descrição das peças e a descrição do robô que contém as suas informações e links para guia de montagem. Esse resultado pode ser visualizado na Figura 7.

Na Figura 10, é possível visualizar o início do resultado obtido por meio da segunda consulta em SPARQL presente na Tabela 3 que teve como resposta a descrição das peças e do robô Cartesian (contém o *link* da imagem e do guia da montagem), a quantidade de peças e o nome delas. O resultado é obtido com a consulta que define o robô Cartesian e isto é feito pela manipulação de uma variável presente na programação que envolve o *endpoint* “@GetMapping (“/robo”)”.

⁷ Disponível em: <bit.ly/3kxrv4j>

⁸ Disponível em: <bit.ly/3CQR1IQ>

```

1 ▾ [
2 ▾ {
3     "descricaoRobo": "O Cartesian é um robô que tem a base do robô educador, foi
    construído com o objetivo de representar o plano cartesiano. Seu anexo permite o
    acoplamento de uma caneta com elásticos que pode realizar o movimento horizontal e
    seus motores grandes permitem o movimento vertical.\n\nLink da Montagem:
    https://drive.google.com/file/d/1t2mEL7bJGOWolzRVVDhXDMQfpxbev0QV/view?usp=sharing\n\nLink da imagem: https://imgur.com/a/q70vPc3",
4     "quantidade": "2",
5     "descricao": "Peça Bloco Conversor de 3 cinza\n\nDescrição: Trata-se de um viga
    da 3M com dois orifícios redondos e um orifício transversal a 90 graus do outro
    lado.\n\nLink da imagem: https://imgur.com/z3fsmk",
6     "pecas": "Bloco_Conversor_3_Cinza"
7 },
8 ▾ {
9     "descricaoRobo": "O Cartesian é um robô que tem a base do robô educador, foi
    construído com o objetivo de representar o plano cartesiano. Seu anexo permite o
    acoplamento de uma caneta com elásticos que pode realizar o movimento horizontal e
    seus motores grandes permitem o movimento vertical.\n\nLink da Montagem:
    https://drive.google.com/file/d/1t2mEL7bJGOWolzRVVDhXDMQfpxbev0QV/view?usp=sharing\n\nLink da imagem: https://imgur.com/a/q70vPc3",
10    "quantidade": "1",
11    "descricao": "Peça Bloco EV3\n\nDescrição: BLOCO EV3: o bloco programável
    controla motores e sensores,\n\nalém de proporcionar a comunicação sem fios. O
    monitor mostra o que está acontecendo dentro do Bloco EV3 e permite a utilização da
    Interface do Bloco. Ele também permite adicionar textos e respostas numéricas ou
    gráficas em sua programação ou experimentos.\n\nOs Botões do Bloco permitem navegar
    dentro da Interface do Bloco EV3.\n\nAs portas de entrada 1, 2, 3 e 4 servem para
    conectar os sensores.\n\nAs portas de saída A, B, C e D servem para conectar os
    motores.\n\nLink da imagem: https://imgur.com/LvodE7w",
12    "pecas": "Bloco_EV3"
13 },

```

Figura 10 – Resultado da segunda consulta em SPARQL. (Insomnia)

5. CONCLUSÕES

Neste artigo apresentaram-se os modelos robóticos e API REST para a integração no Sistema de Geração Integrado de Plano de Aula para o Ensino apoiado por Robótica Educacional (SCIENCE). Além disso, detalhou-se o processo utilizado para desenvolver o modelo robótico e a API REST, que consistiu das etapas de construção, modelagem, validação e verificação da ontologia Onto-Robots.

A elaboração dos modelos robóticos resultou em três modelos únicos (Printer, Cartesian e Ball launcher) que possuem características e objetivos de aplicações diferentes capazes de atender inúmeras atividades que possam ser desenvolvidas em trabalhos posteriores no SCIENCE. A versatilidade desses robôs permitem que essas atividades possam ser de áreas de conhecimento distintas, como Português, Física e Ciência.

A criação da ontologia Onto-Robots foi guiada pela metodologia *Ontology Development 101* a qual atingiu, como objetivo, a incorporação e aperfeiçoamento dos robôs e suas descrições presentes na ontologia do SCIENCE e a implementação dos três modelos citados acima.

O próximo passo após a finalização da ontologia é a sua integração ao SCIENCE. Para facilitar este trabalho futuro, foi elaborada e disponibilizada uma API REST, em que foi utilizada a linguagem de programação Java e o framework Spring Boot, para desenvolvimento. Devido a isto, o sistema é capaz de utilizar as informações da ontologia para gerarem suas páginas *Web* no *frontend*.

O SCIENCE atualmente, disponibiliza 36 (trinta e seis) aulas de Matemática do Ensino Fundamental II com nove modelos robóticos, incluindo os desenvolvidos no presente trabalho. Devido a isso, surge a necessidade e o desejo de ampliação do sistema para que mais pessoas de diferentes idades, áreas e níveis de escolaridade sejam impactadas pelos benefícios na qual o sistema acarreta.

Então propõe-se, como trabalhos futuros, a criação de:

- Novos modelos robóticos com propostas para outras disciplinas, idades e níveis de escolaridade e que possam ser integrados na ontologia desenvolvida, Onto-Robots;

-
- Criação de novas aulas que utilizem os modelos desenvolvidos neste trabalho;
 - Ontologias que agreguem os itens anteriores e que sejam integrados no SCIENCE para que seu conteúdo seja usado pelo *frontend*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NETO, R.P. et al., Robótica na educação: uma revisão sistemática dos últimos 10 anos, Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015), p. 1-8, 2015. DOI 10.5753/cbie.sbie.2015.386. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5192>>. Acesso em: 30 agosto 2021.
- [2] PASSOS, D. D. N. Incentivo a popularização da robótica educacional como recurso de ensino por meio da utilização de um sistema de geração automatizada de planos de ensino. 2021. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do SemiÁrido, [S. l.], 2021.
- [3] SANTOS, M. F.; SOARES, M. H. F. B. Utilizando a robótica pedagógica para discutir noções de conceitos matemáticos no ensino de matemática. 6º Encontro Goiano de Educação Matemática, v. 6, n. 6, p. 667-676, 2017. Disponível em: <<https://www.anais.sbem-go.com.br/index.php/EnGEM/article/view/79>>. Acesso em: 11 agosto 2021.
- [4] DALTOÉ, Thaís et al. Uso de tecnologias no ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: um estado da arte. RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade, v. 5, n. 4, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/1254/>>. Acesso em: 05 maio 2021
- [5] ZILLI, S. R. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectiva e prática. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa dos Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Santa Catarina, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 junho 2020.
- [6] MILL, D. (Org). Escritos sobre educação: Desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus, 2013.
- [7] ZILIO, Charlene. Robótica educacional no ensino fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da Matemática. Dissertação (Pós-Graduação em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS, Porto Alegre, 2020. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/210389>>. Acesso em: 12 agosto 2021.
- [8] MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília - DF: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186p. p. ISBN 85-230-0826-8.
- [9] BARROS, Renata Pitta. CardBot: tecnologia educacional assistiva para inclusão de deficientes visuais na robótica educacional. 2017. 75f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- [10] SOARES, L. H. Aprendizagem significativa na educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de geometria básica. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2008.
- [11] MINDELL, D. et al. LEGO mindstorms. 2000. Disponível em: <<http://web.mit.edu/6.933/www/Fall2000/LegoMindstorms.pdf>>. Acesso em: 13 julho 2021.
- [12] VALK, L. EV3 and NXT: Difference and Compatibility. Robotsquare, 2013. Disponível em: <<http://robotsquare.com/2013/07/16/ev3-nxt-compatibility/>>. Acesso em: 13 julho 2021.
- [13] ALMEIDA, M. B. Uma abordagem integrada sobre ontologias: ciência da informação, ciência da computação e filosofia. Perspectivas em Ciência da Informação, v.19, n.3, p.242-258, jul./set. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pci/a/T3BjQ9y9RvMMTJFY8mWBNBH/?lang=pt>>. Acesso em: 20 julho 2021
- [14] DZIEKANIAK, G.V. Desenvolvimento de uma ontologia sobre componentes de ontologia. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 15,n. 1, p. 173-184, 2010. Disponível em: <<https://brapci.inf.br/index.php/res/v/37585>>. Acesso em: 02 agosto 2021.
-

-
- [15] NOY, N. F. et al. *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01- 05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880, Stanford, CA, 2001. Disponível em: < <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness-abstract.html> >. Acesso em: 10 agosto 2021.
- [16] GUARINO, N. *Formal ontology and information systems*. In: *Proceedings of FOIS*. [S.l.: s.n.], 1998. v. 98, p. 3-15, 1998. Amsterdam, IOS Press.
- [17] GOMES, D. A. et al. *Desenvolvimento de um robô labirinto usando o kit lego mindstorm*. XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – São Carlos-SP, p. 1-6, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/263815-Desenvolvimento-de-um-robo-labirinto-usando-o-kit-lego-mindstorm.html>>. Acesso em: 2 set. 2021.
- [18] Studio 2.0. BrickLink, 2021. Disponível em: < <https://www.bricklink.com/v3/studio/download.page>>. Acesso em: 12 julho 2021.
- [19] MUSEN, M. A. The protégé project: a look back and a look forward. *AI matters*, ACM, v. 1, n. 4, p. 4–12, 2015. DOI:10.1145/2757001.2757003. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4883684/> >. Acesso em: 14 agosto 2021.
- [20] BECHHOFFER, S. et al. *OWL web ontology language reference*. W3C recommendation, v. 10, n. 02, 2004.
- [21] Rob Shearer, Boris Motik, e Ian Horrocks. *Hermit: A highly-efficient OWL reasoner*. Em Catherine Dolbear, Alan Ruttenberg, e Ulrike Sattler, editors, *OWLED*, volume 432 of *CEUR Workshop Proceedings*. CEUR-WS.org, 2008. 3, 13, 29, 32, 33.
- [22] W3C. *SPARQL 1.1 Query Language*. 2013. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>>. Acesso em: 28 maio 2021.
- [23] GÓMEZ-PÉREZ, A. *Ontology evaluation*. In: *Handbook on ontologies*. Springer, 2004. 251- 273.
- [24] SANTOS, A. F. *Metodologia de desenvolvimento de uma API de serviço RESTful integrado com uma aplicação móvel ANDROID para o setor imobiliário*. 2013. 61 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2013. Disponível: < <https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/984> >. Acesso em: 23 setembro 2021.
- [25] DEITEL, H. M. *Java: Como Programar* 6 ed. São Paulo: Pearson education do Brasil. 2005. 1097 p.
- [26] SOUZA, W.G. *A utilização do VUE.JS com uma API REST em Spring boot*. Faculdade de Tecnologia (Fatec), Taquaranga – SP, p. 13, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i2.904. Disponível em: < <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/904/531>>. Acesso: 19 setembro 2021.
- [27] *Open Source API Client*. *Insomnia*, 2021. Disponível em: < <https://insomnia.rest/>>. Acesso: 21 setembro 2021.
- [28] SHEARER, R.; MOTIK, B.; HORROCKS, I. *Hermit: A highly-efficient owl reasoner*. In: *OWLED*. [S.l.: s.n.], v. 432, p. 91, 2008.
- [29] GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. *Methodology for the design and evaluation of ontologies*. In: *Proceedings of IJCAI 1995, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, 1995.
-



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

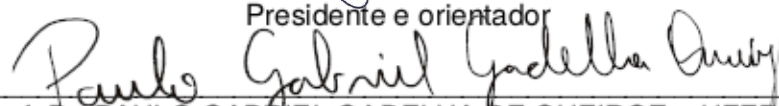
Às dez horas e trinta minutos do dia dezesseis de novembro de dois mil e vinte e um, na plataforma virtual Google Meet, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **VICENTE ANTONIO DA SILVA NOBRE**, aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula **2018011438**, com o título **“ELABORAÇÃO DE MODELOS ROBÓTICOS BASEADO EM UMA ONTOLOGIA COM A FINALIDADE DE AUXILIAR O SISTEMA SCIENCE”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por quatro membros: Prof. Dr. SILVIO ROBERTO FERNANDES DE ARAÚJO, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Dr. PAULO GABRIEL GADELHA DE QUEIROZ, coorientador, Prof. Dra. AMANDA GONDIM DE OLIVEIRA e Bsc. RODOLFO FELIPE MEDEIROS ALVES, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo o aluno sido considerado APROVADO. E para constar, eu, SILVIO ROBERTO FERNANDES DE ARAÚJO, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 16 de Novembro de 2021.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.



Prof. Dr. SILVIO ROBERTO FERNANDES DE ARAÚJO – UFERSA
Presidente e orientador



Prof. Dr. PAULO GABRIEL GADELHA DE QUEIROZ – UFERSA
Primeiro Membro e coorientador

AMANDA GONDIM DE OLIVEIRA:01267843454
Assinado digitalmente por AMANDA GONDIM DE OLIVEIRA:01267843454
CNPJ: 09.484.848/0001-91
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CAC/PPGSA, CUBR
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2021.11.17 14:40:25 -0200
PDF-RE Reader Versão: 1.1.1.0

Profa. Dra. AMANDA GONDIM DE OLIVEIRA - UFERSA
Segundo Membro



Bsc. RODOLFO FELIPE MEDEIROS ALVES
Data: 17/11/2021 15:22:19-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Terceiro Membro

ALVES



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
SISTEMAS DE BIBLIOTECA DA UFERSA**

**CARTA DE ANUÊNCIA DO ORIENTADOR PARA A ENTREGA DA VERSÃO
FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – GRADUAÇÃO.**

Ao Sistema de Bibliotecas da UFERSA.

Eu, Silvio Roberto Fernandes de Oliveira, na qualidade de orientador (a) de Vicente Antonio da Silva Nobre, aluno(a) de graduação do curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia declaro que o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi corrigido de acordo com as recomendações da comissão examinadora e autorizo a entrega da versão final ao Sistema de Bibliotecas de UFERSA, para fins de divulgação em base de dados.

Título do trabalho: ELABORAÇÃO DE MODELOS ROBÓTICOS BASEADO EM UMA ONTOLOGIA COM A FINALIDADE DE AUXILIAR O SISTEMA SCIENCE.

Data de defesa: 16 de Novembro de 2021.

Mossoró, 25 de Novembro de 2021.

Assinatura do(a) orientador(a).

**Termo de Autorização para disponibilização de Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia, artigo e relatório)**

1 IDENTIFICAÇÃO

Autor: Vicente Antonio da Silva Nobre	
E-mail: vicente_nobre@hotmail.com	Telefone: (84) 9 8878-3686
Orientador: Silvio Roberto Fernandes de Araújo	
E-mail do Orientador: silvio@ufersa.edu.br	
Coorientador: Paulo Gabriel Gadelha Queiroz	
Título do Trabalho: ELABORAÇÃO DE MODELOS ROBÓTICOS BASEADO EM UMA ONTOLOGIA COM A FINALIDADE DE AUXILIAR O SISTEMA SCIENCE	
Data de Defesa: 16/11/2021	Área do Conhecimento (CNPq): Ciências Exatas e da Terra
Palavras-Chave: robótica educacional; SCIENCE; educação básica; modelos robóticos	
Departamento e Curso: Departamento de Ciências Exatas e Naturais; Curso de Bacharelado Ciência e Tecnologia	
Titulação: (X) Graduação () Especialização	
Tipo de material: () Monografia () Relatório (X) Artigo	
MEMBROS DA BANCA	
1º Membro: Prof. Dr. Silvio Roberto Fernandes de Araújo	
2º Membro: Prof. Dr. Paulo Gabriel Gadelha Queiroz	
3º Membro: Profa. Dra. Amanda Gondim de Oliveira	
4º Membro: Bsc. Rodolfo Felipe Medeiros Alves	
Seu trabalho apresenta estudo com resultado INOVADOR? () Sim (X) Não	
Caso SIM, Responder: A Propriedade Intelectual esta protegida ou encontra-se em processo de proteção? () Sim () Não	
Qual Propriedade Intelectual gerada pelo trabalho? () Patente () Programa de Computador () Desenho Industrial () Cultivar () Outro	

2 INFORMAÇÃO DE ACESSO AO DOCUMENTO

Liberação para disponibilização: (X) Aberto () Embargado ^{1,2,3,4,5}
Observações: ¹ É imprescindível o envio do arquivo em formato digital (PDF) do trabalho completo, mesmo em se tratando de disponibilização parcial. ² A solicitação de disponibilização parcial deve ser feita mediante justificativa lícita e assinada pelo autor do trabalho , que deve ser entregue juntamente com o termo de autorização e documentos que comprovem a necessidade da restrição da parte do conteúdo do trabalho. ³ A restrição poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da disponibilização. ⁴ A prorrogação deste prazo suscita justificativa formal junto ao Sistema de Bibliotecas da Ufersa. ⁵ O resumo e os metadados ficarão sempre disponibilizados.

3 LICENÇA DE PERMISSÃO DE USO

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Universidade Federal Rural do Semi Árido a disponibilizar por meio do Repositório da Ufersa e do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmica sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o texto integral da obra supracitada, conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

Mossoró, 23/11/2021
Local Data

Vicente Antonio da Silva Nogueira

Assinatura do Autor