

**Uma proposta de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) – o ‘carrinho de luz’**

**The Science, Tech, Engineering, Arts and Maths (STEAM) proposal – the ‘car of lighth’**

**Propuesta Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM) – el ‘carro de la luz’**

Recebido: 19/05/2020 | Revisado: 22/05/2020 | Aceito: 26/05/2020 | Publicado: 07/06/2020

**Rodrigo da Silva Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4100-6209>

Universidade Estadual do Paraná, Campus de Paranavaí, Brasil

E-mail: [carvalhos\\_roeday@yahoo.com.br](mailto:carvalhos_roeday@yahoo.com.br)

**Shalimar Calegari Zanatta**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0302-8300>

Universidade Estadual do Paraná, Campus de Paranavaí, Brasil

E-mail: [shalicaza@yahoo.com.br](mailto:shalicaza@yahoo.com.br)

**Hercilia Alves Pereira de Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7373-9218>

Universidade Federal do Paraná, Campus de Jandaia do Sul, Brasil

E-mail: [herciliaapc@gmail.com](mailto:herciliaapc@gmail.com)

**Marcia Regina Royer**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6369-9440>

Universidade Estadual do Paraná, Campus de Paranavaí, Brasil

E-mail: [marciaroyer@yahoo.com.br](mailto:marciaroyer@yahoo.com.br)

**Resumo**

Este trabalho é uma descrição de proposta didático metodológica para promover a interdisciplinaridade, utilizando os pilares metodológicos da Educação STEAM. A Educação STEAM,acrônico em inglês para Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, tem como princípio norteador a aplicação prática dos conteúdos teóricos para a solução de problemas. Neste contexto, utilizamos a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, conhecida abreviadamente por TAS para fundamentar nossa proposta. De acordo

com a TAS, a aprendizagem significativa promove o desenvolvimento cognitivo do aluno e coloca o professor como agente protagonista do processo de ensino. Assim sendo, a proposta aqui descrita é denominada Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, UEPS e resulta de pesquisas em referenciais teóricos nacionais e internacionais os quais discutem as metodologias didático pedagógicas e os papéis específicos do professor e do aluno no processo ensino aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; *STEAM*; Interdisciplinaridade; Ensino.

### **Abstract**

This work is a description of a methodological didactic proposal to promote interdisciplinarity, using the methodological way of STEAM Education. STEAM Education, (Sciences, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), has as guiding principle the practical application of theoretical contents for problem solving. In this context, we used David Ausubel's Theory of Meaningful Learning, known abbreviated as TML to support our proposal. According to the TAS, significant learning promotes the cognitive development of the student and places the teacher as the protagonist agent of the teaching process. Thus, the proposal described here is called Potentially Significant Teaching Unit, PSTU and results from research in national and international theoretical references which discuss pedagogical didactic methodologies and the specific roles of teachers and students in the teaching learning process.

**Keywords:** Science teaching; STEAM; Interdisciplinary; Teaching.

### **Resumen**

Este trabajo es una descripción de una propuesta didáctica metodológica para promover la interdisciplinariedad, el uso de los pilares metodológicos de la Educación STEAM. La Educación STEAM, un acrónimo en inglés para Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, tiene como guía principal, la aplicación práctica de los contenidos teóricos para resolver problemas. En este contexto, se utilizó la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel, conocido por sus siglas TAS para apoyar nuestra propuesta. De acuerdo con TAS, el aprendizaje significativo promueve el desarrollo cognitivo del estudiante y coloca al maestro como protagonista del proceso de enseñanza. Por lo tanto, la propuesta descrita aquí se llama Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa, UEPS y los resultados de la investigación sobre las referencias teóricas nacionales e internacionales que discuten las metodologías didácticas pedagógicas y las funciones específicas del maestro y el alumno en el

proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras clave:** Enseñanza de las Ciencias; *STEAM*; Interdisciplinarietà; Enseñanza.

## 1. Introdução

A Educação *STEAM* (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, em inglês) adotada, inicialmente, nos Estados Unidos, como Metodologia *STEM*, vem sendo considerada a solução do processo educacional para o século XXI. No Brasil, apesar de o processo educacional sofrer uma forte influência das tendências pedagógicas americanas, como mostra a literatura, as discussões sobre este tema ainda são modestas (Lorenzin & Bizerra, 2016).

Bybee (2010, tradução nossa) e Sanders (2009, tradução nossa), apontam que a Educação *STEAM* é mais do que uma metodologia, é uma mudança de paradigma educacional porque reflete um claro objetivo da escola do século XXI: formar cidadãos para solucionar problemas. É evidente que esta educação está lado a lado com o desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, como o desenvolvimento econômico. Esta evidência, não nos parece algo novo, mas explicita a necessidade de discutirmos sobre o papel da escola e do professor perante o processo de ensino.

Se o papel da escola é a transmissão do conhecimento acumulado pela humanidade, objetivando a formação completa do cidadão, por outro lado, a necessidade de aplicação imediata do conhecimento, poderia interferir na escolha do conteúdo e/ou das metodologias de ensino?

Procurando a resposta nas concepções do movimento ‘Construtivista’, amplamente disseminado no Brasil, a preocupação é evidente e o debate é necessário.

Para Moreira (1999), o construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista para o processo de aprendizagem e tem sido confundido com metodologias para o ensino. Este equívoco de interpretação, conforme Duarte (2005) levou o processo educacional brasileiro ao esvaziamento do currículo e a expropriação do papel do professor, interferindo, inclusive na qualidade dos cursos de formação.

Segundo Catterall (2017, tradução nossa), a Educação *STEAM* também tem sido interpretada equivocadamente, resultando em ações ilegítimas, como por exemplo, comércio de livros, kits, materiais didáticos. No Brasil, o grupo Positivo disponibilizou um ‘e-book’, para disseminar o uso de materiais da LEGO® para promover essa forma de educação e ensino.

Com o uso de soluções de Robótica, como o LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 e o LEGO® Education WeDo 2.0, é possível aplicar situações do mundo real na resolução de problemas, desenvolver soluções por meio do trabalho em equipe; aprender a construir, testar e avaliar robôs, além de realizar experimentos com programação, sensores, motores e unidades inteligentes. A Robótica auxilia ainda no desenvolvimento do pensamento crítico, expande as ideias dos alunos e incentiva as criações por meio de experiências lúdicas de aprendizagem (Paiva & Caron, 2017, p. 11).

Estes equívocos devem ser combatidos com investimentos, principalmente na formação do professor. De fato, os Estados Unidos investiram bilhões de dólares na formação do professor para a implantação da *STEAM*.

Para Henriksen (2017, tradução nossa), a falta de capacitação dos professores dificulta não apenas a compreensão do significado da Educação em foco, mas também dos mecanismos que podem ser desenvolvidos como propostas metodológicas, já que para a autora, essa forma de educação permite o desenvolvimento de vários modelos de ensino.

No Brasil, a formação de professores (seja ela inicial ou continuada) está sujeita a políticas públicas de Governo, o que torna o processo fragmentado e, como consequência disto, ineficiente (Branco et al., 2018).

Neste contexto, a implantação da Educação *STEAM*, não é ‘a’ solução para a melhoria da qualidade de ensino, assim como qualquer ação isolada, a qual não considere a formação do professor.

Enquanto esperamos por políticas públicas sólidas que tornem a educação um projeto de Estado, podemos nos questionar, como utilizar metodologias da Educação *STEAM* para promover uma aprendizagem significativa como definida por David Ausubel<sup>1</sup>?

Na Teoria da Aprendizagem Significativa, como definida por Ausubel, o aluno deve formar uma rede relacional e hierárquica entre os conceitos pré existentes em sua estrutura cognitiva e os novos conceitos apresentados pelo professor. Essa construção cognitiva difere da aprendizagem mecânica que se traduz apenas pela memorização.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1978, tradução nossa) o professor tem um papel fundamental e insubstituível durante o processo de ensino e aprendizagem, pois identifica quais os conhecimentos prévios são relevantes para aprender um determinado assunto, e diagnosticar se os alunos os têm. Os autores salientam que os professores são responsáveis

---

<sup>1</sup> David Paul Ausubel (1918 – 2008), psicólogo judeu nascido em Nova York define a aprendizagem significativa como um processo de ancoragem do conteúdo novo com os conceitos relevantes e inclusivos já disponíveis na estrutura cognitiva, para então ser reelaborado pelo aprendiz, alterando seu status quo. Ou seja, na aprendizagem significativa, o aluno transpõe os saberes entre as diferentes áreas do conhecimento.

pelas escolhas dos “organizadores prévios”<sup>2</sup>. Estes recursos podem não estar disponíveis prontamente porque são específicos ao conteúdo a ser trabalhado e ao conhecimento (correto ou não) prévio do aluno. Daí a necessidade do professor em elaborá-los. Eles correspondem a uma espécie de material introdutório, responsável por fornecer a base teórica necessária para o aluno ‘ancorar’ o conhecimento subjacente. Ausubel (1968, tradução nossa) chamou este conhecimento prévio do aluno de subsunçor. São os subsunçores que servem de âncora para o conhecimento subjacente. Este material poderá se apresentar como vídeos, textos, atividades experimentais, entre outras. Sua elaboração dependerá de um bom diagnóstico do conhecimento prévio do aluno e do conhecimento completo do conteúdo que será abordado. Ou seja, o professor deverá ser capaz de ter conhecimento das relações hierárquicas entre os conceitos envolvidos.

Inserido neste contexto, este trabalho, apresenta uma proposta didático metodológica nos moldes da Educação STEAM, utilizando como princípio teórico norteador a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, TAS.

## 2. A Educação STEAM

O que hoje se define por Educação STEAM teve seu início na década de 90 no século XX, como método STEM, assim nomeado pela *National Science Foudation* (NSF)<sup>3</sup>, para qualquer programa ou prática de ensino que envolvesse uma ou mais áreas relacionadas às Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (Bybee, 2010, tradução nossa).

Depois de alguns anos, a Arte foi incorporada para auxiliar o desenvolvimento da criatividade e hoje o STEAM configura uma forma de educação que busca o desenvolvimento da criatividade do aluno.

Portanto, na literatura pertinente, os dois termos são encontrados, STEM ou STEAM. Neste trabalho adotamos STEAM, porém ao citar outros autores, mantivemos o termo utilizados por eles.

Segundo Burrows e Slater (2015, tradução nossa) a Educação STEAM tem por objeto ajudar a próxima geração desenvolver novas aptidões e comportamentos, para resolverem

---

<sup>2</sup> Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1978, tradução nossa), organizadores prévios representam estratégias para manipular a base cognitiva e colaborar com o processo de aprendizagem significativa. Esses organizadores seriam uma espécie de material introdutório que é aplicado antes do conteúdo a ser trabalhado para que o aluno adquira o conhecimento básico necessário.

<sup>3</sup>A National Science Foundation (NSF) é uma agência federal independente criada pelo Congresso norte americano em 1950 para promover o progresso da Ciência, a saúde nacional, a prosperidade, e o bem-estar.

problemas do mundo real, utilizando o conhecimento de várias disciplinas e competências, como o pensamento crítico, a colaboração e a criatividade. De acordo com Cabral e Farias (2018), a Educação STEAM, vem preencher uma lacuna entre o conhecimento científico e o desenvolvimento estratégico tecnológico.

Ou seja, estamos falando de uma educação cujo objetivo é dar a escola o papel do desenvolvimento econômico em função do desenvolvimento científico e tecnológico.

Stohlmann, Moore e Roehrig (2012, tradução nossa) e Shernoff et al. (2017, tradução nossa) destacam que a Educação STEAM guarda em si uma integração disciplinar (ou educação integrativa) que implica na solução de problemas complexos, nas quais envolvem conhecimento, processos e habilidades de diferentes disciplinas.

Connor, Karmokar e Whittington (2015, tradução nossa) defendem que a educação integrativa STEM tem uma base forte no construtivismo e no conhecimento cognitivo da Ciência. Eles também apontam que há evidências crescentes de que a instrução integrativa melhora o aprendizado. Hartzler (2000, tradução nossa), em seu trabalho de doutorado, verificou resultados satisfatórios para o desempenho da aprendizagem de 30 alunos durante a instrução integrada.

Segundo Knoll (1997, tradução nossa) e Beckett (2002, tradução nossa), as metodologias da Educação STEAM seriam aquelas que levassem os estudantes a construir e desenvolver ações, para resolverem possíveis problemas. Assim, metodologias como projetos, resolução de problemas, pesquisa, são fortes aliadas da Educação STEAM. Porém, ressalta-se que todos estes artifícios devem se pautar em problemas do mundo real.

Colburn (2000, tradução nossa) chama a atenção para as diferenças entre a aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas e aprendizagem baseada em perguntas (inquérito). Os projetos e resolução de problemas implicam em explorar a dissolução de respostas, enquanto o questionamento visa responder uma pergunta inicial, porém, com a formulação de novas perguntas.

Com base na análise de Shernoff et al. (2017, tradução nossa), os docentes que estão aplicando atualmente a Educação STEAM, estão tendo que superar alguns desafios durante a implementação das abordagens integrativas. Falta tempo para planejamento, falta de tempo para instrução, estrutura escolar inadequada, e dificuldade para avaliar as atividades STEAM. Além da falta de recursos e formação inadequada dos professores. O trabalho publicado recentemente por Margot e Kettle (2019, tradução nossa), sobre a percepção dos professores que desenvolvem a STEAM, confirmam os resultados relatados por Shernoff et al. (2017, tradução nossa).

Diante disso, Sanders (2009, tradução nossa) observa que devido ao caráter integrador da STEAM, os profissionais da educação não podem mais ser preparados de maneira convencional. Reforçando esta ideia, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, o professor deve ter pleno conhecimento de todo conteúdo a ser abordado para ser capaz de estabelecer quais são os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem.

Burrows e Slater (2015, tradução nossa) defendem que há uma desconexão entre a formação dos professores e o que seria necessário para implementação da Educação STEAM.

O sucesso da implantação da Educação STEAM depende da mudança de paradigma na formação do professor. Os licenciandos devem compreender a necessidade de ampliar seu conhecimento ao invés de limitá-lo para uma área específica.

Assim, a Educação STEAM é muito mais do que a descrição de ações metodológicas. Ela representa uma completa mudança na estrutura educacional, abrangendo, currículo, avaliação, logística, estrutura organizacional e física das escolas.

Assim, este trabalho não abrange a Educação STEAM como a definimos, mas se pauta nos principais objetivos propostos, como o desenvolvimento da criatividade para aplicação do conhecimento ao desenvolvimento científico e tecnológico.

A proposta didático metodológica aqui apresentada, denomina-se Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e abreviada por UEPS. Segundo Moreira (2011), esta nomenclatura específica, UEPS representa uma proposta de sequência metodológica, norteadas principalmente, pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

### **3. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS**

Nesta metodologia, o professor é o protagonista do processo de ensino e o aluno do processo de aprendizagem. Ambos os sujeitos são importantes e cada um tem suas funções específicas. Diferente das ações didático metodológicas que caracterizam o ensino Construtivista, as quais, o aluno é o balizador do processo de ensino e da aprendizagem e o professor um mero gerenciador do processo (Duarte, 2005). Neste contexto construtivista, os conteúdos devem ser ‘significativos’ e por isso, são escolhidos de acordo com o cotidiano do aluno.

Queremos salientar que na TAS não é o conteúdo que deve ser significativo, mas a aprendizagem. Além disso, o professor tem um papel fundamental e insubstituível.

De acordo com Moreira (2011), a elaboração de uma UEPS deve atender alguns critérios:



1 - O professor deve identificar os conceitos básicos, relacionados hierarquicamente, dos conteúdos a serem abordados e, diagnosticar o conhecimento prévio do aluno.

Estratégias como questionários, mapas conceituais, mapas mentais, situação-problema, entre outras poderão ser utilizadas.

2 – O professor deverá elaborar e ou disponibilizar para o aluno materiais que atuem como organizadores prévios. É comum que ocorra a necessidade de elaboração do material para que seja especificamente adequando a realidade da turma e do conteúdo que será abordado.

3 – É importante que o professor apresente o todo, começando com os aspectos mais gerais e inclusivos e aponte o ponto de chegada. Depois deve fragmentar o conteúdo, mas sempre retomando o todo. O professor deve conduzir o aluno a fazer a reconciliação integrativa<sup>4</sup> e diferenciação progressiva<sup>5</sup> de forma contínua. A cada retomada, o nível de complexidade deve ir aumentando.

4 – A avaliação é contínua e de caráter diagnóstico. A aprendizagem significativa é sempre progressiva e promove alterações na estrutura cognitiva do aluno que deve ser sondada constantemente.

Para Ausubel, a motivação é um parâmetro importante para a aprendizagem significativa. Em função disto e, em atendimento a Educação STEAM, utilizamos um carrinho de luz como agente motivador para o desenvolvimento da UEPS aqui elaborada.

### **3.1. O carrinho de luz**

O carrinho de luz também chamado de veículo de Propulsão por Hélice, mecatrônico ou VM1 foi criado por Braga (2019) e conforme relato do autor, foi o artefato mais interessante e eficaz para promover o ensino de conceitos relacionados, tanto no ensino médio, quanto em cursos de engenharia.

---

<sup>4</sup> A reconciliação integrativa segundo Ausubel, seria explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. O conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também: explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, chamar atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes.

<sup>5</sup> De acordo com a teoria Ausubeliana, na diferenciação progressiva as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, depois irem sendo progressivamente diferenciadas. Pois segundo o autor, é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas.



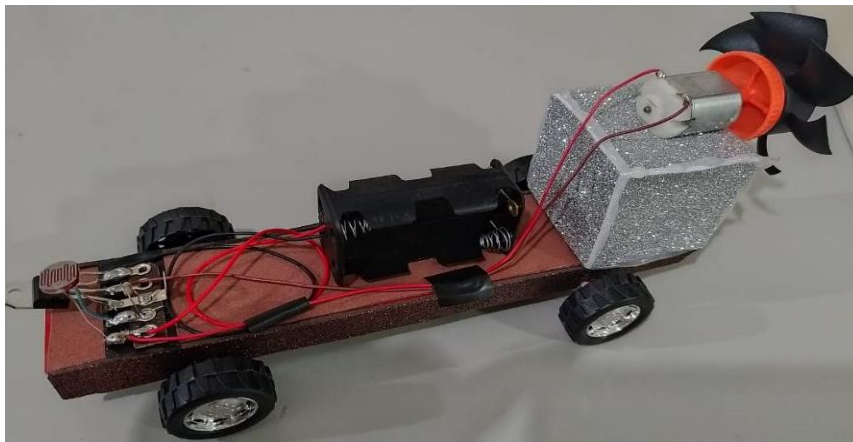
Braga (2019) o desenvolveu primeiramente com alunos do Colégio Mater Amabilis, localizado no município de Guarulhos, em São Paulo e o sucesso obtido o levou a utilizá-lo em outros lugares em que trabalhava.

Há três versões de carrinhos: i) Propulsão por Hélice e Circuito Eletrônico com Transistor (VM1); ii) Propulsão por Engrenagem e Circuito Eletrônico com Transistor (VM2) e iii) Propulsão por Polia e Circuito Eletrônico com SCR do inglês *Silicon Controlled Rectifier* que é um dispositivo semicondutor Retificador Controlador de Silício, sendo, portanto, o modelo denominado (VM3).

O carrinho de luz modelo VM1, é confeccionado com materiais recicláveis, um motor elétrico, um sensor de luz do tipo *Light Dependent Resistor* (LDR) alimentado por 4 pilhas e um transistor *Darlington*. O procedimento detalhado da montagem pode ser visto em Braga, (2019)<sup>6</sup>.

A Figura 1 mostra um exemplo do carrinho VM1 e o Quadro 1 fornece uma lista dos componentes eletrônicos necessários com os custos previstos.

**Figura 1:** carrinho modelo VM1.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/robotica/2122>>.

**Quadro 1:** Lista dos componentes eletrônicos do veículo mecatrônico VM1 em janeiro de 2020.

Qtd.	Descrição	Valor Parcial
1	Transistor TIP122 NPN	R\$ 1,37
1	Resistor 4M7 5% (1/4W)	R\$ 0,12
1	LDR 10MM	R\$2,08
1	Barra/Ponte De Terminais 20 Vias	R\$ 4,63
1	Micromotor DC 3V a 6V 200mA 65g.cm	R\$9,43
1	Suporte para 4 Pilhas Pequenas AA (2 Lados) Preto	R\$1,66
		<b>Valor Total: R\$ 19,29</b>

Fonte: Soldafria. Disponível em: <https://www.soldafria.com.br>. Acesso: 22 jan 2020.

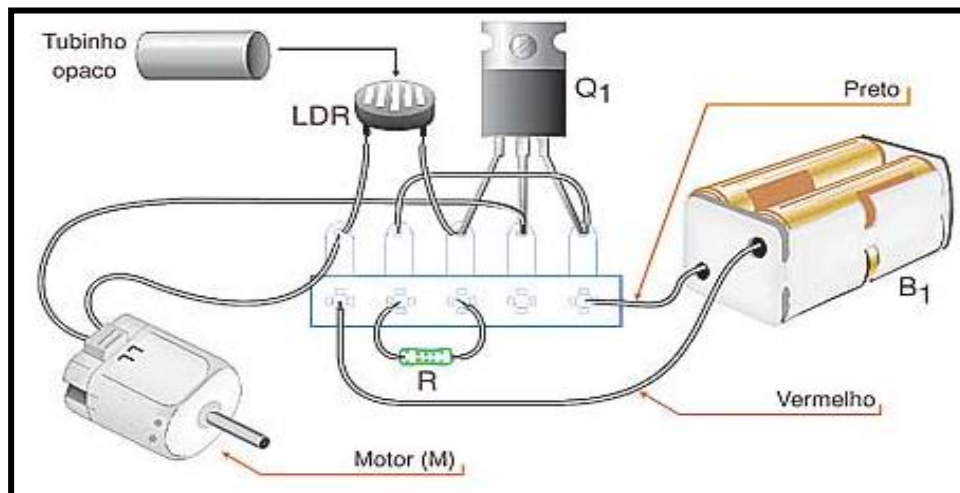
Quando se incide luz sobre o sensor de luz LDR, uma corrente elétrica alimenta o sistema elétrico e o carrinho entra em movimento. Na ausência de luz, não há corrente elétrica e o sistema fica desligado. Daí a necessidade do fotossensor (LDR) ficar aproximadamente protegido de tal forma que a quantidade de incidência de luz, seja um parâmetro controlável. Mesmo assim, o LDR não pode controlar sozinho a corrente elétrica do motor, daí a importância do transistor *Darlington* de potência. Este transistor atua como uma chave que liga/desliga o LDR.

A corrente elétrica alimenta o motor que aciona uma hélice, responsável pela propulsão do carrinho. A velocidade atingida pelo carrinho depende da intensidade luminosa, de sua massa, da aerodinâmica do conjunto: hélice + carrinho, atrito e qualidade das pilhas.

Como podemos observar a montagem de um protótipo VM1 é uma metodologia eficiente para a aprendizagem de conceitos da engenharia e da tecnologia.

O circuito eletrônico está representado na Figura 2. Uma ponte composta por cinco terminais, será a base de montagem dos componentes.

**Figura 2:** Montagem do circuito em ponte de terminais.



**Fonte:** Braga, 2019.

O Quadro 2 traz alguns exemplos de conteúdos que podem ser abordados durante o projeto de construção do carrinho VM1.

Não estamos preocupados em determinar uma série específica para aplicação desta UEPS. Entendemos que as ideias aqui expostas devem ser condicionadas com a realidade específica de cada turma, colégio, professor.

Vale ressaltar também que os conteúdos apresentados no Quadro 2 não esgotam as possibilidades de outras abordagens.

**Quadro 2:** Conteúdos que podem ser trabalhados a partir do protótipo VM1.

Área do conhecimento	Tema	Conteúdos específicos
Química	Modelos atômicos	Átomo de Bohr Partículas elementares do átomo Comportamento dual da partícula.
Química	Ligações químicas	Ligações químicas entre íons, átomos e moléculas, ligação metálica.
Física	Leis de Newton	Velocidade, aceleração, força, inércia, movimento retilíneo uniforme e acelerado, referencial inercial, trajetórias, centro de massa.
Física	Eletricidade e Eletromagnetismo	Condutividade elétrica dos materiais sólidos, Corrente elétrica contínua e alternada. Ondas eletromagnéticas e fótons de luz.
Engenharia	Eletrônica básica	Diodo retificador, Resistor (LDR), Transistor de junção.
Química e Meio Ambiente	Materiais degradáveis e não degradáveis. Recursos naturais.	Ligações químicas e potencial de degradação; Combustíveis fósseis e formas de energias químicas.
Artes	Criatividade	Campeonato de carrinhos. Várias categorias.
Engenharia	Aerodinâmica	Atrito, força de arraste.
Matemática	Figuras geométricas	Área e perímetro de figuras geométricas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.2. Nossa proposta

Para nossa proposta UEPS utilizamos o modelo VM1 porque seu custo permite a montagem de várias unidades e não oferece dificuldades técnicas de montagem.

Ressaltamos que os conteúdos, possíveis de serem abordados, são inúmeros e extensos. No entanto, escolhemos abordar os conteúdos mais significativos do ponto de vista do funcionamento do carrinho em si, distribuídos em 5 momentos.

#### 1º momento:

Tempo estimado – 3 aulas consecutivas (150 minutos).

Objetivos:

- Apresentar o projeto e 1 carrinho modelo já construído. Esclarecer aos alunos os objetivos, os conteúdos, o que o professor espera que eles aprendam.

- Diagnosticar os possíveis conhecimentos prévios dos alunos com relação aos conteúdos que serão abordados, chamados subsunçores por Ausubel.

Conteúdos: Apresentação do projeto, avaliação diagnóstica e construção de um mapa conceitual.

Para auxiliar o aluno a tomar consciência de seu próprio conhecimento, apresentar o questionário abaixo:

1) Qual o combustível do carrinho? E quais outros tipos de combustíveis você conhece?
2) O que é luz? O que é partícula? Cite exemplos.
3) O que é corrente elétrica e como diferenciar a corrente elétrica contínua da alternada?
4) Qual o papel das pilhas?
5) Faça uma lista com todas as grandezas físicas e suas unidades de medidas que você conhece
6) Faça um diagrama esquemático dos componentes eletrônicos que fazem parte do carrinho.
7) O que é força de atrito e qual sua contribuição no desenvolvimento de um carro?
8) Descreva as formas de conversão de energia que podem ser observadas no carrinho de luz.
9) Descreva o modelo atômico mais recente aceito pela comunidade científica.
10) Quais as forças newtonianas envolvidas no deslocamento do carrinho?
11) Liste materiais que são recicláveis e não recicláveis que podem ser utilizados na confecção do carrinho.
12) Por que o plástico não conduz eletricidade e o metal sim? Procure explicar usando argumentos científicos.
13) Como o princípio da inércia se relaciona com a força de atrito?

## **2º momento:**

Tempo estimado – 3 aulas consecutivas (150 minutos).

Objetivos – identificar o efeito fotoelétrico e o papel do elétron para o transporte de carga elétrica.

Subsunçores esperados:

i- Característica dual da onda eletromagnética, estrutura atômica, propriedades elétricas dos sólidos cristalinos, energia eletromagnética.

Conteúdo – corrente elétrica contínua, onda eletromagnética, sólidos cristalinos e amorfos, efeito fotoelétrico.

#### Metodologia

i- Com base nas questões diagnósticas propostas no primeiro momento, o professor proporá o estudo do tema: “Introdução a Física Moderna e o estudo do Efeito Fotoelétrico”. Os referidos textos poderão ser encontrados no aporte teórico e podem ser encontrado pelo leitor em: <https://drive.google.com/open?id=1n50hRgt-mqd3MvzOzBTikhL0b9f2ghwg>

ii- Apresentar vídeo de curta metragem: o efeito fotoelétrico explicado (O Nobel de Einstein). O vídeo mostra como a radiação ultravioleta “arranca” os elétrons de uma placa metálica. Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=USGENeYkBd4>. Acesso em: 14 abr. 2020.

iii- Utilizar a plataforma PhET para verificar o efeito fotoelétrico. Deve ser orientado para que os alunos variem a intensidade da luz, a frequência e o tipo de material, para observarem o que poderia acontecer.

Aplicativo disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/photoelectric](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric). Acesso em: 21 jan. 2020.

iv- O carrinho deve ser utilizado novamente para que os alunos o observem, agora sob um novo olhar. É notório ressaltar que tampando e destampando o sensor, os alunos observam o carrinho andar e parar. Ou seja, o efeito fotoelétrico fica evidente.

v- Durante a exposição do protótipo, o professor ordenará a formação de grupos, para discussões sobre os temas estudados. Eles serão incentivados a responderem as questões abaixo individualmente. A pesquisa e as discussões promovidas entre pares, atuarão como organizadores prévios.

- 1) Descreva o efeito fotoelétrico (EF).
- 2) Defina corrente elétrica e corrente fotoelétrica
- 3) Faça uma relação entre as grandezas físicas relacionadas com a velocidade do carrinho
- 4) Escreva um resumo sobre a corrente fotovoltaica observada no aplicativo disponível no PhET simulações, quando há variação na frequência, na intensidade de luz e no tipo do material da placa metálica.
- 5) Faça uma representação das faixas de comprimento e frequência das ondas eletromagnéticas e seus respectivos nomes.
- 6) Cite exemplos do cotidiano, onde possamos observar o (EF).

### **3º momento:**

Tempo estimado – 3 aulas consecutivas (150 minutos).

Objetivos – Relacionar o funcionamento do semicondutor LDR com o efeito fotoelétrico e a iluminação pública.

Subsunçores esperados: resistência e condutividade elétrica de diferentes materiais, considerados isolantes, condutores e semicondutores.

Conteúdos – Funcionamento do resistor LDR, revisão das grandezas elétricas básicas: corrente, tensão, potência. Temas transversais: Meio Ambiente.

#### Metodologia

i- Os alunos, em grupo, devem ler e discutir o texto: “A relação entre a iluminação Pública e Criminalidade”. Este material está disponível no link já fornecido acima. Na sequência, serão convidados a desenhar, representações livres sobre temas como: violência, meio ambiente, política e economia. Após a criação dos desenhos, os grupos devem socializar com os demais colegas suas representações. A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados, salienta Vygotsky (1987) e Gowin (1981, tradução nossa).

ii- Com base nas questões diagnósticas propostas no primeiro momento, a respeito das grandezas elétricas, o professor proporá o estudo do tema: grandezas elétricas básicas: corrente, tensão, potência e resistência. Cada indivíduo receberá uma cópia do material para acompanhar a leitura e colar em seu caderno. Este material está disponível no aporte teórico.

iii- O aluno será incentivado a fazer um resumo sobre semicondutor, resistência elétrica, natureza da luz.

iv- ao término dessa atividade, o professor deve enfatizar o papel do resistor no acionamento da iluminação pública e no carrinho VM1, promovendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos estudados.

### **4º momento:**

Tempo estimado – 4 aulas consecutivas (200 minutos).

Objetivos específicos – Identificar as estruturas dos sólidos cristalinos. Conhecer a história e importância dos semicondutores.

Subsunçores esperados: Sólidos cristalinos e amorfos, propriedades elétricas dos semicondutores.



Conteúdo – Estrutura cristalina dos sólidos; propriedades físicas e químicas dos semicondutores e principais características do diodo e do transistor.

#### Metodologia

i- O Professor apresentará um texto didático sobre as principais características dos sólidos cristalinos e amorfos. Cada indivíduo receberá uma cópia do material para que colem no caderno e acompanhem as explicações. Material está disponível no aporte teórico.

ii- Após as discussões, será apresentado o vídeo de curta metragem: “semicondutores”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=26PVAGdOACE>.

iii- Depois da exibição do vídeo e as devidas discussões, em grupos, receberão os dispositivos semicondutores: resistor LDR e o transistor Darlington para um reconhecimento visual.

iv- Discussões orais devem ser promovidas para sintetizar o funcionamento destes dispositivos.

v- Os alunos deverão ser incentivados a pesquisarem sobre os processos de dopagem designado como tipo P e N. O professor poderá promover brincadeiras, onde cada aluno representa um átomo na rede cristalina de um semicondutor.

vi- Dependendo da maturidade dos alunos, o professor poderá resolver exercícios de fixação, como estratégia de organizadores prévios.

#### **5º momento**

Tempo estimado – 4 aulas consecutivas (200 minutos).

Objetivos – Construção e competição de protótipos.

Subsúncos esperados: Leveza e aerodinâmica de materiais.

Conteúdo – Construção de um mapa conceitual e realização de uma competição entre os alunos.

#### Metodologia

i- Nesta aula o professor deve acompanhar os alunos ao laboratório de física ou de ciências para confecção do carrinho “movido pela luz” o veículo VM1. Os sites: <https://www.soldafria.com.br/> e <https://www.youtube.com/watch?v=ZvGuJX1q-Nc> auxiliam nos detalhes técnicos.

Uma competição pode ser estimulada elegendo várias categorias: o carrinho que vai mais longe, o mais bonito, o que corre mais.

#### **4. Resultados e Discussões da Proposta**

A Educação STEAM quando contextualizada com a aprendizagem significativa de Ausubel, possibilita novas vertentes educativas, promovendo um novo olhar dentro do processo de construção do saber. Desta maneira, a UEPS se torna uma opção construtiva para os profissionais de educação que desejam romper com a prática demasiada da narrativa, visando um aprendizado dinâmico e holístico sem expropriar o papel do professor.

Apresentamos como recurso didático o carrinho mecatrônico “movido pela luz”, que pode ser implementado nas escolas da rede pública de ensino. A sua construção possibilita explorar, de forma interdisciplinar, alguns fenômenos científicos, além de promover o desenvolvimento de múltiplas habilidades como defendido pela Educação STEAM.

Sendo assim, nossa proposta UEPS no contexto STEAM, totaliza 5 momentos, os quais utilizam os pilares da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática, alicerçada na TAS.

No decorrer da propositura educativa, se evidencia que a ação do educador é fundamental e insubstituível para que o projeto se desenvolva dentro dos parâmetros teóricos que o norteiam. Portanto, durante a promoção da aprendizagem significativa, deve-se ressaltar de forma relevante o papel do professor, pois é ele que direcionará as discussões e questionamentos e estabelece uma relação construtiva com o aluno, de modo a interagir com ele, estimulando e facilitando o processo da criação de significados e ascensão do conhecimento.

#### **5. Considerações Finais**

A UEPS aqui proposta deixa claro a importância do professor conhecer os conteúdos de sua área de atuação. Mais que isto, podemos dizer que deverá conhecer outras áreas e outros temas relacionados. Talvez esta barreira implique na necessidade de se desenvolver a proposta na forma de projetos, unindo-se a professores de outras áreas do saber.

É o professor que deve selecionar conteúdos, identificar subsunçores, escolher metodologias específicas de acordo com as características da turma. Todas essas ações exigem um conhecimento formativo específico. Observe que isto vai além da figura de professor facilitador. Suas ações vão muito além de facilitar, elas envolvem fazer escolhas de acordo com um conhecimento específico ou até mesmo produzir materiais que sirvam como organizadores prévios.

Na verdade, ser professor é mais complexo do que exercer a engenharia. Isto vai na contra mão das tendências que defendem o notório saber ou a propositura de que um profissional da educação possa atuar apenas como um mero gerenciador de atividades sem o conhecimento necessário do conteúdo que está sendo trabalhado. As exigências para atuar como docente vão além do conhecimento do conteúdo ao qual ele atua. Conhecimento de psicologia, didática, economia, política são fundamentais para seu bom desempenho.

A qualidade do processo educacional está diretamente relacionada com a formação do professor. Portanto, efetivar políticas públicas permanentes como projeto de Estado ao invés de projetos transitórios de Governo, são essenciais para a qualidade do processo educacional.

Assim, a Educação STEAM poderá vir a ser implantada de forma eficiente no contexto educacional. Cabe ao professor se atentar ao fato de que os exemplos satisfatórios, da Educação STEAM, relatados na literatura, podem estar inseridos em contextos educacionais diferentes do contexto nacional. Não podemos ser ingênuos e acreditarmos que a escolha de uma ou outra metodologia de ensino, será suficiente para resolver todas as mazelas da educação brasileira.

## Referências

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P.; Novak. J. D. & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view* (2a ed.). Nova York: Holt, Rinehart and Wins ton.

Beckett, G. (2002). Teacher and student evaluations of project-based instruction. *TESL Canada journal*, 19 (2), 52-66.

Braga, N. C. (2019). *Veículo Mecatrônico VMI (MEC060)*. Recuperado de: <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/robotica/2122>.

Branco, E. P.; Branco, A. B. G.; Zanatta, S. C. & Nagashima, L. A. (2018). *A Implantação da Base Nacional Curricular no Contexto das Políticas Neoliberais* (1a. ed.). Curitiba: Editora Appris.

Burrows, A. & Slater, T. (2015). A proposed integrated STEM framework for contemporary teacher preparation. *Teacher Education and Practice*, 28 (2/3), 318 - 330.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM Education? *Science*, 329, (27), 996-997.

Cabral, R. J. P. & Farias, J. W. (2018). *Programa desenvolvendo talentos IRS, à luz do STEAM*. [Anais]. 1º Seminário de altas habilidades/superdotação Campo Grande: UCDB, 20-24.

Catterall, L. (2017). A Brief History of STEM and STEAM from an Inadvertent Insider. *The STEAM Journal*, 3 (1) 1-15.

Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science scope*, 23 (6),42-44.

Connor, A.; M.; Karmokar, S. & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 5 (2), 37-47.

Duarte, N. (2005). *Sobre o construtivismo: contribuições a uma análise crítica* (2a ed.) Campinas, SP: Autores Associados.

Gowin, D. B. (1981). *Educating*. New York: Cornell University Press.

Hartzler, D. S. (2000). *A Meta-analysis of Studies Conducted on Integrated Curriculum Programs and Their Effects on Student Achievement*. Dissertation, in partial fulfillment of the requirements for Doctor of Education, School of Education, Indiana University.

Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration. *The STEAM Journal*, 3 (1), 1-15, Article 11.

Knoll, M. (1997). The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34 (3), 59–80.

Lorenzin, M. P. & Bizerra, A. F. (2016). Compreendendo as concepções de professores sobre o STEAM e as suas transformações na construção de um currículo globalizador para o ensino médio. *Revista da SBEnBio*, 1, (9), 3662-3673.

Margot, K. C. & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1–16.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem: A teoria da aprendizagem de Ausubel*. Pedagógica e Universitária Ltda., São Paulo, 151-165.

Moreira, M. A. (2011). Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1 (2), 43-63.

Paiva, A. & Caron, A. (2017). *STEM: Conheça a metodologia que está revolucionando o ensino pelo mundo* (1a.ed.). Curitiba: Positivo Tecnologia, 1-14.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMAnia. *Technology Teacher*, 68 (4), 20–26,

Shernoff, D. J., Sinha S., Bressler D. M. & Ginsburg L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education, *Int. J. STEM Educ.*, 4(13), 1–16.

Stohlmann, M, Moore, T. J. & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 4.

Vygotsky, L. (1987). *Pensamento e linguagem* (1.ed.) São Paulo: Martins Fontes.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Rodrigo da Silva Carvalho – 40%

Shalimar Calegari Zanatta – 20%

Hercilia Alves Pereira de Carvalho – 20%

Marcia Regina Royer – 20%