

## **Uma proposta de Modelagem Matemática para o ensino de Velocidade Média: o semáforo da Avenida João Paulo II**

### **A Mathematical Modeling proposal for the teaching of Average Speed: The traffic light of Avenida João Paulo II**

Rhômulo Oliveira Menezes<sup>1</sup>

#### **Resumo**

O objetivo deste relato é apresentar uma proposta de atividade de Modelagem Matemática alinhada a Base Nacional Comum Curricular – BNCC que pode ser desenvolvida na Educação Básica. A atividade foi elaborada partindo da investigação do semáforo da Avenida João Paulo II, situada na cidade Capanema-PA. A ideia é que os alunos possam em grupos averiguar se o tempo de parada dos carros para que ocorra a travessia é suficiente considerando o público que constantemente está atravessando. Em um primeiro momento, é proposto a coleta de dados no local e usando ferramentas do Google Earth. Em um segundo momento, com os dados coletados e com o cálculo da Velocidade Média é possível inferir se o tempo é suficiente, fomentando discussões acerca desse tempo em relação ao público que costumeiramente atravessa no semáforo investigado. Como conclusão da investigação descrevemos a construção que pode ser virtual ou física do semáforo investigado, usando os dados coletados, no Arduino Uno 3. Durante a descrição da proposta é possível perceber características do processo de Modelagem Matemática, como: coleta de dados reais dos alunos, usar conteúdos matemáticos para solucionar problemas abertos, encontrar e discutir diferentes respostas para um problema a partir do semáforo construído no Arduino Uno 3.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. BNCC. Semáforo. Arduino Uno 3. Investigação.

#### **Abstract**

The objective of this report is to present a proposal for a Mathematical Modeling activity aligned with “Base Nacional Comum Curricular Base – BNCC” that can be developed in Basic Education. The activity was developed based on the investigation of the traffic light on Avenida João Paulo II, located in the city of Capanema-PA. The idea is that students can in groups find out if the time the cars stop for the crossing to occur is sufficient considering the public that is constantly crossing. At first it is proposed to collect data locally and using Google Earth tools. In a second moment with the collected data and with the calculation of the Average Speed, it is possible to infer if the time is enough, promoting discussions about this time in relation to the public that usually crosses the investigated traffic light. As a conclusion of the investigation we describe the construction that can be virtual or physical of the traffic light investigated using the data collected in the Arduino Uno 3. During the description of the proposal it is possible to perceive characteristics of the Mathematical Modeling process, such as: collecting real data from students, using mathematical content to solve open problems finding and discussing different answers to a problem from the traffic light built in Arduino Uno 3.

**Keywords:** Mathematical Modeling. BNCC Semaphore. Arduino Uno 3. Research.

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação Matemática (PPGECM/UFPA); Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC-PA), Capanema, Pará, Brasil. E-mail: rhomulo.menezes4542@escola.seduc.pa.gov.br

## Introdução

Sobre o ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática - a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) informa que:

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. (BRASIL, 2017, p. 266)

No corpo da BNCC a palavra ‘modelagem’ é anunciada algumas vezes, a maioria na área de Matemática. No entanto, no documento não se encontra como se fazer essa modelagem e que concepções de Modelagem Matemática podem ser seguidas ou adaptadas. Isso se deve ao fato de que o objetivo da BNCC não é de propor metodologias e sim de propor “uma Base para toda a Educação Básica brasileira” (BNCC, 2017, p. 5).

Sobre Modelagem Matemática, encontra-se na literatura algumas concepções que norteiam o seu estudo, o seu trabalho, e a sua pesquisa. Bassanezi (2011) a entende como a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. A Modelagem Matemática nessa concepção consiste nas seguintes etapas: 1) experimentação; 2) abstração (seleção de variáveis, problematização ou formulação de problemas, formulação de hipóteses, simplificação); 3) resolução; 4) validação; e 5) modificação (caso seja necessário alterar o modelo).

Para Almeida, Silva e Vertuan (2012) a Modelagem Matemática é descrita em termos de uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final. Dessa forma, os autores segmentam esse conjunto de procedimentos em quatro fases: inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação.

Para Meyer, Caldeira e Malheiros (2013) a Modelagem Matemática é entendida a partir da concepção de educar matematicamente, na qual a Matemática é tomada segundo regras e convenções que são estabelecidas dentro de determinado contexto social, histórico e cultural, permeado por relações de poder. Nesse sentido, os autores entendem seu processo segundo um esquema cíclico que se inicia com um problema real, passa por hipóteses de simplificação, por um problema matemático e pela resolução (aproximada) do problema

matemático; seguindo pela validação matemática e social da solução, podendo o processo ser finalizado nesse momento ou retomado para o início (processos decisórios).

Considerando a prática do professor da Educação Básica, não será assumida uma única concepção, apontamo-las como forma de esclarecer o que vem a ser a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, porém, para nossos planejamentos e propostas de Modelagem Matemática assume-se tais características que essencialmente atravessam as três concepções citadas, como: coleta de dados reais dos alunos, usar conteúdos matemáticos para solucionar problemas abertos, encontrar e discutir diferentes respostas para uma situação-problema, trabalhar com grupos colaborativos compostos por alunos e pelo professor mediador, apresentar e discutir com os grupos as soluções encontradas.

Assim, partindo dos informes feitos pela BNCC acerca do uso da Modelagem Matemática, considera-se relevante para o ensino de Matemática na Educação Básica compartilhar como se deu o planejamento de uma atividade baseada em características do processo de Modelagem Matemática e alinhada à proposta curricular da BNCC.

### **A atividade do semáforo da Avenida João Paulo II**

A proposta da atividade começa com uma situação real observada em um dos semáforos da cidade de Capanema, situada na região nordeste do Estado do Pará. O semáforo está em um cruzamento na Avenida João Paulo II (Figura 1), que dá acesso - de um lado a várias clínicas, laboratórios de exames e um hospital, e do outro lado acessos às várias escolas públicas e escolas particulares.

Figura 1 – Avenida João Paulo II

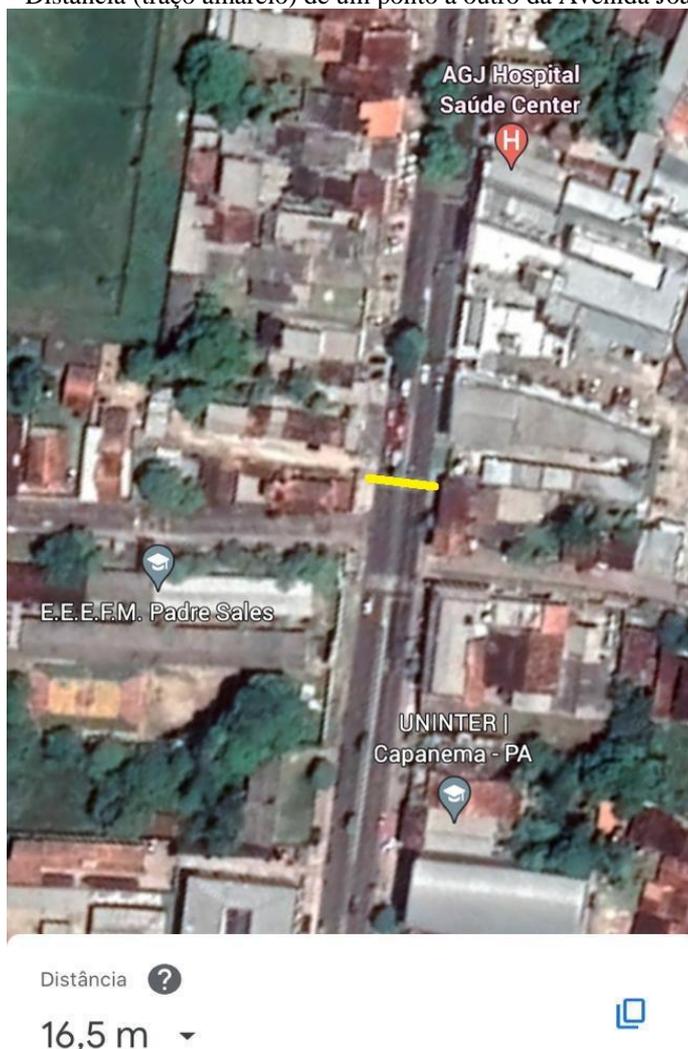


Fonte: Imagem capturada do *Google Earth*

Assim, há transitando nesse sinal um público diverso de crianças, jovens, adultos e idosos. A investigação consistiu em averiguar se o tempo de parada dos carros - para que ocorra a travessia - é suficiente considerando o público que constantemente está a atravessando.

Em um primeiro momento fez-se a coleta de dados no local. Observando quantos segundos o semáforo ficou vermelho para os carros e o que permite a travessia das pessoas. Usando o cronometro do celular foi averiguado que o tempo foi de 35 segundos. Em um segundo momento, para aferir a distância em metros a ser percorrida na travessia optou-se por usar a ferramenta distância do Google Earth na qual permite fazer a medição sem colocar em perigo os pesquisadores, evitando efetivar medições presencialmente na avenida, conforme mostramos na Figura 2.

Figura 2 – Distância (traço amarelo) de um ponto a outro da Avenida João Paulo II



Fonte: Imagem capturada do *Google Earth*

Conforme informado pelo aplicativo na Figura 2, a distância de um ponto a outro da Avenida João Paulo II é de 16,5 metros. Considerando-se os dados coletados, tais como: o tempo e a distância, tem-se como calcular a velocidade média esperada nesse semáforo para que as pessoas possam atravessar a avenida. A velocidade média ( $V_m$ ) é uma das razões especiais trabalhadas no 7º ano do Ensino Fundamental no qual se observa a razão entre a distância percorrida (expressada em quilômetros ou metros -  $\Delta s$ ) e o tempo gasto (expresso em horas, minutos ou segundos -  $\Delta t$ ).

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1)$$

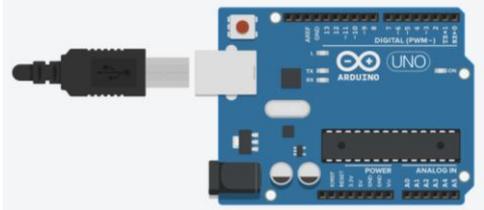
Com os dados coletados e inseridos em (1), temos:

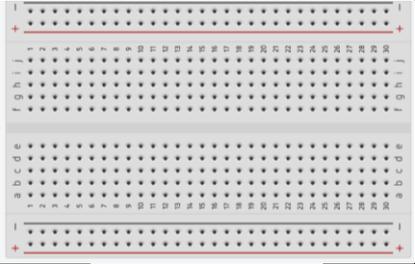
$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{16,5}{35} = 0,47 \text{ m/s} \quad (2)$$

A partir desse resultado é possível trazer para a discussão com os alunos questões referentes à mobilidade de pessoas e a velocidade média do público que comumente atravessa na avenida. Por exemplo, tem-se que a velocidade média com que uma pessoa idosa residente na maior cidade brasileira é de 0,75 m/s (DUIM; LEBRÃO; ANTUNES, 2017, p.1). A mesma pesquisa pode ser feita para a velocidade média de crianças, jovens e adultos, fomentando discussões sobre o resultado encontrado com as medições encontradas acerca do semáforo da Avenida João Paulo II.

Outro momento da atividade será a construção de um semáforo físico ou virtual com os dados coletados do semáforo da Avenida João Paulo II. Para este artigo será apresentado uma construção realizada no site Tinkercad.com com o Arduino. No Quadro 1 segue a lista dos materiais utilizados.

Quadro 1 – Componentes utilizados para a construção do semáforo

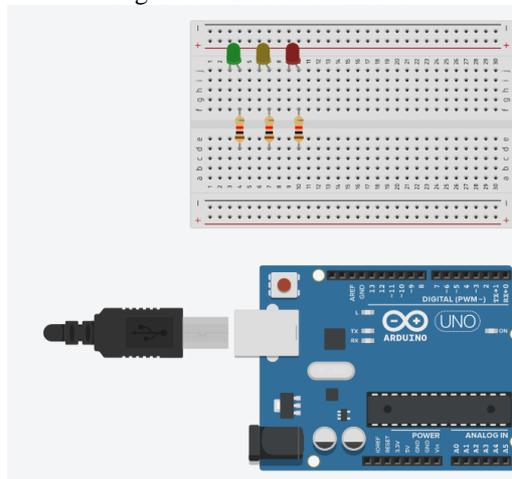
Descrição	Componentes
Arduino uno 3	
3 leds	
3 resistores	

Protoboard	
Jumpers	

Fonte: Tinkercad.com

Inicialmente posicionamos o Arduino e o protoboard, colocando no último, os leds e os resistores, conforme Figura 3.

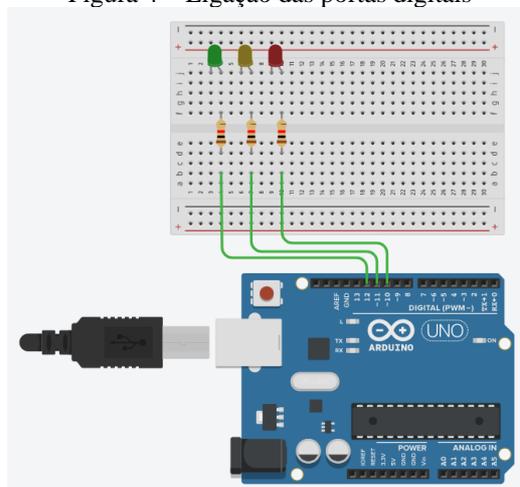
Figura 3 – Base do semáforo



Fonte: Tinkercad.com

Em seguida faz-se a ligação das portas digitais usando para isso os jumpers, como mostra a Figura 4.

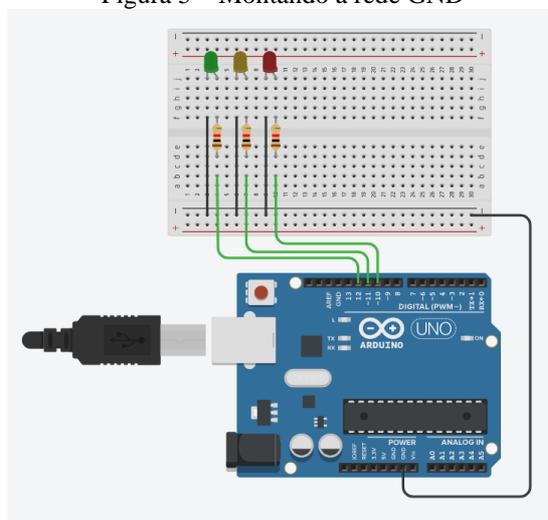
Figura 4 – Ligação das portas digitais



Fonte: Tinkercad.com

E para finalizar a montagem do circuito do semáforo faz-se a ligação da rede GND (Ground=terra), conforme mostra a Figura 5.

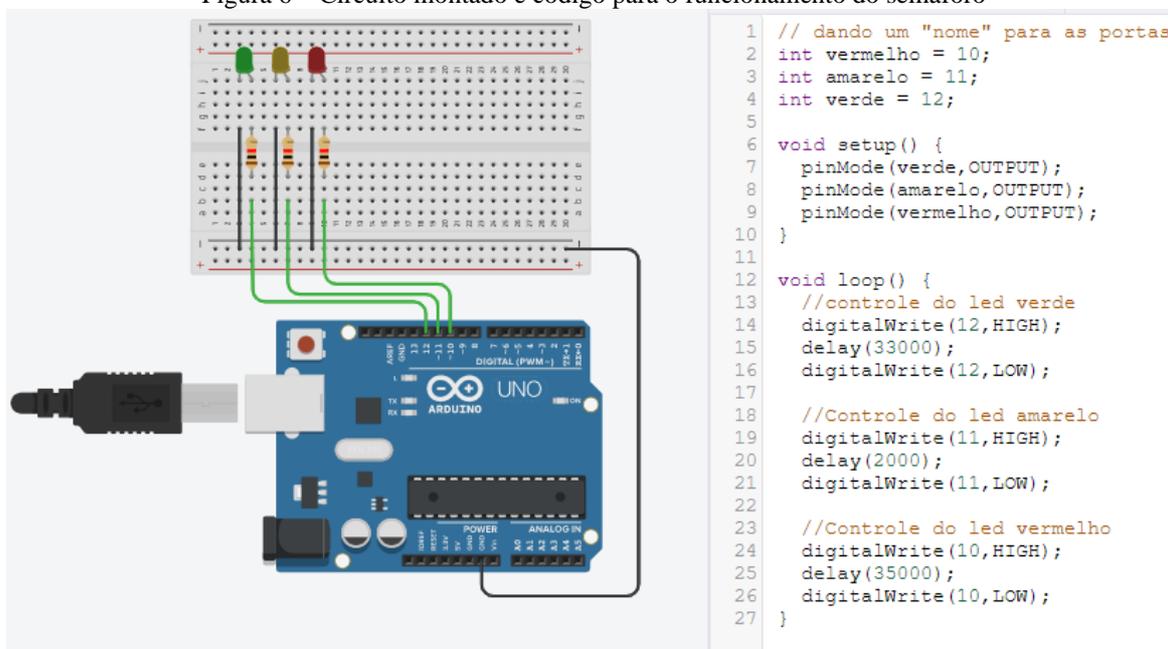
Figura 5 – Montando a rede GND



Fonte: Tinkercad.com

Após a montagem do circuito é preciso editar o código para fazer o circuito funcionar, considerando os dados coletados no semáforo da Avenida João Paulo II, no qual a luz vermelha fica 35 segundos acesa para que os carros parem e os pedestres atravessem. Na Figura 6, é apresentado o circuito montado e o código utilizado para fazê-lo funcionar.

Figura 6 – Circuito montado e código para o funcionamento do semáforo



Fonte: Tinkercad.com

No código, para que o semáforo funcionasse foi convertido os 35 segundo led vermelho para milisegundos, assim 35 segundos foi convertido para 35000 milisegundos.

Na coleta dos dados do tempo de parada dos carros, também mensurou-se o tempo da luz verde que foi de 33 segundos, que convertidos ficou 33000 milsegundos.

## **Reflexões sobre a proposta da atividade do semáforo da Avenida João Paulo II**

A atividade é proposta para ser trabalhada em grupos na investigação de uma situação-problema retirada da realidade do aluno, permitindo inferir hipóteses sobre o tempo entre o apagar e o acender das luzes do semáforo e o tempo de deslocamento dos pedestres. Sobre a contagem do tempo realizada presencialmente e o uso de ferramentas do Google Earth para coletar dados acerca do semáforo da Avenida João Paulo II, entende-se que

as crianças também se deparam, frequentemente, com conhecimentos matemáticos (contagem, ordenação, relações entre quantidades, dimensões, medidas, comparação de pesos e de comprimentos, avaliação de distâncias, reconhecimento de formas geométricas, conhecimento e reconhecimento de numerais cardinais e ordinais etc.) que igualmente aguçam a curiosidade. (BRASIL, 2017, p. 43)

Com os dados coletados é possível calcular a velocidade média e assim elaborar e justificar soluções para a investigação ponderando se o tempo do semáforo é suficiente para pessoas idosas, crianças, jovens e adultos atravessarem; levando-se em conta a localização do cruzamento em uma área de muitos, laboratórios de exames, clínicas, hospitais e escolas. Partindo desses momentos de discussões, pesquisas e reflexões o momento da construção de um semáforo virtual ou físico com o Arduino Uno 3 mostra-se como a culminância de toda investigação, no qual pode ser que aconteça como na proposta em que o tempo do semáforo esteja acertado para o público - que constantemente atravessa de um lado para outro da avenida-, mas também, pode ser que não, que esteja rápido, e nesse cenário os alunos podem construir, usando a Velocidade Média para calcular um tempo adequado que permita uma travessia com segurança, configurando assim o nosso modelo matemático.

O modelo matemático encontrado ao final do processo de Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, não precisa ser necessariamente uma fórmula matemática que responda ou gere dados para responder ao problema inicial. Para Biembengut e Hein (2014) o modelo matemático pode ser representado por expressões matemáticas ou fórmulas, diagramas, gráficos, equações algébricas, tabelas e etc. Dessa forma, considera-se que o semáforo construído no Arduino Uno 3, e a tabela na qual os alunos organizaram suas medidas, fomenta a resolução do problema investigado, pois enseja

condições para que os alunos possam retratar em suas possíveis repostas aspectos do problema abordado e investigado (BIEMBENGUT, 1999).

## **Conclusão**

Para a elaboração e proposição da atividade não se preocupou em seguir a concepção e o processo de Modelagem Matemática de um único autor, sendo assim, focou-se em características essenciais da Modelagem Matemática que atravessam mais de uma concepção que podem repercutir nas práticas do professor de Matemática da Educação Básica, resultando nas seguintes características:

- Trabalhar com dados reais (tempo do semáforo, distância de um lado a outro da avenida);
- Investigar um problema aberto (recortado da realidade);
- Trabalhar em grupos (a configuração da proposta permite e incentiva o trabalho colaborativo entre alunos e professor);
- Usar a matemática que os alunos dominam para alcançar uma resposta (velocidade média);
- Usar a robótica educacional na construção de um modelo matemático (o semáforo construído no Arduino Uno 3 como resultado da investigação)
- Traçar hipóteses sobre o problema (se o semáforo tem um tempo adequado para a travessia de diferentes pessoas: crianças, jovens, idosos, adultos);
- Discutir os resultados encontrados em plenária (os grupos socializando com os outros o processo de investigação).

Desta forma, considerando-se o contexto e o tempo disponível de um professor da Educação Básica, foi proposto uma Modelagem Matemática possível de ser feita para se chegar a conclusões sobre o problema investigado. Não se pode dizer que foi realizada uma Modelagem Matemática ideal, mas pode-se afirmar que foi realizada uma adaptação com foco em recortes essenciais que caracterizam o processo de Modelagem no ensino de Matemática.

## Referências

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino – aprendizagem com modelagem matemática**. 3.ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática & implicações no ensino e aprendizagem de matemática**. Blumenau: FURB, 1999.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017. Disponível no site: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_20dez\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf). Acesso em agosto de 2017.

DUIM, E. L.; LEBRÃO, M. L.; ANTUNES, J. L. F. Regulação do tempo de travessia para pedestres: considera-se a pessoa idosa? 2017, **Anais..** Florianópolis: Abrasco, 2017. Disponível em: [http://epi.org.br/programacao/exibe\\_trabalho.php?id\\_trabalho=17500&id\\_atividade=2336&tipo=#topo](http://epi.org.br/programacao/exibe_trabalho.php?id_trabalho=17500&id_atividade=2336&tipo=#topo). Acesso em: 29 jan. 2022.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

Recebido em: 25 de janeiro de 2022.

Aprovado em: 02 de setembro de 2022.