



DANICE BETÂNIA DE ALMEIDA¹
RAFAEL DIAS CORRÊA²

Cidades do Futuro: Entre Poluição e Vigilância

Cities of the future: between pollution and surveillance

ARTIGO 9

126-137

¹ Professora no Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI/Blumenau/SC. E-mail: danice.almeida@regente.uniasselvi.com.br.
² Professor no Colégio Policial Militar Feliciano Nunes Pires – Unidade de Blumenau/SC. E-mail: sgtrafael@cfnpblumenau.com.br.

Resumo: O projeto consiste na criação de uma cidade fictícia utilizando peças de LEGO e recursos de robótica para ilustrar os efeitos da poluição e da vigilância intensiva. O objetivo é proporcionar aos alunos uma experiência prática e interativa sobre os impactos ambientais e os dilemas éticos relacionados à vigilância. Por meio da construção com LEGO e da programação de robôs, os alunos exploram como a transformação do ambiente natural em artificial afeta a qualidade de vida, além de refletirem sobre como o uso de câmeras de segurança interfere no equilíbrio entre proteção e privacidade. O projeto também estimula o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, criatividade e pensamento crítico. Durante a apresentação, o grupo expõe sua cidade, explicando como integraram os elementos de poluição e vigilância, e demonstra o funcionamento dos robôs interagindo com o modelo. Trata-se de uma proposta que promove uma reflexão aprofundada sobre questões ambientais e éticas contemporâneas, incentivando uma visão crítica sobre as escolhas humanas e seus impactos no mundo..

Palavras-chave: Tecnologia. Ética. Vigilância. Meio Ambiente. Robótica.

Abstract: The project consists of creating a fictional city using LEGO pieces and robotics to illustrate the effects of pollution and intensive surveillance. The goal is to provide students with a practical and interactive understanding of environmental impacts and ethical issues related to surveillance. Through LEGO construction and robot programming, students explore how transforming the natural environment into an artificial one affects quality of life, and how the use of security cameras influences the balance between safety and privacy. The project also fosters the development of problem-solving skills, creativity, and critical thinking. During the presentation, the group showcases their city, explaining how they integrated the elements of pollution and surveillance, and demonstrating how the robots interact with the model. This project enables a deeper exploration of complex environmental and ethical issues, encouraging a critical view of human choices and their impact on the world.

Keywords: Technology. Ethics. Surveillance. Environment. Robotics.

INTRODUÇÃO

O presente projeto foi desenvolvido durante as aulas de robótica, para alunos regularmente matriculados no 8º ano. Os encontros aconteciam no laboratório de informática do Colégio Policial Militar Feliciano Nunes Pires, unidade de Blumenau.

Com o intuito de participar da Feira Regional de Ciências e Tecnologia desse ano (2025), que acontecerá em Blumenau/SC, o projeto abrange o eixo temático que investiga novas tecnologias que estão moldando o futuro. Os participantes puderam explorar inovações em áreas como inteligência artificial, biotecnologia, nanotecnologia e outras tecnologias de ponta. O impacto dessas tecnologias na sociedade, economia e meio ambiente também deve ser considerado, assim como as implicações éticas de seu uso.

O objetivo deste projeto é proporcionar aos alunos a compreensão prática e interativa dos impactos ambientais e das questões éticas associadas à vigilância. Segundo Lévy (1999), a tecnologia digital não apenas transforma a forma como nos relacionamos, mas também influencia profundamente a maneira como aprendemos e interagimos com o mundo ao nosso redor.

Buscamos primeiro elaborar um estudo teórico e, em seguida, a aplicação prática. Para o desenvolvimento do projeto, usamos o kit LEGO Spike Prime, composto por 528 peças, três motores, três sensores (ultrassônico, sensor de cor e de toque) e um hub, que é o coração do robô. Ao todo, possuímos três kits, que utilizamos tanto para as aulas quanto para as competições. Com os kits podemos construir diversos robôs completamente diferentes entre si, para esse projeto, criamos nosso primeiro robô vigilante. A Figura 1 traz a imagem do kit utilizado.

Figura 1. Kit Lego Spike Prime



Fonte: os autores.

A ideia do robô vigilante surgiu a partir de discussões sobre o uso de câmeras em diferentes ambientes, como no laboratório de informática da escola, em nossas casas, nas ruas e em vários pontos da cidade. Ao mesmo tempo, refletimos sobre os efeitos da vigilância e até que ponto estamos seguros ou excessivamente monitorados. Segundo Foucault (1975), a vigilância desempenha um papel fundamental na organização das sociedades modernas, promovendo controle social e moldando comportamentos individuais.

Os alunos discutiram como a vigilância pode ter um efeito positivo na preservação ambiental, desencorajando ações prejudiciais, como descarte irregular de lixo e poluição. Estudos indicam que o uso da tecnologia para monitoramento ambiental pode ser um fator-chave na promoção de atitudes sustentáveis (Machado *et al.*, 2019).

Contudo, o que mais sobressaiu entre as famílias dos alunos foi o desconforto gerado pela falta de privacidade e pela vigilância em massa, ocasionando um intenso debate. Essa preocupação é abordada por Lyon (2014), que destaca como a sociedade da vigilância redefine conceitos de privacidade e liberdade individual. Após esgotar o discurso inicial, emergiu um sentimento coletivo que nos levou a imaginar um ambiente vigiado e transformado pela ação humana, marcado pelo descuido e pela poluição.

Com isso, a metodologia adotada consistiu em duas etapas principais: um estudo teórico seguido de uma aplicação prática. Inicialmente, os alunos discutiram o impacto da vigilância em diversos contextos, como o monitoramento em laboratórios, residências, ruas e cidades. A discussão revelou uma dicotomia entre os aspectos positivos da vigilância, como o controle ambiental, e os aspectos negativos, como a invasão da privacidade.

Demos andamento ao projeto construindo, por meio do LEGO, uma cidade fictícia que representasse a realidade de muitas das nossas cidades. Aos poucos, fomos planejando e executando cada tarefa, valorizando as competências e habilidades

de cada integrante do grupo. Como afirma Valente (2002), a robótica educacional permite que os alunos desenvolvam habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade ao trabalhar com a construção e a programação de robôs. Durante o processo, compreendemos que planejar e refletir sobre o mundo envolve habilidades e competências que relacionam a identificação de um problema, a busca por ferramentas e conhecimentos disponíveis e a formulação de soluções para o bem comum.

Pensar em múltiplos níveis de abstração é uma habilidade essencialmente humana, pois somos nós que possuímos capacidade imaginativa e criamos sistemas que transformam a rotina e as relações. Como destaca Papert (1980, p. 14), “os computadores não transformam a aprendizagem por si só; são as pessoas que, ao programá-los e interagir com eles, expandem suas próprias capacidades cognitivas”. A essência deste projeto reside na capacidade de representar e explorar conceitos complexos por meio de uma construção tangível, indo além da sua forma física.

O modelo de cidade fictícia utiliza a criatividade e a capacidade de abstração humana para criar uma simulação interativa, demonstrando como conceitos abstratos, como poluição e vigilância, podem ser compreendidos e analisados de maneira dinâmica. O projeto nos permitiu visualizar uma cidade em transformação, integrando robôs e câmeras para ilustrar como o espaço urbano se modifica com o uso de diferentes tecnologias. Ele demonstra o impacto da ação humana, incluindo a poluição ambiental e a vigilância, na configuração desses espaços.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, abordaremos a fundamentação teórica sobre o impacto da robótica no aprendizado e uma análise das robóticas vigentes e sua percepção diante do cenário atual.

ROBÓTICA TEM IMPACTO POTENCIAL NO APRENDIZADO

A robótica educacional tem uma longa história, a qual remonta ao final do século XIX, quando o matemático e educador Seymour Papert (1988) criou a linguagem de programação LOGO, que permitia que crianças controlassem um robô chamado Turtle. Papert (1988) defendia que a interação com os robôs proporciona uma experiência concreta e lúdica de aprendizagem, que estimula o raciocínio lógico e a criatividade. Desde então, a robótica educacional evoluiu muito, incorporando novas tecnologias e metodologias, e se expandindo para diferentes níveis de ensino e contextos educacionais.

Estudos e pesquisas evidenciam que a robótica tem impacto potencial no aprendizado dos alunos em diferentes áreas do conhecimento. Uma das partes fundamentais ao se estudar robótica é compreender os componentes comumente utilizados na construção de um robô. Segundo Azevedo et al. (2004) e Foresti (2006), a estrutura de um dispositivo robótico pode ser dividida em diferentes partes, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1. Componentes de um robô e suas funções

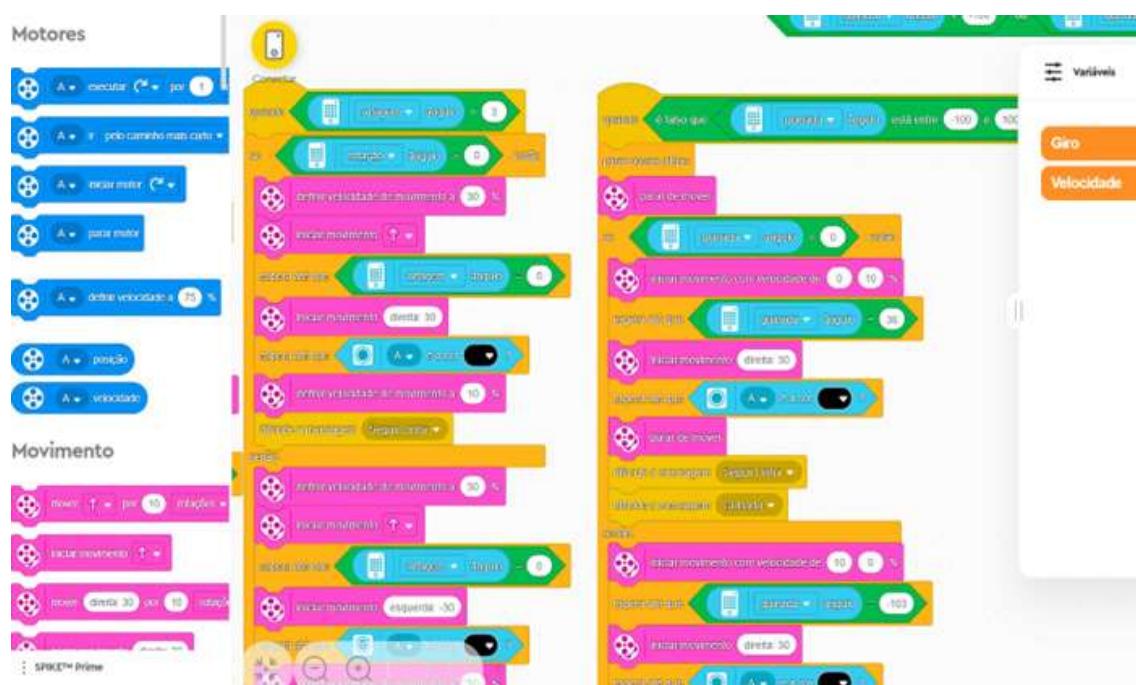
Controlador	O “cérebro” do robô, equipado com um microprocessador e memória para executar programas e processar tarefas recebidas dos sensores ou comandos externos.
Sensores	Dispositivos que detectam informações sobre o ambiente ou o funcionamento do robô, como sensores de toque, rotação, som, ultrassom, luz, cor e câmera (para captura de imagens).
Atuadores	Podem ser motores de diversos tipos, que servem para mover o robô e seus manipuladores. Eles transformam a energia oriunda da fonte de energia em movimento, força ou deslocamento de acordo com os sinais do controlador.
Manipuladores	São os “membros” do robô, como braços e garras, a variedade de movimentos que um manipulador pode realizar é medida pelo seu grau de liberdade.
Driver(s)	É a interface que permite a comunicação entre os comandos enviados do sistema de controle para que os atuadores possam ser controlados.
Sistema de alimentação	Responsável pela alimentação do controlador e demais componentes elétricos, bateria e/ou gerador usados.
Estrutura	A armação do robô, composta por peças de diversos tamanhos, formatos e cores, além de rodas, parafusos e placas.

Fonte: Azevedo et al. (2004) e Foresti (2006).

Tais elementos servem como base para sustentar todos os outros componentes citados, dependendo da funcionalidade do dispositivo robótico. A robótica na educação é uma área que aplica o pensamento computacional de forma prática e interdisciplinar, utilizando robôs como recursos pedagógicos para estimular o aprendizado de diversas áreas do conhecimento.

Ao trabalhar com blocos, os estudantes são estimulados a adotar um pensamento lógico e algorítmico. Eles aprendem a identificar padrões, dividir problemas complexos em partes menores e aprimorar habilidades de resolução de problemas, que são fundamentais para a programação de computadores (Cardinale, 2024). Utilizamos o software Lego Spike, um ambiente de programação baseados em blocos, uma forma de programação visual pela qual os alunos criam programas, combinando blocos de instruções semelhantes a peças de quebra-cabeças. A Figura 2 apresenta uma captura de tela de um dos programas desenvolvidos durante a atividade.

Figura 2. Captura de tela de uma programação no software Lego Spike



Fonte: os autores

Costa e Piedade (2021) destacam que as instruções e estruturas de programação são organizadas em categorias coloridas, facilitando a seleção e a construção dos programas. Ao trabalhar com ambientes que simplificam a programação, os alunos podem focar mais no desenvolvimento de soluções criativas e menos nas complexidades técnicas. Essa abordagem prática está alinhada com a teoria de Papert (1988), que defende o uso de “micromundos” para o desenvolvimento de competências.

Papert (1988) ainda propõe que micromundos são recortes do mundo real que permitem aos aprendizes explorarem diferentes tipos e níveis de complexidade ao buscar soluções para problemas específicos. No projeto, a criação de uma cidade fictícia com LEGO e a programação dos robôs servem como um micromundo, oferecendo aos alunos uma forma concreta de abordar questões reais, como poluição, vigilância e privacidade.

O aprendizado é um processo de adquirir mudanças relativamente permanentes no entendimento, na atitude, no conhecimento, na informação, na capacidade e na habilidade por meio da experiência. A teoria construcionista enfatiza a importância da construção ativa do conhecimento e do aprendizado prático. Ao criar e interagir com um micromundo dinâmico, os alunos têm a oportunidade de trabalhar em equipe, aplicar conceitos de diversas disciplinas e desenvolver soluções inovadoras. A Figura 3 ilustra esse processo, mostrando estudantes envolvidos na construção e programação de um ambiente robótico.

Figura 3. Estudantes trabalhando em um ambiente de robótica educacional



Fonte: os autores.

A robótica educacional oferece um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes interagem com o meio e enfrentam problemas do mundo real. Pesquisas indicam que a robótica pode influenciar positivamente o aprendizado dos alunos em áreas como física, matemática, engenharia e ciência da computação, além de promover o desenvolvimento pessoal, abrangendo habilidades como cognição, metacognição, pesquisa, pensamento criativo, tomada de decisão, resolução de problemas, comunicação e trabalho colaborativo (Santos, 2021).

O professor André Raabe, entusiasta da robótica na educação, observa que a robótica não deve ser vista como um “bicho-papão” nas escolas públicas. Pelo contrário, ela é uma ferramenta significativa e inovadora para o aprendizado interdisciplinar. Raabe (2015) argumenta que a robótica nas escolas públicas promove a autonomia e o protagonismo dos alunos, redefinindo os papéis de professores e alunos e proporcionando o desenvolvimento de competências e habilidades que vão além das disciplinas tradicionais. Na Figura 4, observamos uma aluna manuseando peças e instruções para a montagem de um robô educacional, logo ao lado o resultado.

Figura 4. Montagem de robô com sensores e conexões



Fonte: os autores.

Segundo Silva (2020), a robótica educacional pode estimular a criatividade e a imaginação dos alunos, servindo como uma ferramenta útil em diversas áreas curriculares. Projetos de robótica, como simulações de missões espaciais, envolvem conhecimentos de física, matemática, engenharia e programação. O modelo de cidade fictícia permite uma visão abrangente e prática de diversas situações diárias relacionadas ao conceito de vigilância, promovendo uma reflexão mais profunda e significativa.

ROBÔS VIGILANTES: DISCUSSÕES E PERCEPÇÕES

A teoria da vigilância proposta por Michel Foucault (1975) é fundamental para entender as implicações éticas da vigilância. O autor argumenta que a vigilância vai além da simples observação, abrangendo também o controle social, que organiza e normaliza comportamentos na sociedade. No projeto em questão, a criação de uma cidade fictícia permite aos alunos explorarem o impacto da vigilância no cotidiano e nas dinâmicas sociais, refletindo sobre como a vigilância pode afetar não apenas os indivíduos em situações de prisão, mas toda a sociedade.

O conceito de panóptico de Foucault, a metáfora para o controle social e o poder exercido por meio da vigilância, pode ser adaptado ao mundo digital. Uma diferença importante é que, no contexto atual, nem todos os vigiados têm consciência de que estão sendo monitorados. A introdução de robôs vigilantes na cidade fictícia pode gerar discussões sobre a privacidade dos cidadãos e o impacto do monitoramento na liberdade individual.

Foucault (1975) destaca que a vigilância não se limita à observação, mas também envolve a internalização de normas e comportamentos desejados. No projeto, os alunos discutiram como a presença constante de câmeras de segurança e sensores poderia levar à autocensura e à modificação dos comportamentos, ao mesmo tempo em que refletiram sobre preocupações relacionadas à privacidade e à liberdade.

No entanto, alguns alunos apontaram que os robôs de vigilância podem fornecer evidências valiosas para investigações, ajudando a esclarecer eventos e identificar responsáveis. A visibilidade das câmeras pode desencorajar atos de vandalismo e comportamentos irresponsáveis, contribuindo para a preservação dos bens públicos e a manutenção da ordem.

É crucial que a vigilância seja realizada com transparência e respeito à privacidade dos indivíduos para maximizar os benefícios sem comprometer os direitos fundamentais. O projeto permitiu aos alunos refletirem sobre como a presença de dispositivos de vigilância pode modificar a dinâmica social, criando um ambiente no qual as pessoas se sentem constantemente observadas.

A transparência e a participação pública são essenciais para garantir que as tecnologias de vigilância sejam utilizadas de forma ética e que seus benefícios sejam amplamente compartilhados. Quando aplicada de maneira responsável, a vigilância pode ser uma aliada poderosa na proteção e preservação do meio ambiente, convertendo dados e informações em ações concretas para a sustentabilidade.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A CRIAÇÃO DESTE MODELO DE CIDADE FICTÍCIA

A metodologia adotada, neste projeto, fundamentou-se nos princípios da robótica educacional através de uma abordagem prática alinhada com a teoria de Seymour Papert (1988), que defende o uso de "micromundos" para o desenvolvimento de competências. O trabalho foi desenvolvido com alunos do 8º ano, durante as aulas de robótica no laboratório de informática do Colégio Policial Militar Feliciano Nunes Pires, em Blumenau/SC, com o objetivo de participar da Feira Regional de Ciências e Tecnologia.

A pesquisa foi estruturada em duas etapas principais:

1. Etapa teórica:

- Os alunos realizaram leituras, discussões e análises sobre os impactos da poluição e da vigilância no ambiente urbano, baseando-se em autores como Michel Foucault (1975), Pierre Lévy (1999) e David Lyon (2014).
- Foram promovidos debates sobre o uso de câmeras de segurança e sensores em espaços públicos e privados, refletindo sobre questões como privacidade, controle social, segurança e ética.
- A relação entre tecnologia e meio ambiente também foi explorada, considerando a vigilância como ferramenta de monitoramento e incentivo a comportamentos sustentáveis (Machado *et al.*, 2019).

2. Etapa prática:

- Utilizou-se o kit LEGO Spike Prime, que inclui sensores, motores e um hub de controle, permitindo a montagem e programação de robôs funcionais.
- Os alunos projetaram e construíram uma cidade fictícia em LEGO, na qual integraram elementos de poluição urbana (lixo, ruído, ocupação desordenada) e sistemas de vigilância (câmeras e sensores simulados).

- Os robôs foram programados por meio de uma linguagem visual baseada em blocos, no software oficial da LEGO Education, para detectar e reagir a elementos da cidade, como resíduos ou presença de movimento.
- As atividades foram organizadas em grupos colaborativos, estimulando a divisão de tarefas conforme as habilidades individuais dos alunos, promovendo trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico.

Durante todo o processo, foram utilizados registros fotográficos, anotações de campo e observações dos professores para documentar a evolução do projeto e os aprendizados construídos. A abordagem metodológica, ao articular teoria e prática, favoreceu a aprendizagem significativa e crítica, permitindo que os alunos se posicionassem eticamente diante dos impactos da tecnologia no ambiente urbano e na vida em sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o projeto, os alunos puderam construir um modelo de cidade usando LEGO, além de programar robôs para simular cenários realistas. Essa abordagem permitiu que eles observassem de perto diferentes formas de poluição, como visuais, sonoras e de detritos. Utilizando câmeras e sensores nos robôs, foi possível detectar e registrar esses tipos de poluição de maneira precisa. Ao interagir com esses dados tangíveis, os alunos não apenas compreenderam a urgência do cuidado ambiental, mas também foram incentivados a refletir sobre como suas próprias ações impactam o meio ambiente. Essa experiência prática não só mudou comportamentos positivamente, mas também enriqueceu seu entendimento dos conceitos científicos envolvidos.

Em robótica há sempre novas demandas e desafios que envolvem habilidades e conhecimentos variados, além de um desejo de produzir estruturas cada vez mais complexas, nas quais há a introdução de novos componentes (motores, sensores, engrenagens) que vão modificar a estrutura anterior, e que agora necessita de um novo equilíbrio construtivo para que o sistema funcione. Durante a programação, o aluno também é levado a refletir sobre os objetivos do dispositivo e muitas vezes refazer os códigos para que o robô realize a tarefa corretamente.

Observou-se um aumento no interesse e no engajamento dos alunos, além de uma compreensão mais profunda de conceitos abstratos por meio de aplicações práticas. O projeto também favoreceu o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a resolução de problemas, o pensamento crítico, a colaboração e a criatividade. Os resultados reforçam a ideia

de que a adoção dessas tecnologias pode ter um impacto significativo na transformação do currículo escolar, tornando-o mais relevante para preparar os alunos para os desafios contemporâneos.

A integração da programação e da robótica no ensino surge como uma estratégia para alcançar o objetivo de aprendizagem, proporcionando uma abordagem pedagógica que não só enriquece o ensino-aprendizado dos conteúdos curriculares, mas também promove o desenvolvimento de competências para a vida e a carreira futura dos alunos.

Evidenciamos diversos benefícios resultantes da integração da programação e da robótica no ensino. Os alunos puderam pontuar alguns objetivos da vigilância, como a segurança pública e a prevenção de crimes, e refletir em que situações os benefícios justificam os custos em termos de privacidade e liberdade.

Ao envolver os alunos na criação de um modelo que explora temas relevantes para a sociedade, o projeto fomenta um senso de cidadania e responsabilidade social. Os alunos não só aprendem sobre os efeitos da poluição e vigilância, mas também sobre como suas ações e escolhas podem influenciar o mundo ao seu redor. A vigilância pode, com o uso transparente, tornar-se uma aliada importante na redução da poluição e no cuidado com as cidades, promovendo mudanças comportamentais positivas.

O projeto é relevante tanto do ponto de vista científico quanto social. Ele não apenas proporciona uma compreensão dos impactos ambientais e das questões éticas associadas à vigilância, mas também desenvolve habilidades práticas e críticas essenciais para o futuro dos alunos. Ao integrar aspectos interativos e visuais, o projeto facilita a exploração de problemas complexos e promove uma visão crítica e informada sobre como os seres humanos interagem com seu ambiente e suas tecnologias.



REFERÊNCIAS

AZEVEDO, C. R. B.; FLEURY, A. T.; SILVA, J. C. Kinematical Modeling and Optimal Design of a Biped Robot Joint Parallel Linkage. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 28, n. 4, p. 505-518, 2006.

CARDINALE, C. L. **A plataforma App Inventor e a construção do pensamento computacional no Ensino Médio Integrado ao Técnico**. 2024. Dissertação (Mestrado em Docência para Educação Básica) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2024.

COSTA, R. G.; PIEDADE, J. M. N. Uso do aplicativo MIT app inventor na aprendizagem de programação: uma revisão sistemática da literatura entre 2011 e 2020. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 1-11, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.109594>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/109594>. Acesso em: 19 jul. 2024.

FORESTI, H. B. **Desenvolvimento de um robô bípede autônomo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir: nascimento da prisão**. Petrópolis: Vozes, 1975.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LYON, D. **Surveillance Studies: An Overview**. Cambridge: Polity Press, 2014.

MACHADO, D. *et al.* O papel da tecnologia no monitoramento ambiental. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 45-58, 2019.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, 1980.

RAABE, A. *et al.* Brinquedos de Programar na Educação Infantil: Um estudo de Caso. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 21., 2015, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: Sociedade Brasileira de Computação, 2015. p. 42-51. DOI: 10.5753/cbie.wie.2015.42. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/14983>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SANTOS, M. *et al.* **Pensamento computacional**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. E-book.

SILVA, R. B.; BLIKSTEIN, P. **Robótica educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**. Porto Alegre: Penso, 2020.

VALENTE, J. A. A tecnologia digital e a aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 1, p. 1-19, 2016.

VALENTE, J. A. Robótica educacional: explorando novas formas de aprendizagem. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 119-148, 2002.