



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
LICENCIATURA EM FÍSICA

ERICK LUCAS CORREIA CORDEIRO

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL E
FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO:** reflexões sobre ética, tecnologia,
meio ambiente e sociedade

Caruaru
2024

ERICK LUCAS CORREIA CORDEIRO

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL E
FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO:** reflexões sobre ética, tecnologia,
meio ambiente e sociedade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Física do Campus
Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de
monografia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador (a): Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Caruaru

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Correia Cordeiro, Erick Lucas .

Uma sequência didática integrando robótica educacional e filosofia da ciência no ensino médio: reflexões sobre ética, tecnologia, meio ambiente e sociedade / Erick Lucas Correia Cordeiro. - Caruaru, 2024.

78 p. : il.

Orientador(a): Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física - Licenciatura, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. robótica educacional. 2. filosofia da ciência. 3. sequência didática. 4. ética. 5. ensino médio. I. Carvalho, Tassiana Fernanda Genzini de . (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

ERICK LUCAS CORREIA CORDEIRO

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL E
FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO:** reflexões sobre ética, tecnologia,
meio ambiente e sociedade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Física do Campus
Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de
monografia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de licenciado em Física.

Aprovada em: 15/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodríguez (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Diana Patrícia Gomes de Almeida (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho ao meu avô Agrício José (in memoriam), cujo legado de sabedoria, humildade e honestidade encontra-se, *sub specie aeternitatis*, na mente e coração de todos aqueles que tiveram a honra de compartilhar parte da sua valiosa existência. A finitude do corpo não corresponde ao seu legado de tamanho e projeção infinitos.

AGRADECIMENTOS

A despeito da escrita, por si, de uma monografia ser feita boa parte na solidão, é inegável a essencialidade das pessoas que fazem parte da nossa vida e possuímos um grande apreço e amor por suas vidas, de modo que o presente texto de agradecimentos, se muito, apenas resvala no que tais pessoas representam para o autor. Logo, começarei agradecendo esses pilares da minha vida, ou seja, meus pais, minha irmã e meus avós.

Para exprimir o amor que eu sinto por vocês, meu pai Rodrigo Jorge, minha mãe Raquel Maria, minha irmã Camilla Natacha, meus avós Agrício José e Maria José, nem a extensão de 100 monografias destas seria suficiente para estimar. Dessa forma, dentro da brevidade do texto, mas na profundidade dos meus sentimentos por vocês, agradeço cada um de vocês, contemplo e me inspiro em cada um de vocês. Abrilham e potencializam o meu viver a cada átimo, a cada encontro!

Também agradeço às minhas tias, aqui representada por Susana, Sara, Evódia e Jael que sempre me ajudaram enormemente nos momentos que mais precisei, e compartilharam e compartilham muitos momentos de tamanha felicidade para mim e, também, inspiração.

No processo de construção deste trabalho e, em linhas mais gerais, em meu percurso na universidade, alguns amigos e amigas foram e são essenciais para a minha vida. Todos que, direta ou indiretamente, tornaram meus dias melhores e mais agradáveis no campus, eu agradeço profundamente. Mas quero citar Pedro Crispiniano e Arante que são pessoas das quais admiro muito e foram duas das primeiras pessoas que conheci na universidade.

Em seguida, mas logicamente não menos importantes para mim, quero agradecer a companhia, amizade e risos que compartilhei e espero continuar compartilhando com vocês: Tiago, Joana, Jéssica, Milady, Bruno e Guilherme. Vocês representam muito para mim e admiro genuinamente cada um de vocês, e nos encontros com cada um jamais me esquecerei de aproveitar a presença de cada um e dizer o que representam para mim. Aqui, também, me encontro perante a região fronteiriça que as palavras impõem na expressão da nossa gratidão por pessoas de grande envergadura e especial para nós.

Agradeço à minha orientadora por me ajudar a encontrar as melhores alternativas para o presente trabalho, e a todo o corpo docente do curso de Física que pude estudar, aprender e me aperfeiçoar, acadêmica e pessoalmente, continuamente e reflexivamente.

Finalmente, meus mais sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram com a edificação e a realização de um sonho de uma vida, e pavimentaram o desejo de lutar por novas conquistas.

Quem, lutando, conseguiu a duras penas desatar sua personalidade das peias de suas origens não se sente inclinado a aprisionar sua liberdade e sua responsabilidade, conquistadas a alto preço, em quaisquer tipos de esquemas, programas, escolas, correntes ou igrejinhas. (Hesse, 2009, p. 57)

RESUMO

O presente trabalho consistiu na elaboração e aprimoramento de uma sequência didática, desenvolvida a partir das experiências vivenciadas na disciplina eletiva de Robótica Educacional em uma escola técnica estadual do estado de Pernambuco. Buscou-se nesta pesquisa, contribuir para os estudos iniciais da Robótica Educacional através do emprego interativo de metodologias didático-pedagógicas voltadas à ludicidade e com potencial filosófico, possibilitado mediante o desenvolvimento de uma abordagem lúdico-filosófica; notadamente explorando a Filosofia da Ciência, pois, para as discussões contemporâneas quanto a ética, sociedade e tecnologia na evolução exponencial da automação robótica e como, a partir disso, ela pode alterar a vida humana e, também, de todo o planeta. O método de pesquisa adotado para o estudo em questão é a pesquisa qualiquantitativa, também chamado de método misto. Quanto aos resultados decorrentes da aplicação da sequência didática, eles apontam para uma aprendizagem dinâmica, significativa e frutífera, refletindo-se, também, em um maior engajamento com respeito às temáticas sobre ética, filosofia e tecnologia trabalhadas. Somado a isso, percebe-se uma participação mais ativa dos discentes nas aulas, demonstrando uma postura crítica e reflexiva para com as discussões e indagações suscitadas.

Palavras-chave: robótica educacional; filosofia da ciência; sequência didática; ética; ensino médio.

ABSTRACT

The present work consisted of the elaboration and enhancement of a didactic sequence, developed based on experiences in the elective course of Educational Robotics at a state technical school in the state of Pernambuco. In this research, the aim was to contribute to the initial studies of Educational Robotics through the interactive use of didactic-pedagogical methodologies focused on playfulness and with philosophical potential. This was made possible through the development of a ludic-philosophical approach, notably exploring the Philosophy of Science. This exploration is crucial for contemporary discussions on ethics, society, and technology in the exponential evolution of robotic automation and how it can alter human life and the planet as a whole. The research method adopted for the study in question is the qualitative-quantitative research, also known as mixed methods. Regarding the results stemming from the implementation of the didactic sequence, they indicate dynamic, meaningful, and fruitful learning, also translating into increased engagement with the topics of ethics, philosophy, and technology addressed. Additionally, there is noticeable heightened participation of the students in classes, demonstrating a critical and reflective stance towards the discussions and inquiries raised.

Keywords: educational robotics; philosophy of science; following teaching; ethics; high school.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Aula introdutória sobre robótica	47
Figura 2 –	Aula introdutória sobre robótica	48
Quadro 1 –	Módulo 1: Introdução histórico-cultural à robótica	50
Quadro 2 –	Módulo 2: A tecnologia e seus desdobramentos éticos, ambientais e sociais a partir do filme <i>Wall-E</i>	52
Quadro 3 –	Módulo 3: Criatividade consciente, inteligência artificial e a tecnologia na contemporaneidade	54
Figura 3 –	Protótipos desenvolvidos pelos alunos	56
Figura 4 –	Protótipos desenvolvidos pelos alunos	56
Gráfico 1 –	Impressões gerais da disciplina e da robótica	57
Gráfico 2 –	Teste de Turing e uma contextualização dos aprendizados de robótica	61
Gráfico 3 –	As funções dos robôs para a conservação do meio ambiente	63
Gráfico 4 –	A inserção dos robôs humanoides na sociedade e a ambivalência tecnológica	65
Gráfico 5 –	O filme <i>Wall-E</i> e sua pungência crítica	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EM	Ensino Médio
FC	Filosofia da Ciência
IA	Inteligência Artificial
PRP	Programa de Residência Pedagógica
RE	Robótica Educacional
SD	Sequência Didática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OS SABORES E DISSABORES DA REALIDADE TECNOLÓGICA.....	19
2.1	A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E OS SEUS TIPOS DE INVESTIGAÇÃO.....	19
2.2	CIÊNCIA, TÉCNICA E TECNOLOGIA.....	21
2.3	CONCEPÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA.....	23
2.3.1	A CIVILIZAÇÃO PRÉ-TECNOLÓGICA E SUAS LIÇÕES.....	24
2.3.2	UMA NOVA ERA E A ESSENCIALIDADE DE REFLETÍ-LA: A CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA E SEUS DESDOBRAMENTOS.....	25
2.4	A EMERGÊNCIA DE UMA ATUAÇÃO CIENTÍFICA SOCIALMENTE CONSCIENTE E ATUANTE.....	28
3	PANORAMAS HISTÓRICOS E TEÓRICOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	31
3.1	BREVE INTRODUÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL DA ROBÓTICA..	31
3.2	O NECESSÁRIO ENCONTRO ENTRE A EDUCAÇÃO E A ROBÓTICA.....	33
3.2.1	A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO CONTEXTO DO NOVO ENSINO MÉDIO.....	34
3.3	PARADIGMAS E PERSPECTIVAS DO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	36
3.4	CAMINHOS CRÍTICOS, CRIATIVOS E REFLEXIVOS PARA UMA EDUCAÇÃO POLISSÊMICA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	37
4	UMA ABORDAGEM UNINDO LUDICIDADE E FILOSOFIA DA CIÊNCIA.....	39
4.1	LUDICIDADE.....	39
4.2	ABORDAGEM LÚDICO-FILOSÓFICA.....	41
5	METODOLOGIA.....	44
5.1	DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	44
5.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	45

5.3	PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS.....	48
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
6.1	PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	50
6.2	IMPRESSIONES GERAIS E REFLEXÕES ADVINDAS DA DISCIPLINA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	57
6.3	ÉTICA, ROBÓTICA E SOCIEDADE: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DOS APRENDIZADOS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	60
6.4	AS FUNÇÕES DOS ROBÔS PARA A CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE.....	62
6.5	A INSERÇÃO DE ROBÔS HUMANOIDES NA SOCIEDADE E A AMBIVALÊNCIA TECNOLÓGICA.....	64
6.6	O FILME WALL-E E SUA PUNGÊNCIA CRÍTICA.....	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA.....	77

1 INTRODUÇÃO

Diante de um mundo cada vez mais dominado pela tecnologia e pela informação, onde o aprendizado maquínico, a crescente tecnologização dos meios de informação e a inteligência artificial (IA) são alguns exemplos desse progresso vertiginoso, mas não necessariamente benéfico, nos âmbitos social, cultural, político e industrial; faz-se fundamental refletirmos e discutirmos o papel desempenhado pela educação no tocante aos desafios interligados presentes nessas esferas, sobretudo, referente às consequências de curto, médio e longo prazo dessas questões.

Nesse sentido, a Robótica Educacional (RE) oportuniza o (re)conhecimento de diversos conceitos, relações e processos oriundos do desenvolvimento de robôs e correlatos, tais quais aplicações tecnológicas, médicas e industriais cada vez mais sofisticadas, o que suscita implicações éticas, culturais e científicas que ecoam ao largo da tessitura social. De igual maneira, a RE permite a introdução e desenvolvimento de importantes debates sobre a natureza, discurso, subjetividade, relações de poder — institucional e político —, métodos e comunicação da ciência e, claro, de que maneira isso impacta o trabalho dos cientistas.

Consonante a isso, Santos *et al.* (2018) pontuam que a mudança da percepção da robótica, de algo restrito à ficção científica para um campo de destaque tanto tecnicamente quanto cientificamente, evidenciou sua relevância social. Assim, não é exagero considerar a RE como uma ferramenta pedagógica de importância singular, capaz de proporcionar uma visão mais abrangente da realidade. Isso se deve ao fato de que ela permite que os estudantes ampliem seu repertório de habilidades e competências na resolução de problemas e desafios que demandem criticidade e abstração matemática (Zilli, 2004).

Apesar de ainda recente, a Reforma do Ensino Médio que começou a ser implantada nacionalmente a partir de 2022, promoveu diversos impactos no currículo e organização do espaço pedagógico nas escolas do EM, assim incidindo, também, no perfil e prática docente. A promoção de disciplinas eletivas foi, definitivamente, uma das grandes mudanças de tal reforma. A RE é uma disciplina eletiva que proporciona um refinamento no raciocínio lógico, ímpeto criativo e, dentre outras coisas, um acréscimo no desenvolvimento cognitivo dos discentes; o que pode

contribuir bastante para o interesse dos jovens por pautas que envolvem tecnologia, sociedade e ciência, por exemplo o setor do automobilismo (Barbosa, 2023).

Entretanto, devemos salientar que a RE entrou no currículo com o advento do Novo Ensino Médio, ou seja, dentro de uma lógica neoliberal, pendendo mais para o tecnicismo que dela pode-se trabalhar do que as discussões que a mesma pode (e deve) descortinar. Consequentemente, as diretrizes e perspectivas pensadas na reforma citada para a disciplina não se interessam, necessariamente, pelo poderoso potencial descrito anteriormente.

Nesse contexto, uma forma interessante e potencializadora para catalisar, viabilizar efetivamente, o potencial crítico e, também, criativo, que a RE possibilita — o que fortalecerá sobremaneira o aprendizado dos alunos —, é a Filosofia da Ciência (FC). Seguindo a perspectiva de Targa (2014), a FC objetiva uma integração entre conhecimentos científicos e filosóficos, proporcionando uma análise crítica e debates frutíferos quanto a diversos assuntos que interseccionam tanto a filosofia quanto a ciência, por exemplo a natureza da prática científica, do conhecimento produzido pela comunidade científica e de suas inúmeras implicações para a sociedade e o meio-ambiente.

Em razão da importância e contemporaneidade da temática em questão, como descrito anteriormente, faz-se fundamental refletir e planejar o papel da educação não dentro dos padrões curriculares e pedagógicos tradicionais, mas sim como uma promotora e catalisadora de um processo de ensino-aprendizagem que albergue reflexões pertinentes, discussões significativas e protagonismo estudantil; por conseguinte, construindo um percurso formativo que permita ao discente situar-se no espaço e no tempo que vive, além de analisar, discernir, relacionar e questionar, de maneira crítico-reflexiva, os avanços tecnológicos e suas repercussões na vida pessoal e social.

Portanto, a RE assume uma posição proeminente na educação básica, pois oferece novas perspectivas para a adoção de um protagonismo estudantil nas escolas como, igualmente, o desenvolvimento de abordagens didático-pedagógicas direcionadas à congregação dialógica dos conhecimentos próprios da área (como a definição de robô e os tipos de robôs) com as atualidades tecnocientíficas que permeiam a vida cotidiana. Essas atualidades são frequentemente ignoradas ou consideradas irrefletidas e/ou indiferentemente no contexto escolar, a título de exemplo os algoritmos e mecanismos de busca das redes sociais.

Conforme observado por Fernandes e Silva (2018), a RE rompe frontalmente com o paradigma do ensino compartimentalizado, sendo, ao contrário, uma ferramenta proveitosa para o amadurecimento intelectual, quer seja, o aprimoramento das capacidades de compreensão e análise ante diversas problemáticas e situações-problema, sob a conservação de múltiplos olhares. Relativamente a isso, o ensino de RE pode estar calcado na interdisciplinaridade, visto possuir um escopo de saberes intercomunicantes com a Física, Linguagens, Biologia, Matemática e Química. Esse enfoque contribui enormemente para uma compreensão mais multifacetada e dinâmica, criando um ambiente propício para discussões e reflexões profícuas em sala de aula sobre diversas problemáticas.

No entanto, a despeito de hoje reconhecermos o valor educacional e pessoal da RE, tendo uma compreensão mais aprofundada de seus conceitos, bem como das reflexões que ela oferece, tanto para os alunos quanto para os professores; enquanto participantes do Programa de Residência Pedagógica (PRP) — menciono aqui que lecionei as aulas conjuntamente ao também licenciando em Física, Tiago Francisco — fomos desafiados a cumprir parte de sua regência em uma disciplina de robótica, mesmo sem possuir experiência com o arcabouço teórico, e tampouco receber uma ementa ou plano de ensino sobre o que deveria ser ensinado em tal disciplina.

Ciente desse quadro, a princípio, desanimador, escolhemos adotar uma abordagem lúdico-filosófica ao introduzir a disciplina aos alunos, opondo-se a uma abordagem tecnicista e experimental, como de praxe é adotada. Essa opção foi feita com o objetivo de promover momentos de diálogo, criatividade, discussões e reflexões conjuntamente à turma, buscando criar um ambiente de aprendizado mais envolvente e colaborativo.

Devido às experiências e aprendizados construídos ao longo da jornada com a disciplina de RE durante o PRP, afora o aprofundamento filosófico e histórico-científico, coadunado à Filosofia da Ciência (FC), tecido a partir de estudos bibliográficos (artigos, revistas, livros, etc), visando um aprofundamento na área supracitada e, conseqüentemente, um maior embasamento para a referida disciplina, com uma maior amplitude de perspectivas e conhecimentos; esta pesquisa tem como propósito responder à seguinte questão: "como uma abordagem lúdico-filosófica pode enriquecer o ensino introdutório da Robótica Educacional no Ensino Médio?".

A partir das questões levantadas, foi formulado o seguinte objetivo geral para este trabalho: **propor e analisar uma sequência didática para uma introdução, com abordagem lúdico-filosófica, à disciplina eletiva de Robótica Educacional no Ensino Médio.**

No intento da realização do objetivo geral traçado, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar as possibilidades de inovação científica e tecnológica da robótica em diálogo com suas implicações tecnológica, social, cultural e política;
- b) explorar o alcance temático e epistemológico¹ da Robótica Educacional por intermédio e extensão do cinema e da filosofia.

Referente à ordenação dos capítulos e do que tratam, decidimos organizar da seguinte maneira:

O primeiro capítulo aborda brevemente a relevância e aplicabilidade da Robótica Educacional (RE) a partir de várias perspectivas (tecnológica, social, científica), além de estabelecer o problema de pesquisa.

No capítulo dois, expusemos um aprofundamento conceitual e teórico a respeito dos desdobramentos, positivos e negativos, que a *era tecnológica* que atravessamos causa em diversas esferas, como a social, cultural, científica e ambiental. Em harmonia a isso, destacamos alguns trabalhos que exploram a interconexão entre as práticas científicas e os valores sociais, além das respectivas repercussões no conhecimento científico e na sociedade.

No capítulo três, explicamos sobre a importância e potencial pedagógico da RE no contexto do EM, destacando, a partir de um levantamento bibliográfico, os principais conceitos abordados pela disciplina.

Em seguida, o capítulo quatro apresenta o suporte teórico desenvolvido que foi alicerçado em um seletor arcabouço teórico sobre: sequência didática, ludicidade e, baseando-se nesta — mas não apenas nela —, desenvolvemos uma abordagem didática e pedagógica que denominamos de abordagem lúdico-filosófica.

¹ Refere-se a epistemologia que é a área da filosofia que se ocupa do estudo da construção do conhecimento científico e dos seus fundamentos e princípios lógicos.

Já no capítulo cinco tratamos acerca da metodologia da presente pesquisa, ou seja, de que modo a mesma foi realizada, e descrevemos como foi feita a análise de dados, onde usamos o método de pesquisa qualiquantitativo ou misto.

No capítulo seis apresentamos a sequência didática elaborada e os resultados de pesquisa a partir do questionário aplicado para a turma, analisando e discutindo a respeito das respostas coletadas.

Por fim, o capítulo sete apresenta nossas considerações finais sobre a temática trabalhada e a proposta desenvolvida, ponderando, dentre outras coisas, sobre o estudo desenvolvido e os resultados obtidos.

2 OS SABORES E DISSABORES DA REALIDADE TECNOLÓGICA

Inicialmente, o presente capítulo tratará sobre a fortuna crítica da Filosofia da Ciência (FC) e a sua suma relevância para estudarmos as grandes conquistas e, também, os problemas sociais, tecnológicos e éticos que o avanço tecnológico nos "presenteia". Além disso, este capítulo dispõe sobre os elementos epistemológicos, a pluralidade de problemas — estendendo-se desde os problemas de ordem científica até os de ordem sociopolítica —, e os conceitos que constituem o que, conforme o pensamento do professor Morais (2009), chamamos de *realidade tecnológica* ou *civilização tecnológica*. Em adição ao exposto, explicaremos brevemente, em termos sociológicos, científicos e tecnológicos, como se constituía a conjuntura social, a sociedade e seus contornos, do período que precedeu, justamente, a *realidade tecnológica* que atravessamos, ou seja, o *período pré-tecnológico*, resultando uma *civilização pré-tecnológica* (Morais, 2009).

Resultante dessa *era tecnológica*, concluiremos o capítulo delineando a estrutura da nossa presente civilização, ou seja, uma civilização inerentemente técnico-científica. Faremos isso em paralelo a uma análise crítica da constelação de problemáticas que tal era possui. Problemáticas que em grande medida, como veremos, mostram-se *axiologicamente*² ambivalentes. Também vamos estudar as soluções (ou alternativas resolutivas) que se configuram no horizonte da era tecnológica — principalmente considerando que os problemas que discriminamos não são de natureza puramente técnica e/ou científica, mas também, e principalmente, de natureza filosófica.

2.1 A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E OS SEUS TIPOS DE INVESTIGAÇÃO

Naturalmente, são diversas as áreas do conhecimento que abordam e estudam as problemáticas e desafios que a ciência e, conjuntamente ou não, a tecnologia nos legaram. Duas áreas marcantes que cumprem isso são a sociologia e a filosofia, todavia iremos focar na segunda — nomeadamente na Filosofia da Ciência (doravante, FC).

² Refere-se à axiologia, uma área que se debruça sobre os estudos filosóficos dos valores. É uma área que está ligada à ética.

Embora a FC, realmente, não seja uma ciência, no sentido, por exemplo, de que a Física, Biologia e Química o são; ela desempenha um papel crucial, visto tratar-se de uma área fundamental para o estudo de questões científicas e suas implicações para a sociedade, sob diversas perspectivas filosóficas concernentes a outras áreas que se interconectam com a FC, por exemplo a epistemologia, axiologia, semântica, ontologia, metafísica, lógica, estética, etc.

Precisamente por isso, e considerando os avanços técnicos e tecnológicos que insuflam o seio da sociedade e, por conseguinte, da vida cotidiana do indivíduo, torna-se urgente discutir e analisar com maior profundidade e abrangência os aparatos científicos e tecnológicos que nos circundam, por exemplo a internet, celulares e robôs assistentes; o que desemboca em problemáticas como a da inteligência artificial e o controle ético do uso de robôs na sociedade. Devido a isso, mas não apenas a isso, a FC auxilia no desenvolvimento temático, discursivo e dialógico do rol das problemáticas — a despeito da concepção comum que tal campo de conhecimentos e pesquisas trabalhe, única e exclusivamente, acerca dos pressupostos metodológicos e epistemológicos da ciência — imbricadas na sociedade do século XXI.

Segundo Targa (2014), a FC possui uma capacidade integradora entre filósofos e cientistas, possibilitando um debate frutífero e envolvente da natureza da ciência, bem como das questões desveladas pelos desenvolvimentos científicos e tecnológicos ante a vida social e individual. Portanto, de acordo com o referido autor, a adoção de uma perspectiva filosófica no trato de questões científicas permite-nos que analisemos, acurada e profundamente, as implicações sociais, culturais e políticas decorrentes do emprego e aplicação da ciência na sociedade.

Advém disso que a FC oferece, também, um tipo de investigação que se direciona aos estudos e análises dos aspectos externos da ciência, como, a título de exemplo, as consequências científico-tecnológicas da exploração da energia nuclear. Para compreendermos isso com maior exatidão, cumpre recordar a fala do professor e filósofo Arturo Fatturi (2010):

O interesse filosófico pela ciência nos permite diferenciar dois tipos de investigação quanto à ciência, quais sejam: interna e externa. Enquanto investigação interna da ciência, a filosofia está interessada em compreender e analisar os problemas filosóficos que residem na explicação científica e na sua construção. Aqui já temos um problema, qual seja: o que chamaremos explicação científica? Quais os critérios para que uma explicação seja científica, ou não científica? Tal questão é interna à ciência. Ou seja, diz respeito à constituição da explicação científica. Por outro lado, temos as

questões “externas” à ciência, as quais dizem respeito aos usos da ciência. Estes usos são explicados segundo um ponto de vista sociológico, político e ético. Por exemplo, até que ponto a ciência está mudando nossa maneira de “sentir” a natureza e os nossos semelhantes? [Também] é uma questão filosófica saber se as questões externas afetam as questões internas. (Fatturi, 2010, p. 164, grifos do autor)

Dessa forma, a FC possibilita o empreendimento de uma investigação externa à ciência, fomentando, assim, um frutífero vínculo entre o fazer técnico-metodológico-científico com posturas éticas (Targa, 2014). Esse entrelaçamento ético, técnico e científico potencializa enormemente os programas de pesquisa científica, ou seja, concede uma maior confiabilidade aos objetivos científicos, pois poderão ser ponderadas as consequências éticas, morais e sociais que tal saber pode desencadear.

Somado a isso, o professor e filósofo Rubem Alves (1981) observa a correspondência, crítica e reflexiva, da ciência com o senso comum como uma das principais valências da FC, pois permite que aprendamos mais sobre a natureza, metodologia e objetivos da ciência e, por conseguinte, proporciona um relevante desenvolvimento do senso comum.

2.2 CIÊNCIA, TÉCNICA E TECNOLOGIA

Uma avalanche de dispositivos tecnológicos, novas atualizações de serviços de *streaming*, evolução tecnológica nos esportes, redes sociais mais tecnologizadas, algoritmos cada vez mais informacionais... saltam aos nossos olhos (!), espocam ao nosso pensar e, muito mais, fulguram no horizonte de nossas vidas desde o berço.

Três conceitos se entrelaçam intimamente a esses dispositivos e serviços que, atualmente, tornam-se cada vez mais tecnologizados, malgrado, não raro, as pessoas confundirem-se com eles e seus graus de atuação. Estes conceitos são: ciência, técnica e tecnologia. Há quem diga que os dois últimos são sinônimos, porém como bem explicaremos, isso de modo algum está correto.

A ciência é um campo do conhecimento humano, cujos fundamentos originaram-se na Grécia Antiga, entre os séculos VI e IV a.C., e o seu alcance é de grande relevância e extensão, cobrindo desde as produções industrial, comercial e tecnológica, até as áreas de educação, cultura e política. Conforme Moraes (2009) afirma, a ciência é uma área do saber voltada para a compreensão e explicação da realidade, porém não limitando-se apenas a descrevê-la com base em um

entendimento construído. O labor científico, ainda segundo este autor, almeja transformar a realidade em algo inteligível para, daí, exercer um controle sobre a realidade em favor do homem.

É necessário, todavia, pontuarmos que a ciência é dividida em departamentos, subáreas, como a Sociologia, Química, Psicologia, Biologia e Física; além de ser composta por uma variedade de técnicas específicas oriundas das áreas específicas que a compõe (Morais, 2009; Targa, 2014). Assim, usando o termo de Morin (2008), o *edifício científico* se desenvolve de modo divisível, porém com um método, na verdade, métodos (para sermos mais preciso e atinente à literatura moderna relativa à concepção de ciência), que possuem em comum, além de outros fatores, a rigorosidade de estabelecer fundamentações teóricas, bases epistemológicas, métodos e objetivos que possuam uma confiabilidade interna (lógica) e externa (coletiva). Destaca-se que o desenvolvimento científico, aliado e propulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, gerou uma multiplicidade de frutos, auxiliando sobremaneira o avanço civilizatório em termos de saúde, comunicação, justiça, segurança, etc.

Apesar disso, a história nos alerta que por ser uma prática inserida em um contexto sociopolítico, quer direta, quer indiretamente, a construção científica não se desvincula dos valores éticos e morais que dela decorrem. Nesse sentido, o sociólogo Edgar Morin (2008) faz um importante apontamento sobre a ambivalência inscrita no âmago do labor científico:

[...] Essa ciência libertadora traz, ao mesmo tempo, possibilidades terríveis de subjugação. Esse conhecimento vivo é o mesmo que produziu a ameaça do aniquilamento da humanidade. Para conceber e compreender esse problema, há que acabar com a tola alternativa da ciência "boa", que só traz benefícios, ou da ciência "má", que só traz prejuízos. Pelo contrário, há que, desde a partida, dispor de pensamento capaz de conceber e de compreender a ambivalência, isto é, a complexidade intrínseca que se encontra no cerne da ciência. (Morin, 2008, p. 16)

De fato, é imperativo que busquemos pensar a ciência a partir de um ponto de vista que contemple também aspectos, ou melhor, características sociais e comportamentais que compõem o poder decisório dos cientistas e encontram-se presentes nos aspectos orçamentário, teórico e metodológico do labor científico. Portanto, é imprescindível uma análise de cunho valorativo, ou para ser mais exato, *ético*, para a prática científica.

Já no que se refere ao conceito de "técnica", veremos que se distingue semanticamente do que consideramos como ciência, contudo vale ressaltar que é

fundamental para a execução desta e, igualmente, para o seu aperfeiçoamento instrumental, teórico e metodológico; visto que o conhecimento técnico, tacitamente ou não, conduz aos conhecimentos e aparatos tecnológicos. Em Moraes (2009), a técnica é definida como sendo as formas que o homem paleolítico, neolítico, medieval e moderno buscou construir o seu respectivo comportamento criativo, atando-se a uma função de tecnificação de cunho humanizante. Proveniente da técnica, portanto, o homem considera a criação de meios que permitam-lhe criar ferramentas e métodos eficientes que se apliquem ao trabalho humano e, *lato sensu*, às atividades humanas, especialmente à ciência.

Isto posto, o termo *tecnologia* assemelha-se ao de técnica, haja vista ele vir da concepção aludida anteriormente a respeito da definição de técnica. Concordante a isso, a designação de tecnologia refere-se a um tipo de prática que contempla a objetiva criatividade humana, permitindo a elaboração e construção de uma gama de artefatos tecnológicos úteis (Moraes, 2009). Segue-se que alguns artefatos dessa natureza são, por exemplo, GPS, automóveis inteligentes e notebooks. Entretanto, baseando-se na linha de raciocínio de Targa (2014), a tecnologia não se restringe aos instrumentos e produtos que a mesma possibilita, porém ela indica justamente o repertório de técnicas e, também, conhecimentos científicos que estão imbricados nos processos de tais artefatos (produtos e instrumentos tecnológicos e científicos).

Avançando essa ideia, o filósofo argentino Bunge (2012) classifica a tecnologia como o conjunto ou o sistema de técnicas práticas fundadas, ou seja, conhecimentos técnicos calcados na ciência. Assim, este autor considera que as assim chamadas tecnologias contemporâneas subdividem-se em três ramos: tecnologia física (engenharia elétrica, engenharia química e outras engenharias afins), tecnologia biológica (odontologia, medicina, farmacologia, etc.) e tecnologia social (direito, pedagogia, engenharia social, etc.).

2.3 CONCEPÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Traçadas as observações e considerações acerca da natureza, objetivos e metodologias empregues no âmbito da ciência, técnica e tecnologia; aprofundaremos agora as marcas civilizatórias (algumas indelévels) e os desdobramentos plurais — no sentido de abraçarem tanto os aspectos tecnocientíficos quanto os sociais, éticos e políticos da civilização — que os seres

humanos se depararam, e continuam a fazê-lo, ao inaugurar e reforçar (melhor: enraizar) um *ethos*, ou seja, um conjunto de comportamentos e valores que orientam a ação do homem, assentado por um oceano tecnológico. Justo esse “oceano” concebeu, ou melhor, nos fez tornarmos uma *civilização tecnológica*, cujo nado, porém, pode verter-se em um afogamento, caso realizado inconscientemente.

Valendo-se do núcleo das ideias de Moraes (2009), veremos como inauguramos uma *realidade tecnológica* a partir do estudo das características e *ethos* do *período pré-tecnológico*.

2.3.1 A CIVILIZAÇÃO PRÉ-TECNOLÓGICA E SUAS LIÇÕES

Naquilo que Moraes (2009) classificou de *período pré-tecnológico*, compreende o *zeitgeist* (espírito da época) em função das transformações sociais, técnicas e científicas do período da Idade Moderna — segundo a periodização tradicional, dos séculos XVI ao XIX. Algumas das características mais marcantes desse período referem-se, por exemplo, ao fato da maioria das pessoas, dentre mercadores e trabalhadores braçais, possuírem um contato frequente com a natureza, devido à criação de animais em currais e aos animais domésticos, cuja sobrevivência biológica dependia do cuidado com esses animais.

Em referência a esta questão, quer seja, dos laços relacionais dos homens para com a natureza, vale ressaltar que, a despeito de, à época, já existirem muitas cidades, os meios de transporte ainda eram bastante rudimentares e a relativa distância entre pontos como universidades e mercados de alimentos, impunham uma série de desafios para o povo, tais quais o de locomoção e conforto. Em suma, algumas necessidades rítmicas foram pertinentes ao modo de viver dessas pessoas, baseadas, sobretudo, no contexto da época e no fato da força muscular ser muito presente. A natureza era, assim, um palco em que os seres humanos mantinham um vínculo emocional e contato físico constantes e prementes, proporcionando um maior ensejo para uma aprendizagem do meio natural (Moraes, 2009).

Diante das circunstâncias sociais e econômicas que a Idade Moderna suscitou na vida e espírito do povo, da *civilização pré-tecnológica*, Moraes (2009) concebe os três seguintes ritmos como condutores de uma vida e um *ethos* saudáveis e almejados para a referida civilização: ritmo vital, ritmo pessoal de atividade física (chamemos ritmo físico) e ritmo de atividade intelectual (doravante,

ritmo intelectual). O primeiro ritmo, o ritmo vital, está associado ao efetivo intercâmbio homem-natureza, caracterizado pela alimentação e respiração condizentes com a respectiva oferta de frutos e oxigênio pelo meio ambiente. Já o ritmo físico consiste na compleição física, particularmente a muscular, decorrente do desenvolvimento de esforços físicos. Por fim, o ritmo intelectual aponta para características estritamente pessoais, contudo para o seu pleno exercício ele deve estar de acordo com os outros dois ritmos.

Embora o período apreciado tenha legado, com efeito, importantes lições e reflexões acerca da importância de resgatarmos um maior vínculo com a natureza que nos circunda, implicando em um maior nexo de sentido do homem para com a sua natureza e com o meio ambiente que sustenta a sua vida, devemos destacar que isso não significa que esse período seja superior ao que trataremos no próximo subtópico; visto que a tecnologia permitiu que houvesse uma melhoria significativa em alguns aspectos da vida humana; entretanto é oportuno o destaque que se segue: “Não basta sobreviver; é preciso não abrir mão de uma vida realmente humana” (Morais, 2009, p. 109).

A transição da *civilização pré-tecnológica* para a *civilização tecnológica* foi deveras acidentada, pois, em grande medida, ignoramos as lições que o período tratado nos apresentou. À medida que persistimos com essa ignorância e intransigência — uma espécie de inanição crítica e reflexiva ante tal transição — acaba por fazer com que percamos a oportunidade de usarmos o *período pré-tecnológico* como um modelo, em certos aspectos, para galgarmos uma qualidade de vida, como dito anteriormente, realmente humana e digna, aproveitando responsabilmente (!) todo o aparato tecnológico do qual nos é disposto pela *realidade tecnológica*.

2.3.2 UMA NOVA ERA E A ESSENCIALIDADE DE REFLETÍ-LA: A CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA E SEUS DESDOBRAMENTOS

“[...] E o sistema criou o homem à sua imagem e semelhança e lhe disse:

Não terás outros deuses diante de mim!”

(Rubem Alves)

Posteriormente ao *período pré-tecnológico*, o ser humano experimentou um avanço avassalador dos labores técnico e científico na sociedade, resultando na

gênese de uma tecnificação da sociedade, sobre a qual a tecnologia se tornou um símbolo não só científico, mas também pessoal. Dessa forma, a *realidade tecnológica*, por um lado, configura-se como uma época de profusão inventiva nos campos tecnológico e científico, mas, por outro, não parece está fomentando um *ethos* orientado a democratizar um ambiente político e científico salutar para as pessoas, no sentido de permitir uma reflexão coletiva sobre as bases e consequências da tecnologia nos mais diversos setores da vida social.

Sob a ótica de Moraes (2009), a *civilização tecnológica* principiou a, chamemos, *era tecnológica* pelos idos finais do século XIX, e a mesma se estende até os dias presentes. Conforme o pesquisador, os dois principais fenômenos oriundos da *civilização tecnológica* foram, justamente, a ciência e a técnica, o que explica o poderio que a instituição científico-tecnológica exerce sobre as sociedades, daí as chamarmos de *civilizações tecnológicas* ou sociedades tecnológicas — reflexo também da separação do homem com a natureza, comparativamente a proximidade que tinham no *período pré-tecnológico*. Daí ter-se cunhado o termo “tecnociência”, referindo-se ao estado corrente da prática científica, a qual está ubiquamente relacionada com a tecnologia e com os interesses ligados ao mercado (Targa, 2014).

Como nos é bem sabido, a tecnologia conta com entusiastas e agressores, porém da mesma forma que ela não é permeada, tão somente, por benesses utilitárias para a humanidade, ela não é, de igual modo, um meio do ser humano perpetuar nefasta destruição para o mundo e, com efeito, a sua própria aniquilação (Moraes, 2009). Segundo Moraes (2009), o renomado escritor Mark Twain, notadamente, simboliza algumas das esperanças nutridas por tais entusiastas ao longo do tempo, a saber ele enxergava que a tecnologia iria propiciar as seguintes esperanças para a humanidade: desenvolvimento humano, crescimento contínuo dos valores individuais e coletivos, livre consciência para um maior discernimento da realidade e, por fim, um maior controle do homem com a sua própria historicidade.

Por outro lado, fato que não só é afirmado por agressores, a *civilização tecnológica* apresentou-nos alguns nocivos e contraproducentes dogmatismos científicos e tecnológicos, a título de exemplo podemos citar o cientificismo radical ou extremo, ou seja, de que a ciência é detentora do único tipo de conhecimento válido sobre a realidade, e a postura de aceitar que o sistema tecnológico impregne nossas vidas, sem tampouco ponderarmos criticamente como essa influência afeta o

nosso viver. Então, devemos mobilizar-nos com o intento de evitar uma aceitação passiva desses dogmatismos, porque isso implica um empobrecimento da vida interior, uma despersonalização do sujeito cognoscente (Morais, 2009).

Adicionalmente, o intenso progresso tecnológico que acompanhamos não deve fazer com que nos confundamos com o artificialismo das máquinas e dispositivos que criamos, como robôs e computadores, uma vez que essa situação pode transformar-nos em seres obsoletos, incapazes de atuar criticamente a respeito da realidade que moldamos. Nesse sentido, o professor e filósofo Regis de Moraes faz a seguinte ponderação respeitante aos modos que devemos lidar com o referido progresso:

[...] Voltamos a afirmar que uma contra-tecnologia ser-nos-ia, hoje, impossível. O que há é uma necessidade de que reinterpretemos a tecnologia, recolocando o *capital não-vivo* a serviço do *capital-vivo*; em outras palavras, há uma urgência de que neguemos a tecnologia como um *fim*, e a recoloquemos como um *meio* de afirmação do humano. (Morais, 2009, p. 112, grifos do autor)

Diante das considerações feitas anteriormente e procurando compreender melhor a mentalidade da *civilização tecnológica*, Erich Fromm (1965 *apud* Moraes, 2009) enuncia três princípios regentes da *civilização tecnológica* que, não por acaso, perduram na contemporaneidade, quais sejam: (a) "Tudo o que é tecnicamente possível de fazer-se, deve ser feito"; (b) "O atual avanço científico e tecnológico deve conduzir ao ideal da eficiência absoluta" e (c) "Quanto mais produzimos do que quer que produzimos, tanto melhor". Façamos, agora, breves comentários relativos a esses princípios.

Pairam sérios problemas no consentimento e aplicação, tácita ou explícita, do primeiro princípio, o princípio (a), visto que, conforme Moraes (2009), o mesmo afronta diretamente boa parte dos importantes valores éticos e sociais invocados pela tradição humanista, por exemplo o objetivo precípua de conservar a integridade humana mesmo que a detrimento de avanços tecnocientíficos em certas áreas — nessa perspectiva, não deveríamos avançar tanto em conhecimentos como os de inteligência artificial caso isso levasse a consequências degradantes para o conforto social e material do homem. Portanto, faz-se necessário que sejamos reflexivos à lógica defendida pelo princípio (a), até porque se não tivermos uma tomada de consciência frente às diretrizes tecnificantes e, muitas vezes, ameaçadoras ao humanismo, logo mais seremos vítimas das nossas próprias criações.

A defesa do princípio (b) é importante, desde que ponderadas e resguardadas algumas significações contidas no seu enunciado. Vejamos, o ideal tão almejado de eficiência absoluta é tão absurdo quanto irreal, pois é um conceito essencialmente relativo ao contexto social e cultural que estivermos tratando (Morais, 2009). Além do mais, temos que atentar que a condução pretendida pelo princípio não deve jamais ocorrer apartada de considerações sociais, éticas e políticas, dado que a todo avanço científico e tecnológico significativos (revolução industrial, transistor, inteligência artificial, etc.), corresponde a algumas implicações e mudanças à vida das pessoas (trabalho, saúde, educação, segurança, etc.).

O princípio (c), referido por Moraes (2009) como o *princípio da produção máxima*, é uma quimera da tecnificação, sedenta por quantidade em desfavor, claro, da qualidade. Para Morin (2008), o cientista curva-se a dois "deuses", o que exige o sacrifício de tudo em prol dos conhecimentos científico e tecnológico, denominado como o deus da ética do conhecimento; e o deus da ética cívica e humana, quer seja, o que busca contrabalançar o progresso irrefletido desenfreado dos conhecimentos citados. Culmina que, nos termos de Morin (2008), o princípio (c) leva-nos à servidão cega e custosa ao deus da ética do conhecimento, ignorando os problemas sociais, ecológicos e econômicos causados pela fatídica neurose de produzir cada vez mais e mais.

Tendo em vista tudo o que foi dito, clarifica-se que, a despeito de todas as críticas e aspectos negativos da *civilização tecnológica*, ela possui múltiplos méritos, visto que a mesma nos levou a aproveitarmos de diversas realizações tecnológicas que, com efeito, ajuda suprir nossas vidas, tanto no quesito socioeconômico quanto no de saúde. Mas é imperativo reforçarmos que se faz necessária uma "reumanização dos processos científico e tecnológico", visto que na sociedade contemporânea, a massificação da propaganda tecnocientífica tende a dirimir nossa liberdade psicológica e, direta e indiretamente, moldar-nos como espelho da própria sociedade tecnicista; isso pode resultar na perda das rédeas de nossa própria história, estrangulando o humanismo e a historicidade que dele decorre (Morais, 2009).

2.4 A EMERGÊNCIA DE UMA ATUAÇÃO CIENTÍFICA SOCIALMENTE CONSCIENTE E ATUANTE

Inicialmente, vale destacarmos que por "atuação científica" nos referimos aos valores que os cientistas adotam quando desempenham as funções positivas (deliberar, desenvolver, acrescentar) e as funções negativas (contestar, refutar, restringir) da ciência, todas referentes ao trato das hipóteses e ideias científicas e, de modo mais geral, das teorias científicas (Lacey, 2014). É importante também dizer que nem sempre a ciência é feita com consciência (Morin, 2008), quer pelos cientistas, quer pelas grandes corporações tecnológicas.

Isso se deve, em grande medida, segundo Targa (2014), a motivações extracientíficas (militares, industriais, comerciais, políticas) que, *per se*, não põem o devido relevo à problemática axiológica ou ética que subsiste nas atividades científicas, pois tais atividades não ocorrem à revelia da sociedade e de seus respectivos atores, mas do contrário, são realizadas por cientistas que, inseridos no contexto social, naturalmente podem, e, na verdade, devem, interessar-se e inteirar-se a respeito das possíveis implicações sociopolíticas que podem germinar das teorias científicas trabalhadas pelos mesmos. Na esteira disso, Bunge (2009) argumenta que a neutralidade axiológica, ou em outras palavras, a abstenção de todo e qualquer juízo de valor, não é preferível sob hipótese alguma, dado que existem valores objetivos que devemos proteger, por exemplo a verdade, a honestidade, a justiça e a paz.

Desta maneira, as soluções (ou como veremos, "quase-soluções") dos problemas provenientes da *realidade tecnológica* partirão de uma abertura filosófica e, propriamente, ética por parte dos cientistas, visto que, a despeito de não poderem se dedicar de todo quanto a isso, devido a formação acadêmica ou motivos congêneres, é indispensável um olhar ético para o labor científico, ou seja, enxergar de que modos a ponderação de valores éticos e sociais à sua atividade pode gerar bons ou, geralmente quando não se há tal ponderação, maus frutos para o mundo — desenvolvendo, assim, uma tentativa de recuperarmos a humanidade há muito obnubilada nos processos científico e tecnológico (Morais, 2009).

Analisando a "euforia tecnológica" experimentada pela *civilização tecnológica*, o autor e *copywriter* Eugene Schwartz (1975 *apud* Moraes, 2009) observou que o conjunto de soluções pensado para um conjunto de problemas tecnológicos específicos (fabricação, pesquisa, técnica) implica em outros problemas tecnológicos, gerando, segundo o autor, *heranças residuais*. Dessa forma, o que se configura nesse cenário não são soluções fixas, mas sim "quase-soluções" que

procuram cada uma dar conta do problema original, e vão se desenrolando a mais problemas tecnológicos (Morais, 2009). Assim, Schwartz (1975 *apud* Moraes, 2009) afirma que devido às características das quase-soluções, elas nunca levam a uma solução definitiva e, portanto, é inconcebível encontrarmos uma solução tecno-social completa e incorrigível.

Em que pese a consideração precedente (de que não existem soluções tecno-sociais definitivas), é fundamental que os cientistas saibam do papel que a ética exerce no seu respectivo trabalho, potencializando o seu poder decisório e a sua tomada de consciência a respeito dos objetos que estudam e de como se prosseguir as pesquisas, ponderando as implicações sociais que poderão surgir de tais trabalhos. A título exemplificativo, podemos citar a ascensão da inteligência artificial que mobiliza diversas mudanças na conjuntura social, pois altera a lógica de emprego e também a especialização para o trabalho, o que pode gerar um alto índice de desemprego e, assim, causar diversos infortúnios a várias camadas da população.

Em suma, a ciência, sob a tutela da tecnociência, está longe de ser um campo cognitivo (ou de conhecimento) desinteressado com a envergadura ética e social que seus resultados podem adquirir, o que não significa que seja subsumida uma orientação realista na apreciação dessa envergadura. Assim, segundo Targa (2014), há uma necessidade urgente de reorientar a discussão ética da ciência, visando uma efetiva diferenciação entre a imagem tradicional do saber científico, pautada no absolutismo dos ideais de neutralidade, imparcialidade e autonomia, e a realidade da prática científica na contemporaneidade, cuja complexidade afasta quaisquer ideais absolutos, inclusive os discriminados anteriormente.

Portanto, em contraste à visão tradicional — acrescentaríamos “ingênua” — da ciência, o que a realidade da pesquisa científica exprime é um profundo canal de relações entre a tecnociência e a tecnologia para a sociedade contemporânea (Targa, 2014). Daí a importância de considerarmos as questões científicas a partir não só de lentes epistemológicas, mas também pelas lentes da ética.

3 PANORAMAS HISTÓRICOS E TEÓRICOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Este capítulo apresenta alguns marcos histórico-culturais importantes relacionados à história da robótica, bem como o que se entendia como robótica e os significados que ela ganhou no decorrer do tempo. Além disso, analisamos brevemente o impacto da robótica na literatura e cinema, e sua importante e forte relação com a educação, o que levou a Robótica Educacional (RE). Por fim, comentamos os resultados de algumas pesquisas quanto ao ensino e aprendizagem da RE a partir de diversas perspectivas, pontuando algumas propostas criativas e reflexivas de trabalhar a robótica na educação.

3.1 BREVE INTRODUÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL DA ROBÓTICA

A robótica é uma área em franco desenvolvimento tecnológico nos tempos atuais, o que a demarca, também, como um importante meio para o aperfeiçoamento de materiais, técnicas e instrumentos usados em diversas atividades científicas, como, por exemplo, robôs para explorar o solo de outros planetas e os sistemas robóticos responsáveis por alguns setores da indústria (automotivo, metalúrgico, alimentício, etc). Até nas nossas atividades mais cotidianas, há uma relevante inserção da robótica, como, a título de exemplo, nos eletrodomésticos, elevadores, aparelhos eletrônicos, etc (Azevedo; Aglaé; Pitta, 2010). Sendo que, como veremos, a robótica é uma área relativamente jovem, cujas origens datam do século XX, década de 1920.

O termo *robô* figurou pela primeira vez no ano de 1921 na peça teatral do dramaturgo tcheco Karel Capek intitulada "Rassum's Universal Robots (RUR)", originando-se da palavra tcheca *robotnki* que significa servo (Zilli, 2004). Nesta peça, acompanhamos a estória de um destacado cientista que intenta construir humanoides — robôs com uma aparência estética análoga a dos seres humanos — pré-programados, desenvolvendo uma substância química, cujo objetivo é a delegação dessas máquinas, ao invés dos homens, para realizar trabalhos físicos e braçais (Del, 2014). Concepção essa que observamos ser sintomática de muitas pessoas, quer seja, a concepção/imagem de que os robôs não passariam, *a priori*, de meras máquinas serviçais com o dever de nos servir e substituir quanto a trabalhos braçais ou repetitivos, sem nenhuma autonomia ou criatividade. De um

ponto de vista mais técnico, a R.I.A (Robotics Industries Association) define robô da seguinte maneira:

Robô é um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para desempenhar uma variedade de tarefas. (Azevedo; Aglaé; Pitta, 2010, p. 2)

Deste modo, podemos definir um robô como um tipo de máquina capaz de se mover e manipular diversos objetos, fazendo isso de modo autônomo, ou seja, sem a necessidade de um controle externo contínuo sobre ela. De acordo com Russell e Norvig (2013), existem diversos tipos de robôs, geralmente construídos em função das atividades que desempenharão e, igualmente, distinguem-se em razão de alguns elementos, elencados pelas seguintes categorias: atuadores (braços, pernas, mãos, pés), sensores (dispositivos para detecção de calor ou água, por exemplo), computadores (as instruções específicas ou algoritmos que regem o controle do robô) e equipamentos ou mecanismos (ferramentas e/ou equipamentos mecânicos).

Foi nos idos da década de 1940 que a robótica teve um grande impulso para sua popularização, e isso deveu-se, em grande medida, ao trabalho do escritor russo Isaac Asimov; conceituando o robô como uma espécie de máquina, cuja aparência se assemelha com a dos humanos, porém desprovido de sentimentos, e seria programado por seres humanos e cumpririam certas regras éticas de conduta (Romano; Dutra, 2002). Ele chegou a escrever mais de 500 publicações com a temática de robô, sempre defendendo a ideia de que tais máquinas podem (e devem) ser de grande serventia para a humanidade, haja vista, segundo Asimov, elas poderem proteger-nos do mal.

Considerando as nuances das terminologias "robótica" e "robô", M. Lee afirma:

A robótica é a ciência dos robôs – máquinas que podem ser programadas para realizar uma variedade de tarefas de forma independente, sem intervenção humana direta. Embora os robôs na ficção científica tendam a ser andróides ou humanoides (robôs com formas humanas reconhecíveis), a maioria dos robôs da vida real, especialmente aqueles projetados para uso industrial, não se parecem fisicamente com os humanos. Os robôs normalmente consistem em pelo menos três partes: uma estrutura mecânica (mais comumente um braço robótico) que permite ao robô afetar fisicamente a si mesmo ou ao ambiente de sua tarefa; sensores que coletam informações sobre propriedades físicas como som, temperatura, movimento e pressão; e algum tipo de sistema de processamento que transforma dados

dos sensores do robô em instruções sobre quais ações realizar. (Franceschetti, 2018, p. 250, tradução nossa)³

Assim, percebemos que a presença da robótica permeia amplamente diversas esferas de nossa existência. Essa presença, cujo alcance não se limita apenas aos humanoides, que são robôs com características semelhantes às humanas, estende-se também a uma variedade de dispositivos robóticos e máquinas automatizadas que se destacam de nossa concepção tradicional, mais comum, de robôs. A diversidade de manifestações robóticas, expressa pelos diferentes tipos e aplicações de robôs, evidencia a expansão significativa da robótica em nosso cotidiano, desempenhando papéis variados e influenciando dinamicamente a interação entre a tecnologia e a vida cotidiana. Logo, a intersecção diversificada contribui para moldar não apenas a forma como concebemos a robótica, mas também como ela molda a experiência humana em diferentes contextos.

3.2 O NECESSÁRIO ENCONTRO ENTRE A EDUCAÇÃO E A ROBÓTICA

A relação e, conseqüente, diálogo entre robótica e educação remonta aos anos 1980, quando se principiou estudos e pesquisas lideradas pelo cientista Seymour Papert, no MIT (Massachusetts Institute Technology) nos Estados Unidos, com o intento de desenvolver estratégias de ensino da cibernética para crianças, procurando trabalhar com aspectos de programação e, igualmente, como aliá-los com blocos de montagem para crianças chamados LEGO; além disso, foi-se acrescentando motores e vários tipos de sensores, visando proporcionar às crianças uma iniciação aos estudos de robótica e, por conseguinte, potencializar as atividades de intelecto nas crianças (Brito, 2019; Zilli, 2004).

Já no Brasil, a implementação da Robótica Educacional (RE) — também chamada de Robótica Pedagógica — está em curso há cerca de três décadas, primeiramente em instituições públicas do Ensino Superior e, mais recentemente,

³ “Robotics is the science of robots—machines that can be programmed to carry out a variety of tasks independently, without direct human intervention. Although robots in science fiction tend to be androids or humanoids (robots with recognizable human forms), most real-life robots, especially those designed for industrial use, do not resemble humans physically. Robots typically consist of at least three parts: a mechanical structure (most commonly a robotic arm) that enables the robot to physically affect either itself or its task environment; sensors that gather information about physical properties such as sound, temperature, motion, and pressure; and some kind of processing system that transforms data from the robot’s sensors into instructions about what actions to perform.”

em instituições públicas e privadas dos Ensinos Fundamental e Médio (D'abreu; Aihara, 2019). Conforme Brito (2019), o principal interesse das instituições de pesquisa para a adoção e desenvolvimento da disciplina de RE nas escolas gira em torno da informatização no ensino, o que é corroborado pela grande ênfase em torno de metodologias práticas com kits de robótica, histórica e notadamente, o kit LEGO.

A despeito disso, ainda hoje se observa um grande enfoque em estratégias e metodologias que primam, às vezes tão somente, por um processo educativo centrado em atividades práticas com kits de robótica, tal qual o kit Arduino. Ora, muitas das definições e significados que encontramos na literatura quanto a RE denotam essa característica pungente do *fazer técnico*, da praticidade de montagem dos kits; por exemplo, segundo o Dicionário Interativo da Educação Brasileira, a RE ou Robótica Pedagógica se conceitua como:

Termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Em ambientes de robótica educacional, os sujeitos constroem sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma. (Menezes, 2015, on-line)

À medida que avançarmos na discussão, veremos claramente que o emprego exacerbado e unidirecional, descrito anteriormente, em metodologias práticas pode se transformar em um empecilho para aproveitarmos plenamente as potencialidades que a RE pode descortinar. Entre essas potencialidades, destacam-se, por exemplo, a desfragmentação do conhecimento, a promoção da interdisciplinaridade e o desenvolvimento da autonomia crítica em relação ao ambiente físico e sociopolítico circundante. Nesse contexto, portanto, é crucial reconhecer que uma abordagem mais equilibrada e flexível pode propiciar uma exploração mais eficaz dessas capacidades, permitindo que os benefícios da RE se manifestem de maneira mais ampla e significativa no processo educacional.

3.2.1. A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO CONTEXTO DO NOVO ENSINO MÉDIO

O advento do Novo Ensino Médio trouxe diversas mudanças de ordem curricular, estrutural e metodológica, tanto nas escolas quanto na docência; o que impactou, sobremaneira, o ensino na Educação Básica e, por conseguinte, o processo de ensino-aprendizagem. Devido a uma lógica neoliberal e mercadológica,

infelizmente ainda muito presente no Brasil, as políticas e orientações para currículo e metodologia na educação costumam possuir um viés tecnicista e, parafraseando Paulo Freire, “bancário”, onde o aprendiz desempenha um papel passivo, recebendo “depósitos” de conhecimento por parte do educador (Freire, 1997). Esses depósitos consistem em informações compartimentalizadas e, muitas vezes, desprovidas de relevância concreta em relação à vivência real do aluno.

Não obstante a esse contexto, a RE ganhou alguns importantes aportes teóricos no que tange a BNCC (Base Nacional Curricular Comum), ressaltando alguns pontos importantes referentes aos aspectos e às características que os conhecimentos de robótica, conjugados com a devida aplicação prática (por exemplo, kits robóticos), podem acrescentar à aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, o texto da BNCC dispõe sobre o pensamento computacional, cujos traços estendem-se desde a resolução de problemas, abstração para resolver problemas de relativa complexidade, projetos de sistemas e pensamento recursivo; o que proporciona habilidades de um pensar criativo, lógico e tecnológico (Marques, 2023a, 2023b). De acordo com o documento citado, o pensamento computacional “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática (...) (Brasil, 2018, p. 474)”.

Além disso, a redação da BNCC (Brasil, 2018) traz, explicitamente, como alguns dos estudos componentes dos arranjos curriculares que podem ser trabalhados na matemática e suas tecnologias, a robótica, automação, programação e inteligência artificial — os três últimos campos altamente presentes na robótica.

Em decorrência do exposto, observamos que, nos dias correntes, tanto a BNCC quanto outros Documentos Orientadores da Educação Básica, buscam implementar estratégias e propostas curriculares que versem sobre tópicos acerca da tecnologia, técnica e ciência, pois figuram como assuntos de abundante aplicação (industrial, social, política) e presença na sociedade. Todavia, ainda resta, evidentemente, a questão de como e para que são e devem ser trabalhados tais tópicos dentro da RE. Adicionalmente, assinalamos que a simples execução de procedimentos para o funcionamento, por exemplo, de alguma função ou sensor do arduino — algoritmização acrítica que vem sendo desenvolvida em muitas escolas — é um redutor de sentido. Desse modo, torna-se uma contradição que coloca o aluno como um mero receptor ou executor da tecnologia, sem compreendê-la ou

refletir o seu uso e, claro, suas implicações, o que aproxima essa educação de uma educação bancária.

3.3 PARADIGMAS E PERSPECTIVAS DO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Ao pesquisarmos a literatura acerca da Robótica Educacional (RE), não é necessário muito para constataremos que as pesquisas em RE, seja a nível de graduação ou mestrado, vem se somando cada vez mais devido a uma série de fatores (alguns já percorridos neste trabalho). Essa série de fatores alonga-se desde as características e movimentos tecnológicos, quase que onipresentes na sociedade atual, até a crescente inserção de instrumentos didáticos digitais, ambientes virtuais e conteúdos pertinentes à robótica nas salas de aula. À vista disso, é essencial pormos em relevo a essencialidade das pesquisas relacionadas à robótica na educação lidarem com as possibilidades e oportunidades que tais tecnologias — quando e desde que conduzidas por estratégias e metodologias adequadas — oferecem.

Não é por outro motivo, tampouco, que uma parcela dos trabalhos relativos à robótica no contexto educacional, orientam-se mediante o estudo do processo de ensino-aprendizagem de metodologias que, fundamentalmente, levam em conta o dinamismo desencadeado pelo trabalho colaborativo entre o alunado; posto que a colaboração mútua eleva a motivação, reverberando no crescimento do pensamento crítico e senso de pluralidade da turma (Azêvedo; Francisco; Nunes, 2017). Em contrapartida, segundo os autores, a literatura de RE abrangida no período de 2010 - 2017 revela-nos também que, tristemente, acha-se uma significativa carência de trabalhos que empregam a metodologia descrita acima ou correlata, indicando que não houve um progresso expressivo na produção acadêmica do período mencionado.

Relativo à formação docente, existe uma grande preocupação, nacional e internacional, visto que a maioria das formações docentes para o ensino de robótica não se distinguem quanto à área de formação dos professores; além disso, muitas vezes a utilização de kits é feita de modo desorientado para os alunos, o que acaba prejudicando a aprendizagem dos mesmos (Freitas Neto; De Castro, 2021).

Conforme Brito (2019) em sua revisão sistemática que abrangeu os anos de 2001 a 2017, constatamos que nesse período houve uma considerável insuficiência

no que concerne ao número de pesquisas sobre RE, notadamente referente às teses de doutorado. Paralelamente a isso, ele destaca que quase toda a produção científica em RE no período apreciado concentrou-se nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste.

Outrossim, os principais campos teóricos que vêm ensejando investigações na RE, dentre outros, são: relação entre tecnologia e educação, inteligência artificial e construtivismo (Brito, 2019). Perante a esses dados, observamos que, de fato, existe um grande interesse no estudo da disciplina em pauta, conjugando-o com a intersecção de temáticas bastante presentes no cenário tecnológico há tempos, sendo a “inteligência artificial” uma das principais temáticas.

3.4 CAMINHOS CRÍTICOS, CRIATIVOS E REFLEXIVOS PARA UMA EDUCAÇÃO POLISSÊMICA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

O presente tópico exemplifica como podemos desenvolver uma educação polissêmica — referimo-nos com esse termo a uma educação multissignificativa para os alunos e docentes, apresentando mais de um sentido não só para o arcabouço teórico do aluno, mas também para sua formação cidadã — da Robótica Educacional (RE) no contexto do Ensino Médio (EM), a partir de aportes teóricos direcionados a promoção de uma maior criticidade social e tecnológica à turma. Para tanto, tomaremos como exemplo para refletirmos e discutirmos tal abordagem, a tese de dissertação de mestrado, datada de 2012, de Rodrigo Barbosa e Silva, cientista da computação e doutor em Tecnologia, intitulada "Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade".

De acordo com Silva (2012), a prática educativa em robótica necessita de um maior estudo reflexivo sobre os significados e os usos dos artefatos tecnológicos usados na robótica (kits e sensores, por exemplo), propiciando um aprimoramento e aprofundamento da visão de tecnologia dos alunos. Nessa direção, o pensamento do filósofo Álvaro Vieira Pinto (doravante Vieira Pinto) discute maneiras que o professor pode estimular um conhecimento mais amplo e crítico da tecnologia; explorando, assim, uma perspectiva social da construção de artefatos tecnológicos, o que mostrará que a noção ingênua de tecnologia é danosa para o aprendizado de RE (Silva, 2012). Desse modo, Vieira Pinto defende que a estimulação de um

espírito mais crítico e criativo para o educando está relacionado a um aprendizado com conexões sociais e culturais.

É nessa toada que Silva (2012) vai afirmar que o pensamento de Vieira Pinto leva-nos a constatação de que o ensino da RE não deve ser constituído apenas de atividades empíricas, por exemplo a montagem de kits robóticos, mas também de momentos de reflexão a partir do estudo de conceitos e resultados teóricos que a cibernética oferece em comunhão com a robótica, o que, segundo Vieira Pinto, possibilitaria uma interpretação dialética do que a ciência empírica oferece — compreendendo que a proposta educacional não deve ser produzir um objeto ou artefato ao findar o trabalho, e sim como refletir e analisar os conhecimentos no decorrer da prática educacional. A partir disso, Silva destaca que dentro do ensino de RE:

é mais “educativo” que o verdadeiro trabalho não termine com a construção do objeto, mas que o retorno à mente criadora seja a melhor experiência em todo o processo. Em suma, ao dedicarem tempo à exploração da robótica, os alunos deveriam refletir sobre o significado do artefato e sobre a concepção anterior que levou ao final desejado. O interessante é que os alunos assimilem a construção de um objeto robô para expandirem a visão de tecnologia que possuíam anteriormente. (Silva, 2012, p. 89)

Com efeito, as aulas de RE não devem se limitar, tão somente, na montagem de protótipos de robôs ou objetos correlatos, mas sim, em um percurso formativo que leve os discentes a compreenderem como tais objetos são montados e de que modo a partir deles podemos tecer reflexões a respeito de diversas consequências do desenvolvimento tecnológico.

4 UMA ABORDAGEM UNINDO LUDICIDADE E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

O presente capítulo discorre sobre a ludicidade, algumas características e elementos que nos auxiliam na definição do que é lúdico e algumas relevantes teorias da ludicidade, bem como a aplicabilidade da ludicidade na educação. Logo após, justamente a partir de alguns dos pressupostos teóricos tratados da ludicidade, dialogados com alguns conceitos e elementos já tratados acerca da Filosofia da Ciência (FC), discutiremos o que entendemos e definimos como *abordagem lúdico-filosófica*, destacando como ela pode ser trabalhada no ensino de ciência, ideal e naturalmente, sob certas condições.

4.1 LUDICIDADE

O conceito de ludicidade e, mais comumente, aquilo que designamos como lúdico, são termos que não possuem uma significação padrão, o que os tornam convencionados pela comunidade acadêmica de diversas maneiras, às vezes díspares. Isso se deve, em parte, por razão da palavra ludicidade não existir em muitos idiomas, por exemplo o inglês, espanhol e francês; embora seja uma palavra que esteja densamente presente no contexto educacional, frequentemente figurando em trabalhos acadêmicos (Massa, 2015).

Não obstante o caráter relativo do significado de ludicidade, Massa (2015) afirma que, partindo de estudos históricos acerca da etimologia e semântica do conceito em destaque, observamos que o lúdico se relaciona com jogos, exercícios, brincadeira recreação etc., o que nos guia a uma noção de despreocupação e alegria. Dito isso, cabe pontuarmos que, consoante a autora, o conceito de ludicidade não se refere, única e exclusivamente, a ação infantil e seus desdobramentos e efeitos — a ludicidade também diz respeito aos desdobramentos e efeitos provenientes da ação dos adultos.

Diante da polissemia que a ludicidade traz à tona, as características pertinentes a ela nos levam às seguintes concepções do lúdico: uma experiência de intercompreensão criativa e um estado interno do sujeito. Veremos que a primeira concepção nos conduzirá à ideia de lúdico como estado da consciência defendida por Cipriano Luckesi (Massa, 2015; Luckesi, 2014). Já a segunda concepção refere-se ao modelo orquestral da ludicidade desenvolvido por Lopes (2014), cuja

proposta é que a ludicidade se relaciona com a comunicação e é facilitadora dos processos de interação humana.

Conforme vimos anteriormente, Luckesi (2014) defende que os resultados das atividades lúdicas são percebidos externamente, ao passo que eles são oriundos do estado interno ou, equivalentemente, da experiência interna de cada sujeito. Para este autor, portanto, a ludicidade, também chamada de experiência lúdica, é percebida e expressa apenas pela vivência do próprio sujeito cognoscente; logo, as atividades lúdicas (jogos simbólicos, brincadeiras, jogos de regras, entre outros) se distinguem do conceito de ludicidade, visto que a ludicidade pode brotar de "qualquer atividade que faça os nossos olhos brilharem", ou seja, leve-nos à plenitude.

Diferentemente da visão de Luckesi a respeito da ludicidade, a Teoria Orquestral da Ludicidade, proposta por Lopes (2014), postula as premissas básicas de que a ludicidade é uma comunicação humana, além de possuir as seguintes características: consequencial, modo de aprendizagem e ser mutável; e configura-se como uma condição de ser do humano (Massa, 2015). Ademais, considerando a gama de perspectivas e teorias formuladas acerca da conceituação de ludicidade, a pesquisadora Lopes (2004 *apud* Massa, 2015) assume que a ludicidade ultrapassa uma mera manifestação do sujeito, e possui um vínculo, uma integração, à vida dele. E, dessa maneira, considerando a dimensão lúdica como constituinte natural da formação do indivíduo, ressaltamos o conectivo essencial existente entre a ludicidade e a educação.

Em suma, Massa (2015) apresenta-nos uma síntese integradora quanto às duas teorias da ludicidade tratadas, cujos os enfoques dividem-se em dois: objetivo e subjetivo. O enfoque objetivo toma a ludicidade como um fenômeno extrínseco ao sujeito, ou seja, leva em conta o contexto social e a coletividade. De outro lado, o enfoque subjetivo apresenta a ludicidade como um fenômeno interno ao indivíduo, por isso mesmo intrínseco, caracterizando-se como uma forma de ação conjoinada com o pensamento (Massa, 2015). Por isso, dentro do contexto educacional, a ludicidade possibilita e estimula a aprendizagem, por exemplo, da ética e de conceitos que gravitam em torno dela, dado que a ação lúdica, na concepção da pesquisadora em pauta, oferece-nos uma interseção entre as dimensões interna e externa do aluno, direcionando-o a uma sensação de plenitude diante e através do saber. Assim, a professora Monica de Souza Massa considera que:

Vivenciar a educação lúdica é estar presente e inteiro como docente e viabilizar o mesmo para os seus alunos. É praticar uma educação que integra, ao invés de separar mente de corpo ou sentimento de razão, considerando as diversas possibilidades. (Massa, 2015, p. 128)

Para concluir, a pesquisadora em questão elenca os seguintes elementos constantes da sua proposta de ludicidade concernentes às teorias dos autores largamente tratados no tópico: contexto lúdico, situação lúdica, manifestação lúdica e condição lúdica. Baseando-se em Massa (2015, p. 127), brevemente temos que: contexto lúdico "é o espaço-tempo no qual o indivíduo vivencia a situação lúdica"; situação lúdica configura-se como a experiência do indivíduo diante de uma manifestação lúdica; manifestação lúdica é a forma que "a ludicidade se revela, se expressa, através do indivíduo"; e condição lúdica é, tão simplesmente, o estado interno do sujeito, existente "antes de qualquer manifestação de natureza lúdica" e possibilitador da mencionada sensação de plenitude ante o saber.

4.2 ABORDAGEM LÚDICO-FILOSÓFICA

Entendemos — e construímos — como *abordagem lúdico-filosófica* àquela que se fundamenta na reunião dos conceitos de ludicidade, consoante a proposta de Massa (2015), e de investigação filosófica, no caso da Filosofia da Ciência (FC), de acordo com as considerações epistemológicas anteriores de Fatturi (2010), Morin (2008) e Targa (2018), além das importantes ponderações de Alves (1981), Bunge (2009, 2012), Moraes (2009) e Lacey (2014). É pertinente dizer também que pesquisamos o termo “abordagem lúdico-filosófica” e sua respectiva tradução para o inglês e o espanhol, ou seja, “playful-philosophical approach” e “acercarse lúdico-filosófico”, justamente para saber se ele já havia sido usado ou continuava sendo usado.

Referente à pesquisa do termo “abordagem lúdico-filosófica” e suas duas traduções mencionadas, procuramos verificar se existia registro do mesmo no *Google Scholar* e também no navegador comum no *Google Chrome*, no período de novembro de 2023 e, posteriormente, no mês de janeiro de 2024. O resultado foi que nenhum trabalho pesquisado possui no título, resumo ou palavras-chave o termo em pauta, a despeito de possuir termos homólogos (similares), porém com significados distintos daquele que estruturamos, tais quais enfoque lúdico filosófico e playful philosophical approaches.

A *abordagem lúdico-filosófica*, portanto, constitui-se como um tipo de abordagem teórica, na medida em que se propõe a orientar a ação docente a partir de certos preceitos e objetivos, e de cunho educacional, na medida que se propõe a ser um aporte para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem em aulas que trabalhem, direta ou indiretamente, com a natureza e os fundamentos da ciência. É uma abordagem cujos fundamentos congregam, dialógica e harmoniosamente, a proposta de ludicidade mencionada e os conhecimentos da FC — sob o enfoque em duas áreas importantes: epistemologia e axiologia.

Em outras palavras, trata-se de uma abordagem que propõe a apresentação, exposição ou ensino dos conceitos, apontamentos e implicações das teorias e ideias da FiC (destacando-se as duas áreas sublinhadas no parágrafo anterior), por intermédio de uma roupagem lúdica ou, por outros termos, a partir de uma metodologia que exprima ludicidade, entendendo-a como uma maneira de alcançar a plenitude através do saber e, conseqüentemente, sentir-se inteiro no decorrer da aprendizagem dos saberes científicos e suas implicações, além das demais problemáticas concernentes a FC conforme o exposto no texto a respeito de Targa (2018).

Diante disso, façamos um rol de premissas que a *abordagem lúdico-filosófica* se presta a cumprir:

- (i) Dada a relevância ímpar de implementar a educação científica no contexto escolar, faz-se interessante a apresentação dos conceitos científicos e suas relações com a vida social, política e ética a partir de um ensino lúdico nos termos de Massa (2015), pretende-se, pois, permitir um maior ensejo dos discentes e, também, do professor quanto aos conhecimentos discriminados;
- (ii) Considerando as complexidades que nos deparamos ao ensinar didaticamente as formas que o(s) método(s) científico(s) é(são) engendrado(s) e as diversas implicações sociopolíticas decorrentes dele(s), a abordagem proposta busca dirimir parte dessas dificuldades, posto estimular uma conduta docente propositiva para atividades metodológicas que enseje o discente a lidar com tal conhecimento de modo pleno e integral;
- (iii) Procura realçar o protagonismo estudantil, estimulando uma conduta crítico-reflexiva perante a aprendizagem das questões científicas e extracientíficas,

ressaltando como ambos os tipos de questões se relacionam e, portanto, devem ser estudadas cuidadosamente — desse modo, a ludicidade contribui pois não tornar a seriedade e as complexidades dessas problemáticas como assuntos pedantes para os discentes, ou pior, assuntos desimportantes;

(iv) Mostrar que a filosofia pode acrescentar bastante na aprendizagem e ensino dos mais diversos problemas decorrentes da tecnociência que a sociedade enfrenta, notadamente tecnológicos e sociais; sendo a ludicidade uma forma de potencializar a percepção da importância da filosofia, principalmente a FC.

Em suma, a presente abordagem foi elaborada, ainda de modo inicial, no intuito de aliar as potencialidades do conhecimento de FiC com os conceitos de ludicidade, uma vez que, conforme o que podemos apurar, os dois saberes possuem um vasto potencial para o ensino e, quando pensados simbioticamente, este potencial só se eleva.

5 METODOLOGIA

Este capítulo aborda como foi a consecução deste trabalho de pesquisa, explicitando o local, instrumentos didáticos e atividades que lançamos mão; cujo objetivo geral da pesquisa foi propor e analisar uma sequência didática para uma introdução, com abordagem lúdico-filosófica, à disciplina eletiva de Robótica Educacional no Ensino Médio. Finalmente, a abordagem usada para a presente metodologia foi a pesquisa qualiquantitativa.

5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O nosso trabalho trouxe uma abordagem qualiquantitativa (também chamada de abordagem mista), visto permitir um estudo aprofundado a respeito de determinado grupo social, buscando os motivos para os comportamentos observados e dados colhidos, através de um enfoque tanto em dados qualitativos como em dados quantitativos (Creswell, 2010). Dessa forma, a pesquisa qualitativa busca analisar os conhecimentos que não são quantificáveis, mas são importantes constituintes para o entendimento e compreensão da dinamicidade social do grupo tratado.

Ainda consoante a aceção de Creswell (2010), o pesquisador analisa os dados de sua pesquisa a partir da técnica quantitativa, por exemplo a análise numérica inferencial, e a técnica qualitativa, como a descrição e texto temático. Sendo que a interação dessas duas técnicas pode auxiliar bastante o pesquisador na descrição, explicação e compreensão dos dados respeitantes ao trabalho em questão.

Conforme o pesquisador acadêmico John W. Creswell, existem vários acadêmicos que buscam elaborar procedimentos de pesquisa mista com vistas a lidar com diferentes objetos de pesquisa, o que se justifica por diversas razões:

Esses procedimentos se desenvolveram em resposta à necessidade de esclarecer o objetivo de reunir dados quantitativos e qualitativos em um único estudo (ou em um programa de estudo). Com a inclusão de métodos múltiplos de dados e formas múltiplas de análise, a complexidade desses projetos exige procedimentos mais explícitos. Esses procedimentos também foram desenvolvidos, em parte, para atender a necessidade de ajudar os pesquisadores a criar projetos compreensíveis a partir de dados e análises complexas. (Creswell, 2010, p. 211)

Por fim, o nosso trabalho constituiu-se da elaboração de uma sequência didática (SD), cujos os pormenores serão explicados no tópico subsequente. Já a fim de avaliarmos como foi a experiência e a aprendizagem dos discentes no percurso formativo apreciado, serão analisadas as respostas dos mesmos em um formulário que foi aplicado posteriormente.

5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Como já foi expresso antes, o presente trabalho versa sobre a proposição de uma sequência didática (SD), também chamada de sequência de atividades de ensino/aprendizagem, para a introdução da disciplina eletiva de Robótica Educacional (RE), através de uma abordagem lúdico-filosófica. Conforme Zabala (1998), a SD se constitui como um conjunto de atividades que, ordenadas, estruturadas e articuladas, geram uma unidade temática, cujos objetivos são conhecidos tanto pelo docente quanto pelo discente, tanto no princípio quanto no término das atividades; de modo que há uma clareza e explicitação das intenções educacionais.

Alternativamente, as SDs podem ser entendidas em função da conceituação, feita por Zabala (1998, p. 18), de *unidades didáticas*, quer seja, "sequências de atividades estruturadas para a realização de certos objetivos educacionais determinados". Portanto, considerando o conceito de *unidades temáticas*, o escritor Antoni Zabala assim define as SDs:

As sequências de atividades de ensino/aprendizagem, ou sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhes atribuir. (Zabala, 1998, p. 20, grifos do autor)

Assim, a implementação da SD no ambiente escolar possui um grande valor educacional, porque possibilita diversas alternativas para um processo de ensino e de aprendizagem mais sólido e significativo, incrementando a atuação do professor em direção a um estudo mais aprofundado dos assuntos trabalhados, visto que

haverá um fio condutor entre eles e o percurso formativo do ensino será realizado, paulatina e continuamente, com a aprendizagem da turma.

Vale ressaltar que não existe apenas uma metodologia para a construção de uma SD, mas sim, como bem assevera Zabala (1998), é na medida que o professor conhece e compreende as necessidades educacionais dos alunos que ele pode e deve delimitar os objetivos e procedimentos metodológicos da SD que mais se conforma diante das peculiaridades daquela realidade educacional.

No que tange aos conteúdos de aprendizagem das respectivas sequências de atividades de ensino/aprendizagem, Zabala (1998) os divide em três categorias: *conceituais*, *procedimentais*, *atitudinais* e *factuais*. A primeira categoria refere-se àqueles conteúdos que compartilham comumente objetos, símbolos ou fatos, exercendo uma grande importância para a contextualização dos saberes estudados. Os conteúdos *procedimentais*, diferentemente, consistem em ações que se destinam para a consecução de determinados objetivos — por isso mesmo, esta categoria relaciona-se com as aplicações dos conhecimentos trabalhados.

Por fim, temos os conteúdos *atitudinais*, em que primeiramente, os conteúdos *atitudinais* agrupam os conteúdos em valores, atitudes e normas, cujas algumas características se diferenciam das outras:

As características diferenciadas da aprendizagem dos conteúdos atitudinais também estão relacionadas com a distinta importância dos componentes cognitivos, afetivos ou condutuais que contém cada um deles. Assim, os processos vinculados à compreensão e elaboração dos conceitos associados ao valor, somados à reflexão e tomada de posição que comporta, envolvem um processo marcado pela necessidade de elaborações complexas de caráter pessoal. (Zabala, 1998, p. 47, grifos do autor)

Já os conteúdos *factuais* se distinguem das categorias anteriores em virtude de constituir-se como uma categoria relativa ao "conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares". Podemos citar como exemplos a idade, a localização de alguma cidade, axiomas matemáticos, etc. (Zabala, 1998).

Tendo em vista o que foi dito, nos baseamos na teoria de Zabala (1998) para a construção de uma SD contemplando uma introdução à disciplina eletiva de RE, no ano de 2023, em duas turmas do Ensino Médio em uma escola técnica estadual, situada na cidade de Caruaru - PE. Essa empreitada ocorreu no primeiro bimestre do referido ano, sendo realizada em duas turmas de 2º ano, 2º PAV A e 2º PAV B (a sigla "PAV" significa "Produção de Áudio e Vídeo"). A primeira turma citada tinha 23

alunos e a segunda 25 alunos. Vale ressaltar que a SD não correspondeu a toda a eletiva, pois como enfatizamos anteriormente ela foi desenvolvida na introdução da disciplina, quer seja, nas primeiras 6 aulas — cada aula ocorrida em uma semana, logo a SD se desenrolou no período de 6 semanas ou 1 mês e meio. Posteriormente trabalhamos os aspectos mais técnicos da disciplina de RE, trazendo o uso de kits de robótica.

Decidimos introduzir a disciplina de RE aos alunos através de uma abordagem dialógica entre ludicidade e Filosofia da Ciência (FC), o que culminou no que definimos como *abordagem lúdico-filosófica*. A escolha desse tipo de abordagem justifica-se pelos ganhos que resultam da ludicidade para as atividades didáticas, principalmente por favorecer o crescimento de um ambiente educativo cujas trocas de aprendizagem não sejam vistas como penosas pelos alunos, e de fato a turma se engaje com os conteúdos da disciplina. Aliado a isso, a FC promove um riquíssimo leque de debates, problemáticas e discussões que a robótica desvela ao estudarmos os seus conceitos e consequências à luz do conhecimento filosófico da ciência, sociedade e ética.

Figuras 1 e 2: Aula introdutória sobre robótica.





Fonte: elaboração própria em 2023.

Assim, inicialmente, decidimos elaborar uma SD que vinculasse tanto os conceitos e discussões inerentes à nossa disciplina, quer seja, a RE, como também a vicejante área da FC que, sob seus domínios, aborda e aprofunda os problemas éticos, morais e sociais que a robótica implica, bem como a relação destes com a ciência. Decidimos elaborar essa SD de modo tal que consistisse em três módulos ou etapas, cujo cada um durou duas aulas. Em cada módulo, propusemos e indagamos os alunos acerca do respectivo conteúdo trabalhado, bem como das implicações, conexões e desdobramentos com áreas afins — atentando sempre para provocar e permitir que a turma expressasse suas experiências e conhecimentos frente ao conteúdo visto.

Em adição a isso, no mais das vezes buscamos pontuar para a turma o vanguardismo que os conteúdos da RE descortinam, por exemplo a presença maciça de dispositivos robóticos na vida cotidiana (automóveis, eletrodomésticos, dispositivos eletrônicos etc.), a transformação estética dos humanoides, e o impacto da inteligência artificial (IA) e como ele pode influenciar, positiva ou negativamente, o mercado de trabalho e as relações sociais em geral, principalmente considerando que vivemos uma contemporaneidade cada vez mais imersa em um mundo dependente da tecnologia.

Tanto a proposta de sequência didática como os resultados obtidos a partir da sua realização serão apresentados no próximo capítulo.

5.3 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

Conforme dito anteriormente, a sequência didática (SD) foi aplicada a duas turmas, 2º PAV A e 2º PAV B, cujo um formulário digital (*Google Forms*) foi enviado para as respectivas turmas responderem após o término das atividades da SD. Contudo a avaliação da SD em questão será feita mediante o levantamento de dados e a análise do referido formulário digital apenas da turma 2º PAV A, por quatro motivos: a natureza aberta das questões que implica em uma análise mais detalhada, o expressivo número de respostas somadas das duas turmas (240 respostas), a dificuldade que tínhamos em avaliar acuradamente tamanho número de respostas e o fato da turma escolhida ter tido uma assiduidade média ligeiramente maior do que a outra.

O referido formulário digital (Apêndice A) consistiu em cinco questões abertas, as quais foram referidas como Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5. O número total de alunos da turma que analisamos, 2º PAV A, que responderam o questionário foi de 23 (os alunos serão representados por A1, A2, A3,..., A23). O link do formulário foi enviado para os alunos através das redes sociais, sendo observadas e confirmadas as condições dos alunos para respondê-lo.

Diga-se a propósito, dado todo o conjunto de respostas, foram analisadas respostas. Em virtude do modo que foram dispostas as perguntas do questionário e, conseqüentemente, dos padrões revelados pelas respostas às respectivas questões, optamos por classificar cinco dimensões de análise (também separadas em cinco tópicos), quais sejam: 1) Impressões gerais e reflexões advindas da disciplina de Robótica Educacional; 2) Ética, robótica e sociedade: uma contextualização dos aprendizados de robótica educacional; 3) A funções dos robôs para a conservação do meio ambiente; 4) Inserção dos robôs humanoides na sociedade e a ambivalência tecnológica; e 5) O filme *Wall-E* e sua pungência crítica dos efeitos da tecnologia desmedida e acrítica.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentaremos a proposta da sequência didática, bem como os dados colhidos do questionário respondido pelos estudantes, lançando mão de uma análise de tais dados à luz das vivências experienciadas nas aulas de Robótica Educacional (RE) dentro do período apreciado com a turma 2º PAV A.

6.1 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com fins de clareza e didática, montamos o esquema da nossa SD para o presente trabalho baseados no trabalho de Batista, Schiavon e Duminelli (2021), de modo que os componentes da sequência de ensino sejam melhor visualizados e compreendidos. Portanto, diante do que foi exposto, organizamos e dividimos a mencionada SD em três módulos, da seguinte forma:

Quadro 1: Módulo 1: Introdução histórico-cultural à robótica.

MÓDULO 1: INTRODUÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL À ROBÓTICA		DURAÇÃO: 2 AULAS
OBJETIVOS: Possibilitar ao aluno um entendimento e aprendizado acerca dos primórdios da história da Robótica; introduzir alguns conceitos e funções dos robôs; e explicitar os tipos de robôs, aplicações e tipos de mobilidade.		
CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Definir robô; apresentar uma breve introdução histórico-cultural da robótica, e os tipos de robôs; discutir algumas aplicações da robótica; apresentar uma interface	Apresentar elementos da história da robótica e classificar algumas aplicações e funções dos robôs para a sociedade e setores da atividade humana como cultura e política.	Refletir filosoficamente as problemáticas trazidas no bojo das aplicações da robótica e as formas que elas podem repercutir na vida de cada um e, por extensão, na sociedade; instigar e suscitar a

da ficção científica com a robótica.		curiosidade dos alunos para as curiosidades da história da robótica.
O PAPEL DO PROFESSOR: No primeiro momento, indagar os discentes a respeito de quais suas concepções, ideias e exemplos do que é um robô e qual a sua importância hoje. Concomitantemente, questionar aos alunos se vivem rodeados de robôs, ressaltando a relação do celular com a Robótica. Logo em seguida, apresentar conceitos iniciais da disciplina, como definição e, de modo geral, a respeito da robótica. Em seguida, apresentar um slide, a partir de uma abordagem didática e dialógica com a turma, a respeito dos primórdios do desenvolvimento da robótica, inclusive da origem do nome robô; pincelando sobre algumas das definições do que é robótica e quais os tipos de robôs e aplicações dos robôs na indústria, sociedade, mercado, medicina, etc. Mais adiante, prosseguindo com uma didática de socializar os saberes, discutir com os estudantes sobre as aplicações dos robôs e a influência retroalimentar e simbiótica da robótica com o ficção-científica, citando o caso de Isaac Asimov e suas obras que misturam conceitos de robótica com outras áreas, principalmente a astronomia e astrofísica, de forma a aproximar a robótica do universo da ficção-científica. A partir disso, exemplificar algumas obras que mostram como o encontro da robótica e do Sci-fi abraça o cinema e a literatura. Explicar que até mesmo, muitas vezes, a própria ficção-científica serve como inspiração para diversos avanços tecnológicos e científicos na robótica, citando alguns exemplos como as criações fictícias de Isaac Asimov. Por fim, mostrar à turma como a robótica e a ética, na figura da Filosofia da Ciência (FC), são áreas que constantemente se encontram, e a grande importância de discutirmos este encontro, fazendo alusão à importância basilar das leis da Robótica de Asimov para as futuras discussões e legislações atinentes ao código moral e ético que os robôs deverão seguir.		
O QUE SE ESPERA: De acordo com as respostas da turma para a proposta didático-pedagógica em questão, o docente poderá sondar e avaliar a "bagagem" de saberes que a turma apresenta relativo à robótica e saberes congêneres e, na medida em que for apresentando o conteúdo, intervir de modo a potencializar os		

conhecimentos dos alunos, explicitando como encontramos robôs em diversas esferas de nossas vidas. Igualmente, se espera que os discentes comecem a enxergar com maior clareza as intersecções que a robótica forma com a ficção científica, seja no contexto do cinema ou na literatura.

MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:

Lousa

Slide

Lápis piloto

Fonte: Elaboração própria em 2023.

Quadro 02: Módulo 2: A tecnologia e seus desdobramentos éticos, ambientais e sociais a partir do filme *Wall-E*.

MÓDULO 2: A TECNOLOGIA E SEUS DESDOBRAMENTOS ÉTICOS, AMBIENTAIS E SOCIAIS A PARTIR DO FILME WALL-E		DURAÇÃO: 2 AULAS
OBJETIVOS: Explorar o alcance temático da robótica a partir do cinema; ilustrar os problemas éticos e ambientais no avanço desenfreado da tecnologia; e demonstrar a dependência tecnológica que podemos desenvolver com os robôs.		
CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Discutir elementos e conceitos de robótica trabalhados no filme <i>Wall-E</i> (2008); explicar os fatores de degradação ambiental e a relação destes com a tecnologia; apresentar as peculiaridades e os	Exibir o filme <i>Wall-E</i> (2008); explicar um pouco do contexto da narrativa do filme; apresentar alguns aspectos que se assimilam com assuntos estudados na disciplina até o momento; observar alguns trechos da película	Rever o modo que, muitas vezes, sobrepomos o progresso tecnológico à revelia da conservação ambiental; refletir como edificar uma postura eticamente consciente ante as problemáticas da robótica

desafios da relação homem-robô; discutir os dilemas morais entre sustentabilidade ambiental e vertiginoso desenvolvimento tecnológico.	que se coadunam com discussões éticas e tecnológicas da robótica.	e tecnologia; ponderar criticamente e reflexivamente a relação homem-máquina.
--	---	---

O PAPEL DO PROFESSOR: Primeiramente, aconselha-se ao docente apresentar algumas informações iniciais do filme (ano, direção, gênero, etc.) *Wall-E* (2008), do diretor Andrew Stanton, explicando brevemente algumas das temáticas presentes na película; e em seguida, exibir o filme para a turma na sala de aula. No transcurso da sequência, questionar aos discentes suas impressões iniciais da obra e reflexões sobre os elementos de robótica encontrados no filme. Daí ser essencial o docente pôr em relevo algumas questões norteadoras relativas aos temas de devastação ambiental, mudanças climáticas e alternativas viáveis de preservação ambiental que comporte a inovação tecnológica em comunhão com o meio ambiente. Por fim, mas logicamente não menos importante, discutir conjuntamente a turma alguns tópicos interdisciplinares (robótica, ciência e filosofia), especificamente acerca da responsabilidade ético-tecnológica na concepção de robôs e outras inovações tecnológicas e científicas, cuja observação faz-se fundamental para podermos exercer algum controle a respeito daquilo que criamos — exemplos do que a referida responsabilidade (ou a falta dela) pode implicar são: "humanização emocional" dos robôs, ascensão tecnológica como (des)potencializadora da desigualdade social e o possível destino biônico da humanidade, quer seja, a síntese máquina-homem com fins para a perpetuação da vida.

O QUE SE ESPERA: Conforme a condução das aulas, é almejado que os alunos comecem a notar com maior clareza o quão relacionadas estão a arte, neste caso o cinema, com a robótica, a ciência e a ética, sendo a FC um fio condutor para o estudo da relação dessas três áreas e de como interagem com a arte. Também se espera-se que os discentes consigam aperfeiçoar uma postura mais crítico-reflexiva quanto às problemáticas ambientais e as maneiras que elas estão

imbricadas nos desenvolvimentos tecnológicos, notadamente os da robótica. Porém, aguarda-se que a turma consiga compreender como a tecnologia robótica pode servir como propulsora para a conservação ambiental e, por conseguinte, da nossa própria espécie e do nosso planeta, desde que usada de modo eticamente responsável.

MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:

Filme

Lousa

Lápis piloto

Fonte: Elaboração própria em 2023.

Quadro 03: Módulo 03: Criatividade consciente, inteligência artificial e a tecnologia na contemporaneidade.

MÓDULO 3: CRIATIVIDADE CONSCIENTE, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A TECNOLOGIA NA CONTEMPORANEIDADE		DURAÇÃO: 2 AULAS
OBJETIVOS: Promover momentos de criatividade lúdica em consonância com uma postura filosoficamente ética perante a tecnologia; explicar os avanços tecnológicos da inteligência artificial (AI) e seus impactos imediatos e futuros; e analisar através da FC, sob um enfoque ético, as possibilidades de encararmos e conciliarmos as inovações científicas e tecnológicas da robótica em diálogo com suas implicações tecnológica, social, cultural e política;		
CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Discutir as perspectivas futuristas dos desenvolvimentos da robótica; dialogar acerca das implicações da	Aplicar uma atividade grupal para a turma respeitante a idealização de um robô; apresentar inovações no campo da	Refletir como devemos intervir nas inovações científicas sensíveis a questões éticas e que possam impactar nas

robótica na sociedade; apresentar as formas que a robótica pode influir nos campos do lazer, cultura e indústria; discutir as principais características, aplicações e projeções da IA e tecnologias congêneres.	IA; explicitar consequências que a IA pode ter sobre a sociedade.	relações sociais, cujo principal exemplo é a IA.
--	---	--

O PAPEL DO PROFESSOR: Na condução da sequência proposta, propor para a turma uma atividade para escreverem e apresentarem em grupos com até 5 membros, cuja proposta é a construção de uma ideia de robô — sem discorrer do funcionamento e fundações mecânico-tecnicistas —, sob uma perspectiva socialmente abrangente, quer seja, com fins não puramente individuais, mas de maior extensão. Pode se sintetizar a proposta com a seguinte pergunta norteadora: "se vocês pudessem criar um robô que pudesse desempenhar quaisquer funções imaginadas (claro, dentro dos limites da Física), como seria esse robô, quais funcionalidades teria e quais seriam suas motivações e objetivos para criá-lo?". Consequentemente, solicitar que os alunos considerem em suas criações os objetivos, preferencialmente com fins sociais, a estética do robô e as aplicações, delimitando-as em suas respectivas áreas (indústria, alimentação, medicina, segurança, esporte, exploração espacial, entretenimento, infraestrutura, entre outras). Após a apresentação dos referidos trabalhos, na aula seguinte, formar uma discussão dialogado com a turma a respeito de aspectos e características marcantes das produções feitas pelos mesmos, refletindo, partindo dos conhecimentos da FC, até que ponto o desenvolvimento tecnológico vertiginoso é de interesse social, e como podemos mobilizar conhecimentos para lidar melhor com a situação, exemplificando algumas aplicações da tecnologia de IA que, podem e estão, prejudicando o mercado de trabalho. Por fim, exibir para a turma alguns vídeos do TikTok e YouTube referentes a inovações tecnológicas no campo da robótica, fazendo uma roda de discussões sobre as maneiras que tais dispositivos podem nos impactar ou se já nos impacta, de uma forma direta ou

indireta.

O QUE SE ESPERA: Espera-se que a turma desenvolva um grande engajamento pelos assuntos vistos e discutidos, podendo não apenas apresentar suas próprias ideias através das produções realizadas, mas também ofereçam críticas construtivas aos trabalhos dos colegas, tomando como referencial o percurso formativo desenvolvido até este módulo. Conjuntamente e em conformidade a isso, o docente poderá instigar os alunos a trazerem exemplos, referências questionamentos baseados em suas experiências e nos conteúdos que consomem diariamente, tais quais redes sociais, livros e videogames, o que propiciará e enriquecerá os debates e discussões acerca dos temas abordados na disciplina, bem como as inovações recentes em inteligência artificial e, de forma mais geral, em robótica.

MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO:

Slide

Lousa

Lápis piloto

Vídeos (YouTube e TikTok)

Cartolina

Fonte: elaboração própria em 2023.

Figuras 3 e 4: Protótipos desenvolvidos pelos alunos.



Fonte: produção dos alunos durante as atividades propostas em 2023.

6.2 IMPRESSÕES GERAIS E REFLEXÕES ADVINDAS DA DISCIPLINA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

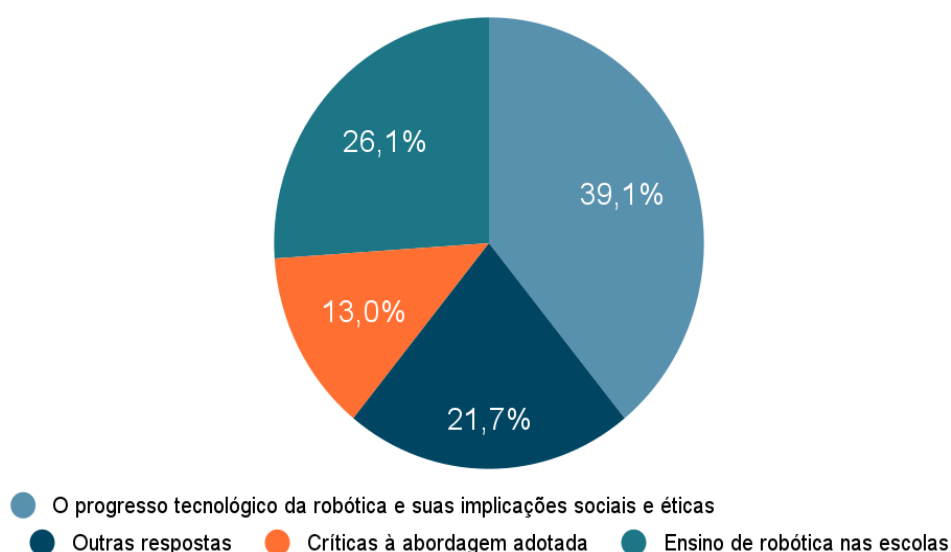
O questionário principiou com a seguinte questão: "A disciplina de Robótica foi trabalhada neste primeiro bimestre numa perspectiva mais abrangente acerca do que se trata, onde podemos encontrá-la, as formas que ela se apresenta para nós na atualidade e quais são as possíveis formas de utilizá-la no futuro. Sobre este tópico, qual é a avaliação de vocês em poucas palavras" (Q1). A partir do levantamento de dados, observamos que todos os alunos da turma apreciada responderam esta questão.

Vale ressaltar que almejamos com Q1 sondar, em linhas gerais, de que maneira o entendimento, a compreensão e as reflexões se desenvolveram no decorrer da disciplina.

A partir das respostas, identificamos os seguintes indicadores: "O progresso tecnológico da robótica e suas implicações sociais e éticas" que refere-se às respostas dos alunos que indicam a apreciação do desenvolvimento tecnológico

considerando as implicações discriminadas; “Críticas à abordagem adotada” diz respeito a oposição de alguns discentes à abordagem de ensino adotada na sequência didática (SD) que propomos; “Ensino de robótica nas escolas” refere-se aos alunos que deram enfoque em como a SD de robótica educacional os ajudou ou as experiências pregressas com tal disciplina; por fim, o indicador “Outras respostas” engloba respostas impertinentes ao que se pede na Q1. Segue-se abaixo, no Gráfico 1, os referidos indicadores observados pelas respostas à Q1:

Gráfico 1 - Impressões gerais da disciplina e da robótica



Fonte: produção do autor em 2024.

Dito isso, observamos que das respostas colhidas, a maioria dos alunos, 39,1%, destaca algumas características importantes da robótica, tanto em relação aos conceitos de robôs quanto às consequências éticas e tecnológicas da utilização deles na sociedade, e as repercussões futuras do desenvolvimento vertiginoso desse tipo de tecnologia. Um ótimo exemplo disso é a seguinte resposta:

A robótica pode ser encontrada em coisas que nós temos em casa; em hospitais; em montagem de carros; no espaço, etc. Ela ajuda a realizar tarefas simples e repetitivas como também ajuda em indústrias que o trabalho é realizado em ambientes perigosos para os seres humanos. As máquinas ajudam empresas e produtos a se desenvolverem e aumentarem sua efetividade. No futuro provavelmente, as máquinas possam até substituir mais atividades que os humanos fazem e algumas profissões também. Na minha opinião a robótica e sua tecnologia é muito importante e útil pra o mundo evoluir. (Q1, A3)

Analisando a resposta acima, podemos perceber que o discente apreendeu algumas das implicações da robótica, além de ter esboçado um pouco mais sobre a

relação que essa área do conhecimento e da tecnologia possui com o mercado de trabalho, comentando também as perspectivas do futuro do desenvolvimento robótico, ressaltando sua importância para a evolução do mundo.

Enquanto outra parcela significativa dos alunos entrevistados, especificamente 26,1%, aponta algumas observações a respeito da metodologia trabalhada na disciplina e do ensino de robótica em termos gerais. Dentre as respostas analisadas, um dos discentes tinha tido uma experiência com a disciplina de RE em outra escola, contudo foi desenvolvida através de uma metodologia diferente da proposta por este trabalho. De acordo com este discente:

Ja tive aula de robótica em uma escola que estudei antes, mas sempre achei as aulas muito chatas e monótonas, então quando soube que iria ter esse ano também, não gostei da ideia. Mas quando as aulas começaram, vi que era muito diferente de lá e as aulas eram divertidas e dinâmicas. De longe, o que eu mais gostei foi ver o filme wall-e, que é um filme que amo muito; foi muito legal usar ele como material de estudo e pensar de maneira diferente sobre. Além de descobrir coisas que eu não fazia ideia nesse “mundo da robótica.” (Q1, A1)

Mesmo que não saibamos com profundidade a respeito da experiência que A1 teve, podemos supor que a introdução e, a julgar pelo comentário do participante, o desenvolvimento da disciplina, não lançou mão de artifícios de ludicidade, por exemplo o uso de filmes e a problematização de assuntos que escapam da esfera técnica da robótica, por exemplo as formas que encaramos o desenvolvimento tecnológico. Particularmente, o discente em questão já tinha assistido o filme *Wall-E* (2008) e nutria um grande afeto por ele. Este discente acrescenta, porém, que o percurso formativo na disciplina de RE o ajudou a ver o filme de uma maneira diferente, o que se deve provavelmente as discussões sobre as relações éticas que existem no fazer científico e tecnológico para com o meio ambiente, enfatizando a importância crucial de conservarmos o mesmo dado que nossa vida depende de sua sustentabilidade.

Vale ressaltar que 13,0% dos alunos criticaram a abordagem que foi desenvolvida para introduzir a disciplina de RE, alegando, por exemplo: *“Particularmente gostei muito, também gostei da forma que ele foi abordado em sala de aula, mas poderia trabalhar mais a robótica na prática”* (Q1, A18). Realmente, como já explicado anteriormente, decidimos introduzir a disciplina com um enfoque mais teórico e filosófico, abrindo mão de atividades práticas. Outra ponderação a respeito das aulas que lecionamos é a seguinte: *“De uma forma geral, robótica parece muito importante para o desenvolvimento da humanidade, mas o que vimos*

em sala não foi nem 5% disso e não me fez ver muito futuro na robótica” (Q1, A20). Analisando esta afirmativa, é possível concluirmos que o discente em questão esperava uma abrangência maior de temáticas ou, talvez, ele tenha considerado insuficiente as discussões dos desenvolvimentos citados devido a metodologia que usamos.

Por fim, 21,7% do total de entrevistados respondeu de modo distinto ao observado, seja por respostas curtas como “*Bacana*” (Q1, A19) ou outras respostas não pertinentes ou inconclusivas para a Q1. Ponderamos que isso possa ter ocorrido em razão da generalidade de Q1 ou pelo método que usamos para coletar os dados através de um formulário online.

6.3 ÉTICA, ROBÓTICA E SOCIEDADE: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DOS APRENDIZADOS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

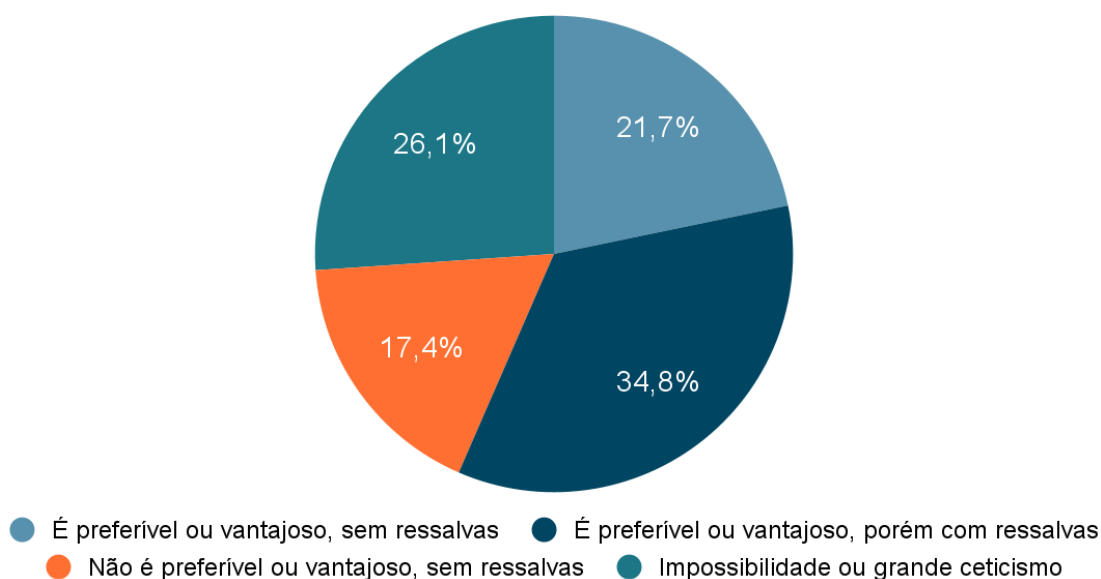
A segunda questão do nosso questionário foi pensada para analisarmos o que os alunos tinham aprendido sobre a relação entre tecnologia, ética, indivíduo e sociedade, e ver como eles respondiam a um problema que envolve o que foi estudado nas aulas.

Assim indagamos aos alunos acerca do famoso Teste de Turing:

“O Teste de Turing é um método aparentemente simples de determinar se uma máquina pode demonstrar inteligência humana. Os computadores de hoje são máquinas realmente incríveis. No entanto, embora tenhamos avançado muito no mundo da computação, um dos objetivos que os pesquisadores da área da Inteligência Artificial ainda gostariam de alcançar é criar uma máquina capaz de contar com a inteligência de nível humano. Embora seja muito mais fácil falar do que fazer, o Teste de Turing foi um marco nesse campo. Desenvolvido na década de 1950 para determinar essa qualificação exata, o Teste de Turing surgiu para projetar a inteligência das máquinas. Até os dias atuais, o Teste de Turing permanece servindo como uma espécie de procedimento padrão para os cientistas testarem suas máquinas. Para continuar a leitura, acesse: <https://zonacuriosa.com/o-que-e-o-teste-de-turing/>. Baseado na leitura acima, responda a seguinte pergunta: Até que ponto é interessante e socialmente aceitável construirmos robôs de forma que apresentem um comportamento cada vez mais parecido com o dos humanos?”.

De posse das respostas, identificamos os seguintes indicadores: "É preferível ou vantajoso, sem ressalvas" aludindo aos alunos que consideram de todo positivo, sem ponderações, haver cada vez mais robôs com um comportamento bastante similar aos seres humanos; "É preferível ou vantajoso, porém com ressalvas" diz respeito aos discentes que entendem como positiva a inserção de robôs de comportamento muito similar ao ser humano, contudo de modo contingente, ou seja, não totalmente positivo; "Não é preferível ou vantajoso, sem ressalvas" diz respeito aos alunos que acreditam não ser uma alternativa interessante desenvolvermos robôs de natureza comportamental análoga a nossa; por fim, o indicador "Impossibilidade ou grande ceticismo" contempla as respostas dos discentes que expressam uma posição bastante cética de impossibilidade de um dia haver robôs bastante similares com os seres humanos conforme o exposto na Q2. Segue-se abaixo o Gráfico 2:

Gráfico 2 - Teste de Turing e uma contextualização dos aprendizados de robótica



Fonte: produção do autor em 2024.

Como visto acima, o gráfico foi dividido em cinco parâmetros, todos respeitantes a Q2. Tal qual a primeira questão, todos os alunos responderam esta questão.

Vale ressaltar que o percentual de 34,8% considera vantajoso futuramente haver a construção de robôs que possuam um comportamento cada vez mais similar conosco, porém com ressalvas. Conforme trabalhamos os valores ambivalentes da robótica e suas inovações tecnológicas, ou seja, muitas vezes existem

consequências positivas e negativas em tais inovações. Nesse sentido, podemos citar:

“Os robôs inseridos socialmente podem ser melhores pra ajudar na comunicação das pessoas e os pontos negativos são que naturalmente pode acontecer um afastamento social das pessoas, por elas se prenderem muito aos robôs, preferirem conviver com eles do que com humanos” (Q2, A3).

É interessante percebermos que 21,7% das respostas indicam que os alunos acreditam ser preferível a premissa da Q2 sem quaisquer ressalvas. Diferentemente do que foi trabalhado nas aulas, isso mostra uma confiança sem reservas para o referido desenvolvimento científico e tecnológico, quer seja, o desenvolvimento de robôs com vistas a “imitarem” o comportamento humano.

Por outro lado, 26,1% consideram como uma impossibilidade o desenvolvimento de robôs com tamanha similaridade com o comportamento humano, pois possuem um ceticismo que um dia alcemos tamanho progresso tecnológico. Neste sentido, temos o seguinte exemplo: *“(...) isso é basicamente impossível, mas robôs com vida própria e pensamentos próprios pode ser um problema para nós (humanos) futuramente” (Q2, A17).*

Finalmente, o nosso último parâmetro, quer seja, o referente às pessoas que não consideram vantajoso desenvolvermos os tipos de robôs tratados, tivemos o percentual de respostas de 17,4%. Segue-se uma das respostas:

A inteligência artificial não deve chegar num nível perto da humana, pois, como os humanos tem problemas com sua origem e existência, é possível que as mesmas questões fossem discutidas entre os robôs, mas com a certeza que os humanos os criaram, os colocando em uma situação de incerteza e estresse, bom, é uma resposta simples pois nunca pensei muito nesse assunto. (Q2, A10)

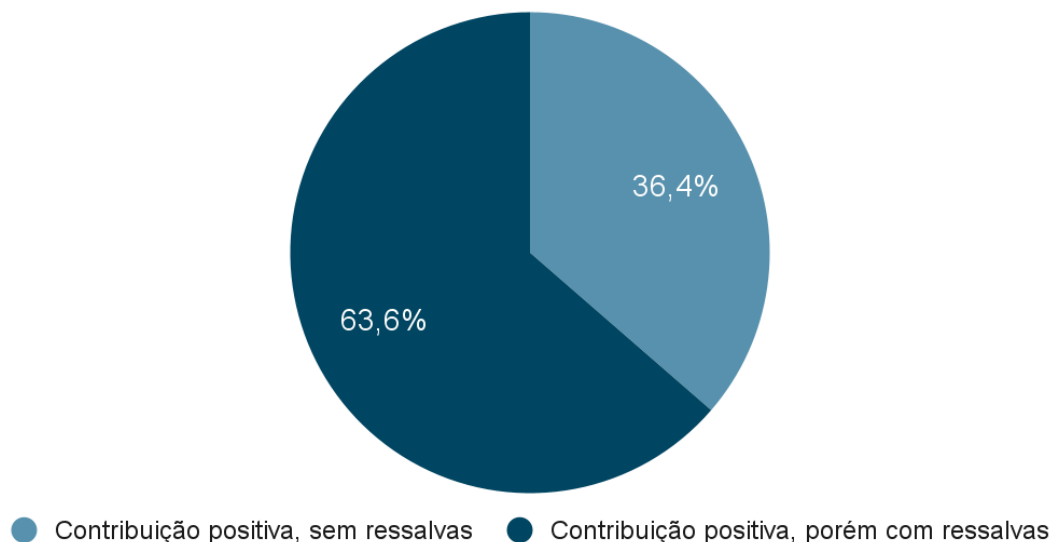
A resposta do aluno acima reflete uma preocupação legítima sobre os limites da inteligência artificial e sua potencial interação com questões existenciais e éticas (temáticas vistas na SD desenvolvida). Juntamente disso, a menção do estudante à possibilidade de os robôs enfrentarem dilemas similares aos humanos, porém sem a mesma base existencial, ressalta, justamente, a complexidade inerente a esse avanço tecnológico. Ademais, mesmo que simples, a resposta do aluno sugere uma reflexão mais ampla sobre os desafios éticos e filosóficos envolvidos na busca por uma inteligência artificial cada vez mais próxima da humana.

6.4 AS FUNÇÕES DOS ROBÔS PARA A CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Na terceira questão, Q3, perguntamos o seguinte aos estudantes: “Levando em consideração o gravíssimo quadro de degradação ambiental que assola nosso planeta, como os robôs podem contribuir, positiva e/ou negativamente, para manutenção do meio ambiente?”. Formulamos esta pergunta, pois tanto o filme *Wall-E*, como alguns dos exemplos que apresentamos para os alunos sobre aplicações e implicações da robótica, abordavam o meio ambiente. Vale observar que 22 alunos responderam Q3, ou seja, apenas um não respondeu.

Levando em conta as respostas colhidas, identificamos os dois seguintes indicadores: “Contribuição positiva, sem ressalvas” diz respeito aos alunos que consideram que a robótica pode exercer uma contribuição positiva para a conservação do meio ambiente, sem ponderações, ou seja, uma contribuição de todo benéfica; e “Contribuição positiva, porém com ressalvas” compreende os alunos que reconhecem as contribuições benéficas da robótica, porém pontuando que são contribuições contingentes ou com ressalvas. Dito isso, segue-se o Gráfico 3:

Gráfico 3 - As funções dos robôs para a conservação do meio ambiente



Fonte: produção do autor em 2024.

Identificamos que todos os alunos que responderam a Q3 consideram que a contribuição da robótica para a manutenção do meio ambiente é positiva, contudo dividiram-se se ela é totalmente positiva ou existe alguma contingência, quer seja alguma ressalva negativa na implementação de robôs para a consecução da manutenção mencionada. Assim, foi possível observar que a maioria dos alunos,

63,6%, considera que uma intervenção robótica no meio ambiente apresenta suas ressalvas. Neste sentido, tomemos o seguinte exemplo, cujo aluno pondera sobre possíveis dificuldades para o homem no mercado de trabalho caso fosse adotada tal política: *“Positivamente, os robôs podem explorar e conservar os ecossistemas, podem praticar a coleta e reciclagem de lixo e etc, mas negativamente pode ser citada a retirada de recursos naturais e a ausência de mão de obra humana”*. (Q3, A16). Além disso, alguns alunos fizeram a ressalva de que o uso de robôs para fins sustentáveis poderia, paradoxalmente, causar poluição à natureza se tais máquinas emitirem gases poluentes para o seu respectivo funcionamento.

Já os discentes que acreditam que a contribuição positiva desses robôs não tem ressalvas, ou seja, é de todo benéfica, contabilizou o percentual de 36,4%. Isso revela um reconhecimento da capacidade da tecnologia de desempenhar um papel significativo na preservação do meio ambiente, além de refletir nos benefícios que atividades como monitoramento ambiental, automação de processos industriais mais sustentáveis e coleta de resíduos podem desempenhar. Apesar disso, é imperativo um acompanhamento cauteloso dessas tecnologias para garantir que suas contribuições sejam realmente positivas e alinhadas com os objetivos de conservação ambiental a longo prazo. A atenção à ética e à regulação também é essencial para mitigar eventuais impactos negativos que os avanços tecnológicos possam ter no meio ambiente e na sociedade como um todo.

6.5 A INSERÇÃO DOS ROBÔS HUMANOIDES NA SOCIEDADE E A AMBIVALÊNCIA TECNOLÓGICA

A quarta questão, Q4, apresenta o seguinte enunciado:

“Para ajudar a responder essa pesquisa, leia o artigo que estará disponível no link abaixo:

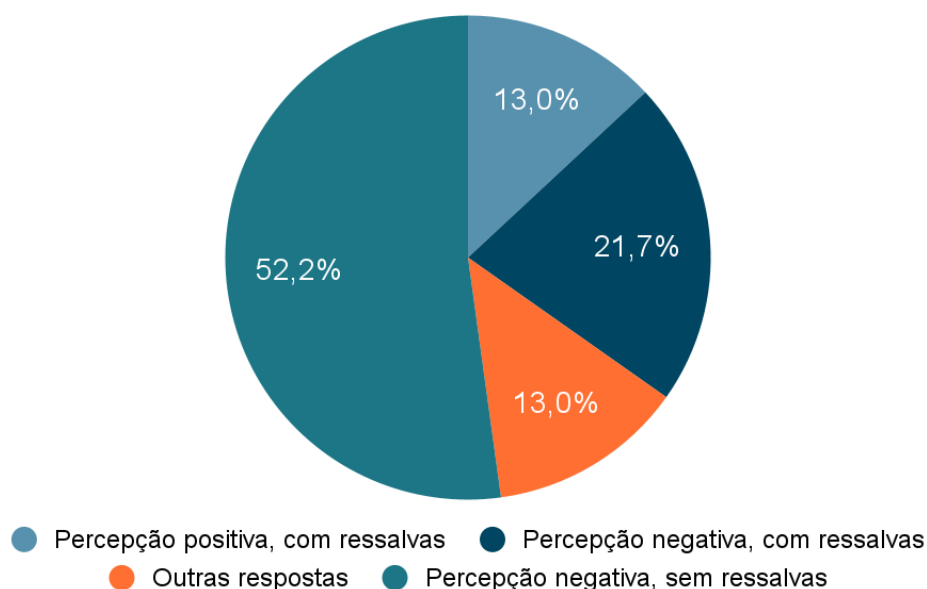
<https://epocanegocios.globo.com/tecnologia/noticia/2023/04/conheca-os-cinco-diferentes-tipos-de-robos-que-participarao-de-coletiva-historica-na-onu.ghtml>. Referente a aparência (estética) dos robôs, ao seu ver é vantajoso social, econômica ou politicamente falando, criarmos humanoides, ou seja, robô extremamente parecidos com humanos? Acredita que isso poderia colocar-nos em perigo ou tornaria uma possível convivência com eles mais palpável?”

Galgamos com a pergunta, compreender qual a visão dos alunos acerca dos humanoides, analisando o repertório de argumentos que usaram dados os

conhecimentos trabalhados nas aulas. Nesta questão foi observado que a totalidade dos discentes responderam.

De acordo com as respostas, identificamos os seguintes indicadores: "Percepção positiva, com ressalvas" refere-se aos alunos que veem a introdução de humanoides na sociedade como algo positivo, todavia também ponderam que existem aspectos negativos; "Percepção negativa, com ressalvas" diz respeito aos discentes que realçam que não é interessante inserir humanoides no meio social, contudo em alguns pontos pode ser vantajoso; "Outras respostas" reporta-se aqueles alunos que responderam fora do escopo da questão ou de modo impertinente a questão; por fim, o indicador "Percepção negativa, sem ressalvas" compreende os discentes que enxergam como totalmente desfavorável a inserção de humanoides na sociedade. Abaixo segue-se o Gráfico 4:

Gráfico 4 - A inserção dos robôs humanoides na sociedade e a ambivalência tecnológica



Fonte: produção do autor em 2024.

Conforme os dados coletados, observamos que mais da metade dos discentes, quer seja, 12 discentes (52,4%), possuem uma percepção totalmente negativa, pois sem ressalvas, sobre o advento do desenvolvimento de robôs humanoides. A maioria desse grupo alegou que os humanoides poderiam representar um perigo para o controle humano dessas tecnologias, além de outros motivos. Consonante a isso:

Enquanto isso, apenas 13% dos discentes tiveram uma percepção negativa com ressalvas. Destaquemos uma resposta interessantíssima acerca disso:

Acredito que a aparência do robô não faz tanta diferença a sua aplicabilidade, a maioria dos robôs extremamente parecidos com humanos só tem a função de serem parecidos com humanos (pelos até o momento atual) mas caso ocorra como no jogo elétrico Detroit: become human, onde robôs humanoides são usados como babás, a questão de tornar mais palpável a convivência seria um caso de adaptabilidade, por exemplo a criança que cresceu sendo cuidada por esse robô não teria problemas em conviver com ele, mas provavelmente o avô desta criança diria que Issa não fará bem a ela e por isso será contra os robôs não importa o que digam, então acho que depende muito da pessoa, porém com o passar do tempo a quantidade de pessoas que achariam normal conviver com humanos aumentaria. (Q4, A11)

O comentário do aluno A11 faz-nos refletir sobre a importância de abordarmos a Q4 sob diversas perspectivas, uma vez que a ambivalência tecnológica está presente em muitas questões que nos debruçamos, tal qual a implementação de humanoides, alternativa viável é preferível em certas circunstâncias e em outras pode ser danoso, de acordo com A11.

Finalmente, o percentual de 17,4% dos alunos respondeu de outras maneiras, fugindo do escopo da pergunta ou com comentários impertinentes e fortuitos. E 17,4% das respostas apresentaram uma percepção positiva, com ressalvas. A título de exemplo temos a seguinte resposta bem humorada e sapiente:

Do jeito que a sociedade está hoje em dia com o avanço da tecnologia, se essa criação de robôs humanoides aumentasse, chegaria num ponto em que eles poderiam substituir o ser humano. Porém, por um lado seria bom pois o meio ambiente provavelmente ficaria bem mais limpo, e por outro lado não seria uma convivência muito agradável. (Q4, A4)

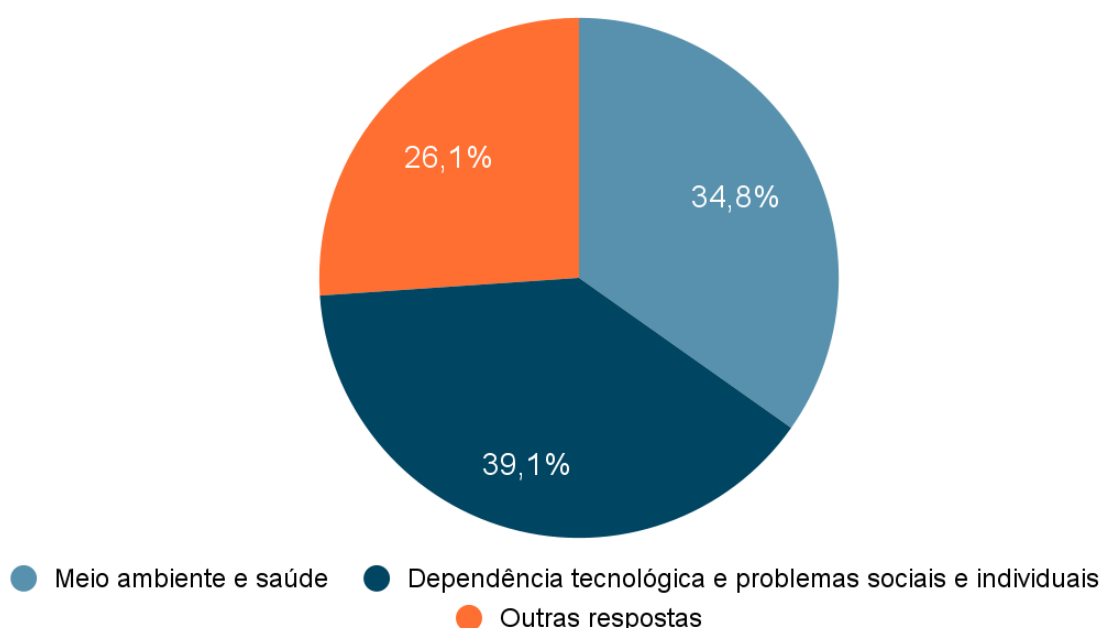
6.6 O FILME WALL-E E SUA PUNGÊNCIA CRÍTICA

Por fim, a última questão, Q5, do questionário aplicado virtualmente trouxe a seguinte pergunta: “*Quais elementos do filme Wall-E (sociais, tecnológicos, científicos, culturais) são pertinentes para nossos dias atuais? De que maneira podemos nos valer deles para transformar nossa sociedade em um lugar melhor para se viver?*”. Essa questão justifica-se em virtude da exibição e discussão do filme supracitado ter sido um dos momentos da sequência didática (SD) que os discentes demonstraram maior entusiasmo. Todos os participantes da pesquisa responderam Q5.

De acordo com as respostas, identificamos os seguintes indicadores: “Meio ambiente e saúde” inclui os alunos que destacam as temáticas de meio ambiente e

saúde como elementos transformadores para a nossa realidade, relacionando ao filme supracitado; “Dependência tecnológica e problemas sociais e individuais” diz respeito aos discentes que salientam a problemática da dependência tecnológica, remetendo-se ao filme, e o que ela pode implicar a nível social e individual; finalmente, o indicador “Outras respostas” compreende os discentes que responderam de modo desconexo com a Q5 ou impertinente. Abaixo segue-se o Gráfico 5:

Gráfico 5 - O filme Wall-E e sua pungência crítica



Fonte: produção do autor em 2024.

O Gráfico 5 nos mostra que a maior parte dos discentes, 39,1%, identifica que os principais elementos do filme *Wall-E* que podemos refletir sobre a nossa realidade são aqueles que dizem respeito à nossa dependência tecnológica e os problemas sociais e individuais que disso decorrem. Citando uma das condições que as personagens humanas do filme desenvolvem, o aluno A11 faz o seguinte comentário:

“O fato dos humanos estarem dependentes da tecnologia ao ponto de até não andarem mais, ainda não chegamos a esse ponto mas a cadê dia que passa a humanidade está terceirizando mais tarefas para robôs e inteligências artificiais”. (Q5, A11).

Outros alunos apontaram que o comodismo gerado pela exuberância irrefletida da tecnologia e dos seus aparelhos, ocasionou um comodismo irrefletido por parte da população humana no filme, o que, infelizmente, também nos conduz a

realidade que vivemos hoje em dia — pelo menos quanto ao comodismo crescente que acompanhamos devido a passarmos muitas vezes um excessivo tempo com aparelhos digitais.

Enquanto isso, 34,8% das respostas indicam que o meio ambiente e as questões relativas à saúde se relacionam mais com os tempos que vivemos. Sob a perspectiva de um dos alunos, temos que:

“A coleta de lixo que o Wall-E faz ajudaria a sociedade a crescer em questões ambientais. Um outro ponto que aparece no filme que deveríamos observar e tratar na realidade é a obesidade, que já é incluída na população e que deveria ter mais cuidados especiais”. (Q5, A4).

Percebemos pela resposta que o aluno destaca, paralelo aos elementos do filme Wall-E, a importância da coleta de lixo. Juntamente disso, ao mencionar a preocupação com a obesidade, o referido dá um enfoque sobre os desafios de saúde reais que enfrentamos hoje, tendo uma relação direta ou indireta com o progresso tecnológico.

Ainda observamos o percentual de 26,1% de outras respostas, cuja análise não foi feita, uma vez que as respostas fugiram da pergunta ou foram demasiado reducionistas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o que foi discutido neste trabalho, podemos concluir que uma introdução, por intermédio da sequência didática (SD) esplanada, à disciplina eletiva de Robótica Educacional (RE), dentro do contexto do Ensino Médio (EM) e através de uma abordagem lúdico-filosófica, possibilita uma aprendizagem frutífera e engajante para os alunos quanto aos conteúdos introdutórios de robótica (discriminados neste trabalho) e a influência da robótica em diversos setores da atividade humana; visto que aguça o senso crítico e reflexivo dos alunos a partir de discussões significativas e multifocais sobre diversos temas relativos à ciência, tecnologia, ética e sociedade. Inferimos essa conclusão a partir das respostas dos alunos ao questionário, em que a maioria delas caracterizou-se por apresentar um conteúdo crítico, explicativo e reflexivo, denotando uma maturidade intelectual no trato de diversos conceitos e fundamentos sobre a robótica e a investigação científica que foram estudados na disciplina.

Ainda referente a maturidade intelectual comentada acima, pontuamos que o que nos chamou elevada atenção as ponderações — quer seja, as moderações nos juízos de valor (por exemplo, a inteligência artificial é uma inovação totalmente boa ou ruim) — aduzidas por um número expressivo de discentes sobre a robótica e as respectivas tecnologias com ela associadas, o que denominamos nesta monografia como “ambivalência tecnológica”. Isso pode refletir uma acertada observância desses alunos da importância de se pensar um *ethos* ao se discutir robótica, ciência ou tecnologia, levando em conta a natureza do conhecimento científico que implica em uma indissociabilidade de muitos dos seus desenvolvimentos tecnológicos para com a sociedade e, conseqüentemente, o indivíduo. Então, consideramos que a turma, pelo menos em sua maioria, compreendeu algumas das importantes lições advindas do bojo da Filosofia da Ciência (FC) acerca da relação entre ética e ciência, e como interagem e deveriam interagir. Evidentemente ressaltamos que em razão da turma consistir de jovens alunos, possivelmente eles vão mudar e amadurecer seus posicionamentos.

Somado a isso, observamos que a inserção do filme *Wall-E*, seguindo uma linha de unir a ludicidade e a FC, exerceu uma inspiração para os discentes refletirem mais o quão devastadora a tecnologia pode ser se nós, seres humanos, deixarmos de pensar a ciência e a tecnologia como meios, jamais como fins, de

prolongarmos a nossa existência, buscando edificar um mundo cuja sustentabilidade ambiental, democracia participativa, humanismo e equidade social sejam ideais a sempre perseguirmos. Muitos apontamentos da turma, felizmente, se direcionaram para essa perspectiva.

Contudo, nem tudo são flores! Faz-se necessário mencionarmos que a partir do questionário, vimos que alguns alunos se queixaram da forma que organizamos e construímos a disciplina, se queixando da ausência de alguma “atividade prática”, referindo-se, muito provavelmente, a atividades com kits robóticos. Consideramos como críticas construtivas estas, todavia é importante acentuarmos que a maioria dos alunos não comentaram sobre isso, e pensamos a atividade de idealização de um robô (esmiuçada no modelo de SD) foi planejada pensando, justamente, em um dinamismo metodológico e não ficarmos apenas no “terreno textual-discursivo”.

Além disso, através do processo criativo e concentrado de escrita da monografia e estudo dos referenciais teóricos, descobrimos que há algumas deficiências e limitações na presente pesquisa, notadamente: a carência de perguntas mais objetivas (um número razoável de respostas fugiram do escopo da questão e/ou foram demasiado curtas, o que nos leva a crer que as questões talvez não foram muito claras ou muito gerais); o uso de apenas um questionário (talvez obtivéssemos uma análise mais abrangente e reveladora se tivéssemos aplicado dois ou mais questionários); dado o tamanho da amostragem de alunos contemplados no questionário, poderia ser interessante termos realizado entrevistas semi-estruturadas com os alunos, porque, diferentemente da aplicação de um questionário online, poderíamos obter respostas mais fidedignas, claras e objetivas a respeito do que cada aluno aprendeu e avaliou na disciplina. Alternativamente, também poderia ter havido uma observação não participante, bem como a gravação das frutíferas e proveitosas interações discursivas — o que mostra que nem tudo é sintetizado nas respostas do questionário.

Juntamente a isso, pontuamos que alguns dos dados colhidos no questionário nos fizeram desconfiar de que alguns alunos possam ter usado softwares de inteligência artificial, tal qual o ChatGPT, para responder algumas das questões constantes no questionário. Esta desconfiança se deve em razão de termos percebido um padrão que, por exemplo, o referido ChatGPT ostenta, qual seja: texto com ideias concatenadas em períodos diferentes, recorrendo bastante ao uso do ponto final; texto com ideias ou elementos separados por uma divisão característica

(por exemplo: “a), b) e c)” ou “i., ii. e iii.”) . Independentemente de atentarmos aos alunos para responderem despreocupadamente e agirem sinceramente em seus posicionamentos, o incidente de “ajuda externa” pode ter havido em virtude de uma das problemáticas descritas no parágrafo anterior. Entretanto, felizmente, percebemos esse padrão de respostas, denotando algum tipo de auxílio de softwares de inteligência artificial, em pouquíssimos alunos.

A despeito disso, acreditamos que o questionário nos ajudou a perceber como a percepção de parte considerável da turma quanto aos conceitos e fundamentos da robótica, bem como suas implicações éticas, tecnológicas e sociais, evoluiu e atingiu um bom grau de aprofundamento teórico e conceitual. Igualmente, foi notório enxergar as relações que os alunos fizeram da filosofia, propriamente a ética, com a robótica e os seus respectivos desdobramentos tecnológicos e sociopolítico; cujos argumentos dos discentes fundamentaram-se em exemplos da sua realidade mais próxima e problemáticas trabalhadas em sala de aula, tal qual o uso de robôs para cuidar de idosos.

Também é mister salientarmos que, a partir do nosso processo criativo e concentrado de escrita, constatamos o seguinte: não obstante a disciplina de RE se enquadrar como uma disciplina eletiva do EM, o que pode parecer um redutor de importância da disciplina para algumas pessoas; a pesquisa e o aprofundamento teórico sobre o estado da arte da RE ou Robótica Pedagógica, mostraram que ela pode exercer uma grande importância no desenvolvimento de indivíduos mais críticos, criativos, engajadores e reflexivos para a realidade que os circundam, ou usando o conceito de Morais (2009), a *realidade tecnológica*.

Conforme vimos anteriormente, a RE é uma disciplina que possui um arcabouço de conteúdos e conhecimentos que podem ser relacionados com outras áreas do conhecimento (Física, Biologia, Sociologia, Química, etc.), permitindo um vasto leque de reflexões e discussões a respeito dos dilemas éticos em um mundo em constante transformação tecnológica e científica, o que, com certeza, suscita a nossa curiosidade e, quem sabe, nos impele a sermos socialmente mais atuantes ante as problemáticas trabalhadas.

Por fim, endossamos ser de suma importância a realização de mais estudos acerca de que maneiras o uso da FC e ludicidade pode contribuir para o ensino introdutório de temas relacionados à ciência e à tecnologia. Pois, assim, poderemos compreender melhor se a apresentação ou, mais propriamente, a introdução da

disciplina de RE no contexto do EM, segundo a abordagem supracitada ou alguma similar que una Filosofia da Ciência e ludicidade, é proveitosa e vantajosa para uma aprendizagem mais crítica, reflexiva e indagadora do próprio componente curricular e, também, do mundo que cercam os estudantes.

Concluimos, afirmando que é dever intransferível do docente propiciar, provocar e suscitar uma reflexão conjunta de todos os alunos, pois, parafraseando Morais (2009), se todos não refletirmos acerca da realidade que nos atravessa e a afetamos, então não haverá uma crítica consciente da realidade e do futuro, e o futuro poderá ser um fruto da nossa insensatez.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rubem. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e a suas regras**.

Brasiliense, 1981.

AZEVEDO, Samuel; AGLAÉ, Akynara; PITTA, Renata. Minicurso: Introdução a robótica educacional. **62ª Reunião Anual da SBPC**. Disponível em: < [http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC% 20Samuel% 20Azevedo. pdf](http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf), 2010.

AZEVÊDO, Edjane Mikaelly Silva de; FRANCISCO, Deise Juliana; NUNES, Albino Oliveira. O Avanço das publicações sobre a robótica educacional como possível potencializadora no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, 2017.

BARBOSA, Camila. O Benefício da Inclusão da Robótica no Novo Ensino Médio.

Jovens Cientistas Brasil, 2023. Disponível em:

<https://www.jovenscientistasbrasil.com.br/post/o-beneficio-da-inclusao-da-robotica-no-novo-ensino-medio>. Acesso em: 19 out. 2023.

BATISTA, Michel Corci; SCHIAVON, Gilson Junior; DUMINELLI, Geislana Padeti Ferreira. A Robótica aplicada ao ensino de resistores não lineares por meio de uma sequência didática. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 12, n. 29, p. 23-40, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Base Nacional Comum Curricular - Educação Básica. Brasil, 2018.

BRITO, Robson Souto. **A pesquisa brasileira em robótica pedagógica: um mapeamento sistemático com foco na educação básica**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

BUNGE, Mario. **Filosofía de la tecnología y otros ensayos**. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 2012.

BUNGE, Mario. **100 Ideas**. Debolsillo, 2009.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. Ed. - Porto Alegre: Artmed, 2010.

D'ABREU, João Vilhete Viegas; AIHARA, Cintia Kimie. Robótica educacional nos anos iniciais do ensino fundamental e no ensino médio e técnico. **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits**, p. 143-170, 2019.

DEL, Felipe. Ponto - Como o teatro inventou o robô. **SP Escola de Teatro**, 2014.

Disponível em:

[https://www.spescoladeteatro.org.br/noticia/ponto-como-o-teatro-inventou-o-robo?amp=1#:~:text=%E2%80%9CR.U.R%E2%80%9D%20\(que%20significa%20%E2%80%9Csubstituir%20humanos%20em%20trabalhos%20f%C3%ADsicos.](https://www.spescoladeteatro.org.br/noticia/ponto-como-o-teatro-inventou-o-robo?amp=1#:~:text=%E2%80%9CR.U.R%E2%80%9D%20(que%20significa%20%E2%80%9Csubstituir%20humanos%20em%20trabalhos%20f%C3%ADsicos.) Acesso em: 28 out. 2023.

FATTURI, Arturo. **História da Filosofia V**. Palhoça: Unisul Virtual, 2010.

FERNANDES, Luís Fernando Gomes; DA SILVA, Alexsandro Trindade Sales. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA UTILIZAÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO. *In*: MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA, 8., 2018, João Pessoa. **Anais da VIII Mostra Nacional de Robótica**. Sorocaba: Secretaria da Mostra Nacional e Robótica, 2018.

FRANCESCHETTI, Donald R. (Ed.). **Principles of robotics & artificial intelligence**. Salem Press, a division of EBSCO Information Services, Incorporated, 2018.

FREITAS NETO, João Joaquim de; DE CASTRO BERTAGNOLLI, Silvia. Robótica educacional e formação de Professores: Uma revisão sistemática da literatura. **RENOTE**, v. 19, n. 1, p. 423-432, 2021.

FREIRE, Paulo. Educação “bancária” e educação libertadora. **Introdução à psicologia escolar**, v. 3, p. 61-78, 1997.

HESSE, Hermann. **Para ler e pensar**. 9.ed. Rio de Janeiro: Record, 1971.

LACEY, Hugh; MARICONDA, Pablo Rubén. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Scientiae Studia**, v. 12, p. 643-668, 2014.

MARQUES, Paloma. Robótica Educacional: por que aprender e ensinar?. **Blog da Robótica**, 2023a. Disponível em: <https://www.blogdarobotica.com/2023/01/24/robotica-educacional-por-que-aprender-e-ensinar/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MARQUES, Paloma. Robótica Educacional, Pensamento Computacional e BNCC.

Blog da Robótica, 2023b. Disponível em:

<https://www.blogdarobotica.com/2023/02/02/robotica-educacional-pensamento-computacional-e-bncc/#:~:text=A%20rob%C3%B3tica%2C%20como%20vimos%20em.aprendizado%20de%20diversos%20componentes%20curriculares>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MASSA, Monica de Souza. Ludicidade: da etimologia da palavra à complexidade do conceito. **Aprender-Caderno de filosofia e psicologia da educação**, n. 15, 2015.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbetes robótica educacional. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2015. Disponível em:

<https://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MORAIS, João Francisco Regis de. **Filosofia da ciência e da tecnologia**. 9.ed. Campinas, SP: Papirus, 2009.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. 12.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

ROMANO, Vitor Ferreira; DUTRA, M. Introdução a robótica industrial. **Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processo**, São Paulo: Edgard Blücher, p. 1-19, 2002.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SANTOS, Jarles Tarsso Gomes; DE LIMA, Jefferson Felipe Silva. Robótica Educacional e Construcionismo como proposta metodológica para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem significativa. **RENOTE**, v. 16, n. 2, p. 596-605, 2018.

SILVA, Rodrigo Barbosa. **Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e estudos de ciência, tecnologia e sociedade**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TARGA, Dante Carvalho. **Ciência e Sociedade**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998

ZILLI, Silvana do Rocio et al. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

1 - A disciplina de Robótica foi trabalhada neste primeiro bimestre numa perspectiva mais abrangente acerca do que se trata, onde podemos encontrá-la, as formas que ela se apresenta para nós na atualidade e quais são as possíveis formas de utilizá-la no futuro. Sobre este tópico, qual é a avaliação de vocês em poucas palavras.

2 - O que é o Teste de Turing?

O Teste de Turing é um método aparentemente simples de determinar se uma máquina pode demonstrar inteligência humana.

Os computadores de hoje são máquinas realmente incríveis. No entanto, embora tenhamos avançado muito no mundo da computação, um dos objetivos que os pesquisadores da área da Inteligência Artificial ainda gostariam de alcançar é criar uma máquina capaz de contar com a inteligência de nível humano. Embora seja muito mais fácil falar do que fazer, o Teste de Turing foi um marco nesse campo.

Desenvolvido na década de 1950 para determinar essa qualificação exata, o Teste de Turing surgiu para projetar a inteligência das máquinas. Até os dias atuais, o Teste de Turing permanece servindo como uma espécie de procedimento padrão para os cientistas testarem suas máquinas.

Para continuar a leitura, acesse: <https://zonacuriosa.com/o-que-e-o-teste-de-turing/>

Baseado na leitura acima, responda a seguinte pergunta:

Até que ponto é interessante e socialmente aceitável construirmos robôs de forma que apresentem um comportamento cada vez mais parecido com o dos humanos?

3 - Levando em consideração o gravíssimo quadro de devastação ambiental que assola o nosso planeta, como os robôs podem contribuir, positiva e/ou negativamente, para a manutenção do meio-ambiente? Por quê?

4 - Para ajudar a responder essa pesquisa, leia o artigo que estará disponível no link abaixo:

<https://epocanegocios.globo.com/tecnologia/noticia/2023/04/conheca-os-cinco-diferentes-tipos-de-robos-que-participarao-de-coletiva-historica-na-onu.ghtml>

Referente a aparência (estética) dos robôs, ao seu ver é vantajoso social, econômica ou politicamente falando, criarmos humanoides, ou seja, robô extremamente parecidos com humanos? Acredita que isso poderia colocar-nos em perigo ou tornaria uma possível convivência com eles mais palpável?

5 - Quais elementos do filme Wall-E (sociais, tecnológicos, científicos, culturais) são pertinentes para nossos dias atuais? De que maneiras podemos nos valer deles para transformar nossa sociedade em um lugar melhor para se viver?