

## APLICAÇÃO DE METODOLOGIA STEM NO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO SISTEMAS COMPUTACIONAIS E DE MANUFATURA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4514

Néfi Maciel do Nascimento - nefinascimento@gmail.com  
Universidade de Pernambuco

Emerson Alexandre de Oliveira Lima - eal@poli.br  
Universidade de Pernambuco

Maria de Lourdes Melo Guedes Alcoforado - mlmg@poli.br  
Universidade de Pernambuco

**Resumo:** *Este trabalho visa integrar as competências e habilidades das disciplinas de Matemática e Ciências definidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ministério da Educação, com a metodologia de ensino baseada em Ciências, Tecnologia, Matemática e Engenharia (STEM), através da construção de um protótipo de estação manufaturada de coleta seletiva, utilizando eletrônica e ferramentas computacionais em uma turma de segundo ano do ensino médio. O interesse dos alunos na área de engenharia e a aprendizagem de conteúdos são verificados através do desempenho em sala de aula, bem como do resultado de pesquisa de opinião aplicada com participantes não identificados. O grupo de alunos deve ser acompanhado por um mestrando, professores do curso de engenharia elétrica da Universidade de Pernambuco, além da equipe de ensino básico da escola. Assim espera-se levar a esse público a importância da engenharia, ciências e tecnologia e como ela faz parte do dia a dia na solução de situações reais.*

**Palavras-chave:** *Ensino Médio, STEM, Engenharia, Coleta Seletiva.*

## PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE METODOLOGIA STEM NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO SISTEMAS COMPUTACIONAIS E DE MANUFATURA

### 1 INTRODUÇÃO

Durante o Fórum Mundial de Economia em 2015, a revista Forbes apresentou dados retratados na tabela 1, em que a Rússia lidera no que diz respeito à formação de engenheiros, considerando as diversas áreas, seguida pela China, que em 2015 enviou ao mercado em torno de 420 mil engenheiros. Antes de 2001, historicamente Estados Unidos e Japão eram os maiores formadores de engenheiros, entretanto esse espaço agora é de países emergentes, como alguns dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Destaque também para Irã, Coreia do Sul, Indonésia, Ucrânia e México. Segundo a revista, um dos fatores que explica o ranking é o investimento destes países em infraestrutura, estimulando o egresso de engenheiros das universidades (FORBES, 2015).

Tabela 1 – Ranking do número de engenheiros formados em 2015.

Posição	País	Nº de Engenheiros
1	Rússia	454.436
2	China	420.387
3	Estados Unidos	237.826
4	Irã	233.695
5	Índia	220.108
6	Japão	168.214
7	Coreia do Sul	147.858
8	Indonésia	140.169
9	Ucrânia	130.391
10	México	113.944

Fonte: FORBES, 2015 (adaptada)

Apesar da extensão territorial, a carência em infraestrutura faz com que o Brasil não esteja listado na tabela 1. A tabela 2, apresenta dados do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), em que mostra o quantitativo de engenheiros oriundos das instituições de ensino superior brasileiras por ano na última década. Entre os anos de 2013 e 2020 este número caiu, apesar do leve aumento em 2021.

Tabela 2 - Número de engenheiros registrados por ano no CONFEA

Ano	Nº de Engenheiros Registrados	Ano	Nº de Engenheiros Registrados
2013	103.204	2018	95.537
2014	100.684	2019	79.660
2015	96.029	2020	67.036
2016	88.680	2021	75.001
2017	95.766	2022	71.211

Fonte: Próprio autor (CONFEA, 2023)

Esse déficit brasileiro não é por falta de vagas nas universidades. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) apresenta na tabela 3 um comparativo entre o número de ingressantes e o de concluintes das diversas áreas de

cursos superiores, entre os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Brasil (INEP, 2018; INEP, 2022; HECK, 2017).

Um dado interessante, é que em 2016 nos cursos de engenharia, produção e construção havia 10,5 ingressantes para 8,1 concluintes, para cada 10.000 habitantes dentro dos países da OCDE, ou seja, uma taxa de evasão de aproximadamente 23%. Em relação ao mesmo ano, o Brasil, apresenta uma taxa de evasão de aproximadamente 63%, quase o triplo (INEP, 2022). Outro dado da tabela 3, é a redução anual do número de ingressantes nos cursos de engenharia, produção e construção no Brasil.

Tabela 3 – Tabela comparativa de número ingressantes e concluintes entre OCDE e Brasil, em relação às várias áreas de cursos superiores.

Área Geral do Curso	Ingressantes para cada 10.000 habitantes								Concluintes para cada 10.000 habitantes							
	Total OCDE 2016	Brasil							Total OCDE 2020	Brasil						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Educação	4,9	26,0	29,3	31,6	34,2	35,2	33,2	28,9	4,9	11,7	12,3	12,1	12,1	11,5	11,5	13,3
Artes e humanidades	7,9	3,3	3,2	3,4	3,8	4,2	4,7	5,4	6,1	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4
Ciências sociais, comunicação e informação	7,0	6,7	6,6	7,1	7,3	7,9	8,5	8,6	6,1	2,5	2,7	3,0	2,9	2,7	2,7	2,9
Negócios, administração e direito	15,2	48,8	49,3	53,2	55,9	58,6	59,2	68,8	12,7	21,2	20,4	20,8	19,9	21,6	21,5	20,5
Ciências naturais, matemática e estatística	4,0	1,9	1,8	1,8	1,8	2,0	2,1	2,0	2,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
Computação e tecnologia da informação e comunicação (TIC)	2,4	6,9	6,9	7,3	7,9	8,8	10,8	12,8	1,7	2,2	2,0	2,1	2,1	2,4	2,4	2,6
Engenharia, produção e construção	10,5	21,2	18,8	17,7	16,8	14,9	14,8	14,5	8,1	6,4	7,1	7,9	7,6	7,2	7,2	6,3
Agricultura, silvicultura, pesca e veterinária	1,1	3,4	3,4	3,6	4,0	4,2	4,3	4,6	0,9	1,2	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5
Saúde e bem-estar	6,5	21,0	22,6	26,0	28,8	31,4	33,0	38,5	6,6	8,2	9,0	9,9	9,8	10,0	10,0	11,3
Serviços	2,2	3,2	3,1	3,8	4,6	5,4	6,8	8,2	2,0	1,5	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8

Fonte: INEP, 2021 (adaptada)

Com relação ao Brasil, o ensino básico vem apresentando deficiências que repercutem de forma negativa, tanto na opção dos alunos pelos cursos de engenharia, como no nível de preparo de boa parte dos ingressantes nesses cursos. Parte deste problema está relacionado com a deficiência na formação destes alunos no ensino médio, em disciplinas como física, matemática, química e informática, disciplinas que fazem parte das áreas STEM, que é um acrônimo em língua inglesa para "*Science, Technology, Engineering and Mathematics*" (SANTOS; SILVA, 2015).

O ensino por competências já está inserido na realidade brasileira, principalmente com a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018 em que foram estruturadas competências gerais, bem como competências e habilidades específicas para cada componente curricular (BRASIL, 2018). O respectivo documento, define que o aluno desenvolva a capacidade de compreender, utilizar e criar tecnologias digitais e a aplicação dessas ferramentas nas mais diversas unidades curriculares, e assim adquirir conhecimentos, habilidades e atitudes.

A proposta de conexão entre uma aula expositiva e uma aula experimental pode ser uma forma de despertar o interesse do aluno pela ciência, evidenciando situações que antes não era possível apenas com o uso de conceitos e equações (ÇEVİK, 2018). Deste modo, interdisciplinaridade entre a teoria expositiva e a aplicação experimental em uma mesma proposta de aula pode ser uma estratégia a mais para motivar os alunos e despertá-

los para a ciência ao revelar para eles como ela é trabalhada. Busca-se com a pesquisa, fomentar a interdisciplinaridade, a partir de estudo de caso com situação problema do dia a dia, utilizando a aplicação básica da matemática, sustentabilidade e programação de forma prática, trazendo aos alunos uma visão geral de quais desafios eles podem vir a enfrentar na escolha da formação técnica de engenharia. Além de trazer uma visão analítica aos adolescentes nativos digitais sobre a aplicabilidade dos conhecimentos do ensino básico.

Este trabalho visa integrar as competências e habilidades das disciplinas de Matemática e Ciências definidas na BNCC do Ministério da Educação, com a metodologia de ensino baseada em STEM, através da construção de um protótipo de uma estação de manufatura simulando uma linha automatizada de coleta seletiva de materiais recicláveis. O interesse dos alunos na área de engenharia e a aprendizagem de conteúdos devem ser verificados através do desempenho em sala de aula, bem como do resultado de questionários aplicados com participantes não identificados.

A escolha pela inclusão da educação ambiental fundamenta-se na importância, tanto em curta escala, na preservação do ambiente onde se vive, quanto em larga escala, na preservação do planeta. É imprescindível o olhar individual de cada pessoa para que o coletivo se fortaleça. Os educadores, dentro do processo de formação básica, devem assumir a responsabilidade de inserir a educação ambiental no dia a dia escolar e utilizar as ferramentas necessárias para construir valores, conhecimentos, habilidades e atitudes voltadas para a busca da sustentabilidade e conservação do meio (FERREIRA; ALMEIDA; LIMA; SILVA, 2020).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 STEM

Na literatura é comum utilizar o termo STEM, conjugado às palavras Abordagem, Aprendizagem, Educação, Movimento ou Pedagogia. A Educação STEM não se caracteriza como uma metodologia de ensino, mas uma abordagem pedagógica que se vincula a diferentes propostas de aprendizagens ativas (MAIA; CARVALHO; APPELT, 2021), ou seja, uma abordagem que usa Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática como base de investigação, diálogo e o senso de criticidade, explorando e buscando o desenvolvimento de habilidades e competências como resolução de situações. Assim, a Educação STEM favorece a aprendizagem criativa e mão-na-massa (*maker*) por meio do desenvolvimento de projetos e protótipos.

A educação STEM busca, em essência, desenvolver características e competências fundamentais durante a educação básica, para os futuros profissionais da geração digital (ALCOFORADO; FRANÇA; CORREIA, 2022).

### 2.2 Coleta Seletiva

No que diz respeito à coleta seletiva, à Resolução n° 275/2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), trata sobre a coleta diferenciada de um determinado material com capacidade de reciclagem, cuja separação é feita de acordo com sua constituição e posteriormente disponibilizado para coleta que pode ser realizada por caminhões, vinculados à prefeitura, ou por catadores de materiais recicláveis (CONAMA, 2001).

Esses materiais são separados normalmente por cores específicas: azul para o papel

e o papelão; vermelho para o plástico; verde para o vidro; amarelo para o metal; marrom para os resíduos orgânicos; preto para a madeira; roxo para os resíduos radioativos; laranja para os resíduos perigosos; branco para os resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde; cinza para os resíduos gerais não recicláveis ou misturados, ou contaminados não passíveis de separação (CONAMA, 2001).

## 2.3 Sensores e atuadores

Os sensores em geral, são dispositivos que detectam determinado estímulo e desencadeiam uma reação específica a partir disso. Esses estímulos podem ser de diferentes tipos, como temperatura, som, luz, presença de um objeto, tipo de material, velocidade, entre outros (THOMAZINI, ALBUQUERQUE; 2005).

Após o estímulo, os sensores criam reações para o envio de algum sinal ou informação relevante, normalmente em forma de sinal elétrico, como por exemplo: uma geladeira que atingiu a temperatura programada, um sinal da porta aberta em um veículo ou a mão de um usuário no momento do fechamento da porta do elevador. Na engenharia, há alguns sensores que se destacam, são os de presença que detectam determinados tipos de materiais. Alguns que são relevantes são:

- Indutivo: detecta alterações em um campo eletromagnético, é próprio para objetos metálicos.
- Capacitivo: detecta alterações em um campo eletrostático, é próprio para materiais não metálicos.
- Óptico: detecta a partir da emissão e recepção de um feixe de luz, e pode diferenciar objetos, como por exemplo: objetos opacos que tem dificuldade em refletir a luz, e objetos translúcidos que refletem boa parte da luz recebida.

## 2.4 BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE).

A aplicação da BNCC deve assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018).

## 3 METODOLOGIA

Os encontros para aplicação do projeto devem acontecer com turmas do 2º ano do ensino médio, de escola pública e privada, a fim de aguçar a curiosidade e o interesse dos alunos a partir do desenvolvimento de uma situação problema, para resolução envolvendo o sistema de aprendizado STEM. Escolheu-se o 2º ano devido as competências específicas de Matemática e Ciências da BNCC da respectiva série retratadas nos quadros 1 e 2 e o

protótipo se encaixa dentro da proposta do BNCC, além da maturidade dos alunos, onde já existe a possibilidade da escolha de uma carreira técnica ou não, já que no final do ano seguinte espera-se que eles já tenham escolhido um curso superior para seguir.

Será desenvolvido um protótipo de uma estação de manufatura simulando uma linha automatizada de coleta seletiva de materiais recicláveis, eletromecânica, com a utilização de sensores, motores, atuadores e plataformas digitais, além de um *hardware* programável, Arduino UNO. Para a simulação do protótipo será utilizada a plataforma online Tinkercad da Autodesk e a Unity 3D, da Unity Technologies. Como as plataformas são gratuitas, os alunos podem usá-las em seus computadores pessoais fora do horário de aula, assim familiarizando-se melhor com as ferramentas. Após todas as simulações, a próxima etapa é imprimir em uma impressora 3D ou fabricar manualmente o protótipo em MDF, os materiais eletrônicos necessários e realizar a montagem junto com os alunos.

Em relação aos professores do ensino básico, por sua vez, receberão suporte para criação dos roteiros de utilização dos *softwares* e *hardwares*, bem como as funções básicas de programação do Arduino, os componentes eletrônicos a serem adquiridos e a aplicação dentro das competências do ensino de Matemática e Ciências.

### 3.1 Aplicação do Questionário Socioeconômico

Será aplicado um questionário com participantes não identificados contendo perguntas sobre o que os alunos conhecem e esperam das disciplinas STEM (HECK, 2017). O questionário deve abordar os seguintes itens:

- a) Faixa Etária (Menor que 12, 12, 13, 14, 15, 16, Maior que 16 anos).
- b) Gênero (Masculino, Feminino, Não Declarado).
- c) Cor ou Raça (Amarela, Branca, Indígena, Parda, Preta, Não Declarado).
- d) Tipo de Escola (Pública, Particular, Não Declarado)
- e) Tem acesso a computador em casa? (Sim, Não, Não Declarado)
- f) Tem acesso à internet em casa? (Sim, Não, Não Declarado)
- g) Meio de acesso à internet? (Computador, Tablet, Notebook, Celular/Smartphone, Outro)
- h) Tempo diário de acesso à internet diariamente, em horas. (Menos de 1h, 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, mais de 5h)

### 3.2 Aplicação do Questionário Após o Experimento

Posteriormente após os experimentos, a aplicação de um novo questionário conforme os itens abaixo, aborda a percepção após a realização das tarefas. O questionário, possui 5 elementos afirmativos, que vão de: se concorda totalmente (CT) concordar parcialmente (CP), discorda totalmente (DT), discorda parcialmente (DP), sem opinião (SO) (HECK, 2017).

- a) A utilização do Arduino foi simples?
- b) A utilização do Tinkercad foi simples?
- c) A utilização do Unity foi simples?
- d) A montagem do protótipo físico foi simples?
- e) Foi fácil encontrar os materiais para compra?
- f) O professor foi claro nas explicações das rotinas dos programas?

- g) O experimento, foi condizente com os conteúdos das disciplinas de matemática e ciências envolvidas?
- h) Você já havia feito um experimento utilizando esse tipo de material e metodologia?
- i) O experimento ajudou você a entender a aplicação da ciência, tecnologia, matemática e engenharia no mundo real?
- j) O experimento contribuiu para sua aprendizagem?
- k) Você ficou satisfeito com o experimento?
- l) O experimento lhe motivou a aprender mais sobre ciências, tecnologia, matemática e engenharia?
- m) Você conversou sobre o experimento com alguém que não seja de sua sala de aula?
- n) A plataforma computacional, lhe motivou a seguir com o experimento?
- o) O experimento lhe ajudou a aprender de forma mais fácil?
- p) PERGUNTA ABERTA: Relate qual a visão sobre engenharia que você desenvolveu após o experimento.
- q) PERGUNTA ABERTA: O que você acha que poderia melhorar na aplicação do experimento.
- r) PERGUNTA ABERTA: Qual a fase do experimento que lhe chamou mais atenção e por quê.
- s) PERGUNTA ABERTA: Qual fase do experimento que você teve mais dificuldade e por quê.

### 3.3 Situação Problema Baseada na BNCC

Baseando-se na BNCC, as competências específicas e habilidades utilizadas no ensino médio, dentro do contexto do experimento estão relatadas conforme quadros 1 e 2.

Quadro 1 – Competências de Matemática e suas Tecnologias

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3	HABILIDADE DESENVOLVIDA
Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.	(EM13MAT301) Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
	(EM13MAT310) Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo agrupamentos ordenáveis ou não de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas, como o diagrama de árvore.
	(EM13MAT315) Investigar e registrar, por meio de um fluxograma, quando possível, um algoritmo que resolve um problema.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 4	HABILIDADE DESENVOLVIDA
Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.	(EM13MAT405) Utilizar conceitos iniciais de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática.
	(EM13MAT407) Interpretar e comparar conjuntos de dados estatísticos por meio de diferentes diagramas e gráficos (histograma, de caixa ( <i>box-plot</i> ), de ramos e folhas, entre outros), reconhecendo os mais eficientes para sua análise.

Fonte: BNCC, 2018 (Adaptada)

Quadro 2 – Competências de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1	HABILIDADE DESENVOLVIDA
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
	(EM13MAT310) Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo agrupamentos ordenáveis ou não de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas, como o diagrama de árvore.
	(EM13MAT315) Investigar e registrar, por meio de um fluxograma, quando possível, um algoritmo que resolve um problema.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3	HABILIDADE DESENVOLVIDA
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

Fonte: BNCC, 2018 (Adaptada)

### 3.4 Descrição do funcionamento do Sistema

A proposta do sistema é uma simulação de uma linha de coleta seletiva, em que serão separadas peças de três tipos: metal, plástico e papel. As peças serão colocadas em uma esteira transportadora e selecionadas de acordo com o material através dos sensores.

Após o botão liga ser acionado, a esteira entra em funcionamento e o dispositivo atuador faz a peça cair em sua respectiva rampa de acordo com o material. Após o fim do ciclo, o sistema volta ao início e deve-se recolocar outra peça. Todo o processo está descrito no quadro 3.

Quadro 3 – Descrição do Funcionamento do Sistema

<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar uma peça qualquer na entrada da esteira (<i>Bay</i> de Entrada).</li> <li>Apertar o botão liga (E3).</li> </ul>		
Caso a peça seja de metal:	Caso a peça seja de papel:	Caso a peça seja de plástico:
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor para peças de metal (E1) é acionado.</li> <li>Sensor para peças que NÃO SÃO DE PAPEL (E2) é acionado.</li> <li>Esteira (S4) funciona.</li> <li>Atuador 1 (S1) aciona e desvia a peça para rampa 1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor para peças de metal (E1) não é acionado.</li> <li>Sensor para peças que NÃO SÃO DE PAPEL (E2) não é acionado.</li> <li>Esteira (S4) funciona.</li> <li>Atuador 2 (S2) aciona e desvia a peça para rampa 2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor para peças de metal (E1) não é acionado.</li> <li>Sensor para peças que NÃO SÃO DE PAPEL (E2) é acionado.</li> <li>Esteira (S4) funciona.</li> <li>Atuador 3 (S3) aciona e desvia a peça para rampa 3.</li> </ul>



- Após 3 segundos, o sistema é desligado e o ciclo recomeça.
- Após 3 segundos, o sistema é desligado e o ciclo recomeça.
- Após 3 segundos, o sistema é desligado e o ciclo recomeça.

Fonte: Autor

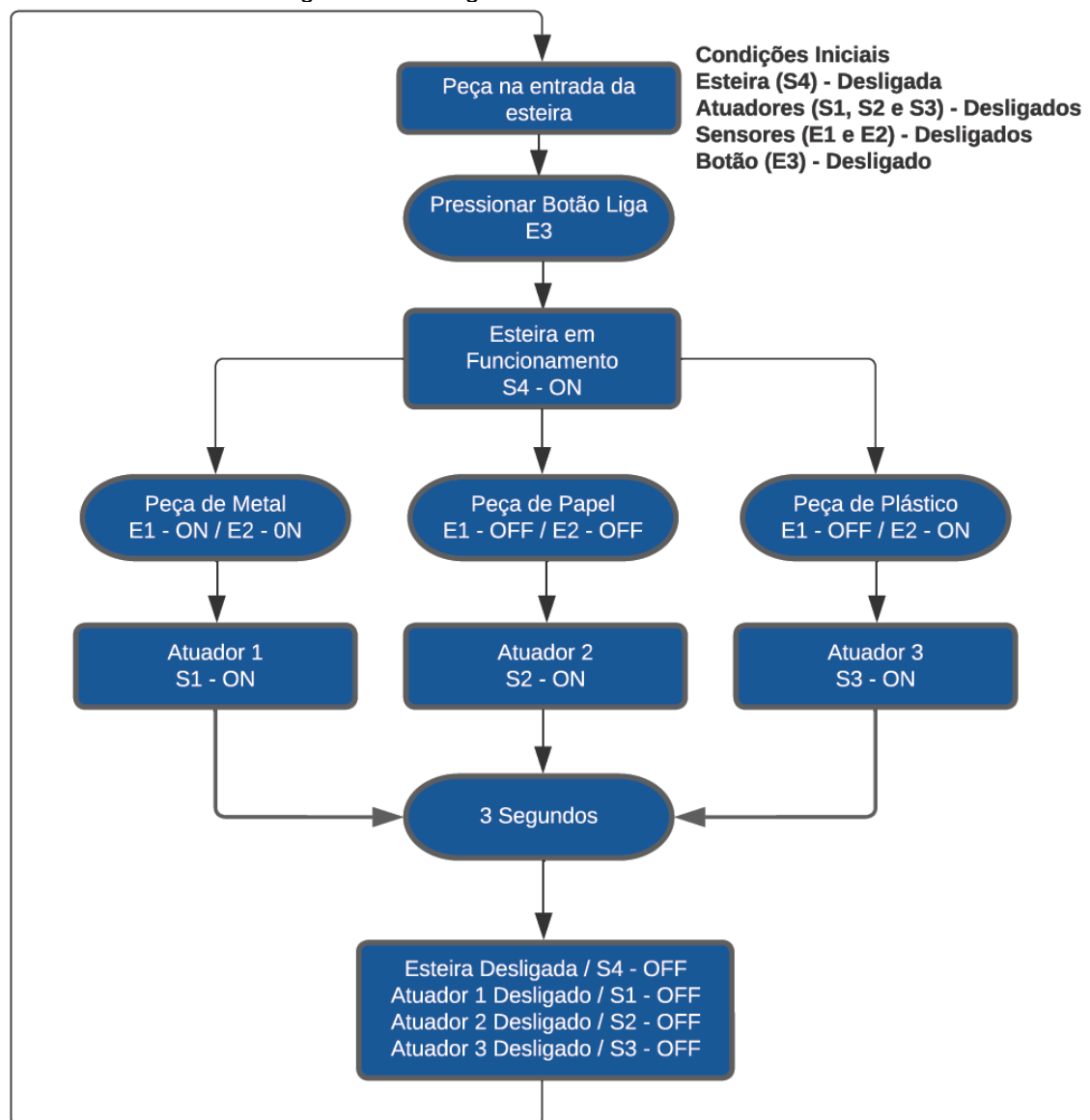
Representando no quadro 4, os sensores em forma de lógica booleana, onde 0 representa desativado e 1 representa ativado. A figura 1 apresenta o funcionamento em forma de fluxograma.

Quadro 4 - Lógica Booleana do Sistema

	Sensor para peças de metal (E1)	Sensor para peças que NÃO SÃO de papel (E2)	Resultado
Peça de Metal	1	1	Atuador 1 (S1)
Peça de Papel	0	0	Atuador 2 (S2)
Peça de Plástico	0	1	Atuador 3 (S3)

Fonte: Autor

Figura 1 – Fluxograma do Processo



Fonte: Autor

### 3.5 Descrição das ferramentas computacionais utilizadas

#### a) Unity

Unity é um motor de jogos multiplataforma desenvolvido pela empresa Unity Technologies, o qual pode ser utilizado para criar jogos 2D e 3D, bem como simulações. Compatível em plataformas acessíveis como Windows, Android, MacOS e Linux, inclusive podendo atingir dentre outras as categorias *mobile*, *desktop* e *console* (UNITY, 2023).

#### b) Tinkercad

Tinkercad é um programa da Autodesk de modelagem tridimensional online gratuito compatível em um navegador *web*, conhecido por sua simplicidade e facilidade de uso. Desde que se tornou disponível em 2011, tornou-se uma plataforma popular para a criação de modelos para impressão 3D, bem como uma introdução básica à geometria sólida construtiva nas escolas. (TINKERCAD, 2023)

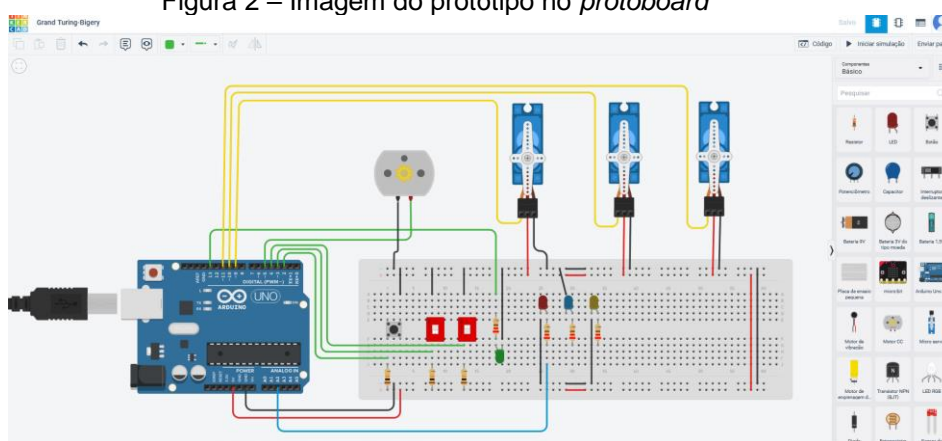
#### c) Arduino UNO

Arduino é uma plataforma programável de prototipagem eletrônica (para testes e projetos eletrônicos) de placa única e *hardware* livre (código aberto), que permite aos usuários criarem objetos eletrônicos interativos e independentes utilizando microcontrolador, com o objetivo de criar ferramentas acessíveis, com baixo custo, flexíveis, independentes e de fácil uso por principiantes, amadores e profissionais (ARDUINO, 2023).

### 3.6 Integração do Protótipo

a) A primeira etapa do projeto é a programação simulada no Arduino pela plataforma Tinkercad. A programação do fluxo de separação, com seus respectivos endereços foi detalhada no item 3.4. A figura 2 ilustra o sistema de montagem protoboard com o Arduino, incluindo os atuadores e motor. Onde os sensores (E1 e E2) são representados por chaves.

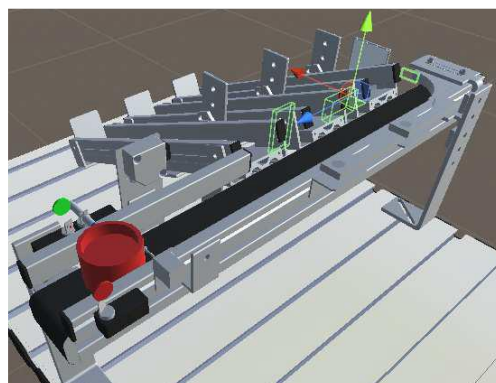
Figura 2 – Imagem do protótipo no *protoboard*



Fonte: Autor

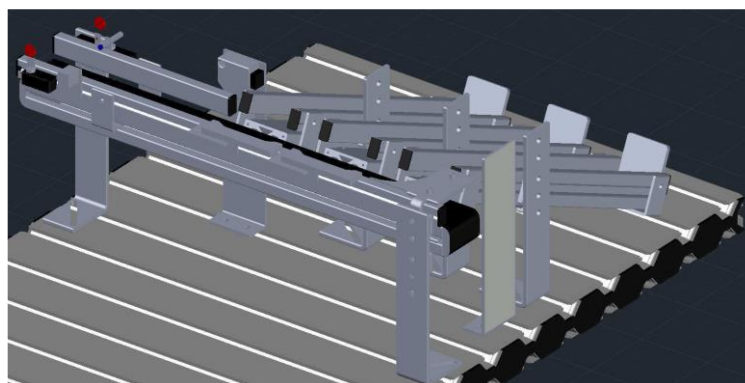
- b) Após a verificação de funcionalidade do projeto, a montagem do *hardware* será feita no *protoboard* e a programação será carregada no controlador Arduino Uno R3 Atmega328, para posteriormente ser integrada ao Unity.
- c) Os modelos eletromecânicos do protótipo, serão carregados no Unity, que por sua vez serão integrados ao Arduino através das portas de comunicação serial ou USB do computador. Após a integração de configuração do Unity, as simulações serão realizadas, os modelos seguem as imagens das figuras 3 e 4.

Figura 3 – Simulação no Unity  
(Vista lateral esquerda)



Fonte: Autor (adaptada)

Figura 4 – Simulação no Unity  
(vista Lateral direita)



Fonte: Autor (adaptada)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados da pesquisa anterior e posterior ao experimento, trarão subsídios para verificar como os jovens nativos digitais compreendem a aplicabilidade da tecnologia em situações cotidianas, e quais as competências que eles desenvolveram. Além de fomentar a integração entre conceitos teóricos vistos em sala de aula, com conceitos de programação, montagem, lógica matemática e consciência ambiental.

Outro aspecto que a pesquisa propõe é a possível implementação na escola de laboratórios digitais para simulação de outros experimentos dentro da proposta do BNCC. Além do treinamento para os professores do ensino básico em que eles poderão identificar quais conteúdos programáticos podem ser lecionados de forma teórico-prática.

É importante salientar que este projeto colabora na formação de alunos do ensino básico, através da atuação da universidade, despertando o interesse pelos conteúdos abordados nos livros didáticos, através de uma relação com o cotidiano das pessoas. Além disto, essa aproximação entre a universidade e a sociedade pode levar a despertar o interesse por cursos ligados a engenharia, dando noção de como este profissional pode vir a atuar sendo futuro engenheiro e uma vez que a escolha da profissão seja pautada em conhecimentos teóricos e práticos sobre a profissão, espera-se uma menor evasão futura dos cursos escolhidos.

Como trabalho futuro espera-se aplicar o projeto em escolas públicas e privadas de ensino básico e a partir das respostas dos questionários, avaliar o nível de aprendizagem dos alunos envolvidos no processo.

## 5 REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, M. L. M. G.; FRANÇA, M. B. M.; CORREIA, S. E. N. **Mulheres em STEM - Uma Iniciativa em Tempos de Pandemia da COVID-19**. Principia, João Pessoa, v. 59, p. 1, 2022

ARDUINO. Disponível em <https://www.arduino.cc/>; acessado em 28 mai. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Brasília, 2018.

ÇEVİK, M. **Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students**. Pegem Journal of Education and Instruction, v. 8, n. 2, p. 281-306, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE ENGENHARIA, **Conselho Federal de Engenharia e Agronomia**. Profissionais da Década. Disponível em <https://relatorio.confed.org.br/Profissional/ProfissionaisDecada>; acessado em 23 fev. 2023.

FERREIRA, E. E.; ALMEIDA, J. J. P. de; SILVA, L. E. B.; LIMA, M. L. dos S.; SILVA, R. N. da. Coleta seletiva: concepção de alunos do ensino fundamental de uma escola pública do município de Arapiraca-AL. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 2676–2691, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i4-1323.

Disponível em: [https://diversitasjournal.com.br/diversitas\\_journal/article/view/1323](https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1323). Acesso em: 8 jun. 2023.

HECK, C. **Integração de Tecnologia no Ensino de Física na Educação Básica: Um Estudo de Caso Utilizando a Experimentação Remota Móvel**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Tecnologias da Informação e Comunicação - Universidade Federal de Santa Catarina.

INEP, **Apresentação da Coletiva de Imprensa, Censo de Educação Superior 2021**. Disponível em [https://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/documentos/2021/apresentacao\\_censo\\_da\\_educacao\\_superior\\_2021.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2021/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2021.pdf); acessado em 22 fev. 2023.

INEP, Pisa, **Relatório Brasil no Pisa**. 2018.

Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/resultados>; acessado em 22 fev. 2023.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R. A de; APPELT, V. K.; Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura, **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 68-88 out/dez, 2021.

Disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>.

Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001.

Revista Forbes. Países que mais formam engenheiros, 9 jun 2015.

Disponível em <https://forbes.com.br/listas/2015/06/10-paises-que-mais-formam-engenheiros>; acessado em 22 fev 2023, 09:38h.

SANTOS, A. M. T. B.; SILVA, I. T. Forma engenharia: projeto scada incentivo para estudantes de ensino médio a cursarem engenharia. In: XXXI encontro nacional de engenharia de produção, 35., 2015, Fortaleza, CE. **Anais**. Rio de Janeiro, RJ. Abepro, 2015.

Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_215\\_271\\_28013.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_215_271_28013.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2023.

THOMAZINI, Daniel.; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2005.

TINKERCAD. Disponível em <https://www.tinkercad.com/>; acessado em 14 mai. 2023.

UNITY. Disponível em: <https://unity.com/pt>; acessado em 30 mai. 2023.

## APPLICATION OF STEM METHODOLOGY IN THE FINAL YEARS OF ELEMENTARY EDUCATION USING COMPUTING AND MANUFACTURING SYSTEMS

**Abstract:** *This work aims to integrate the competences and skills of the Mathematics and Science disciplines defined in the National Common Curricular Base (BNCC) of the Ministry of Education, with the teaching methodology based on Science, Technology, Mathematics and Engineering (STEM), through the construction of a model of a manufactured selective collection station, using electronics and computational tools in a second-year high school class. The students' interest in the engineering area and in learning content is verified through their performance in the classroom, as well as the result of an applied opinion survey with unidentified participants. The group of students must be accompanied by a master's student, professors from the electrical engineering course at the University of Pernambuco, in addition to the school's basic education team. Thus, it is expected to convey to this audience the importance of engineering, science and technology and how it is part of "day to day life" in solving real situations.*

**Keywords:** High School, STEM, Engineering, Selective Collection.