

## BALANÇA ANALÍTICA COM ARDUINO - WEIGHT DIGITAL

Nívia Maria de Araújo França 1  
Thiago Victor do Nascimento 2  
Jacira Bizerra de Oliveira 3  
Victor Alexandre Gadelha Albuquerque 4  
Mônica Rodrigues Oliveira 5  
Késia Kelly Vieira de Castro 6

### RESUMO

Em muitas escolas públicas, a falta de equipamentos adequados nos laboratórios de química compromete a realização de práticas experimentais, limitando a qualidade do aprendizado dos alunos. Entre os equipamentos essenciais, as balanças analíticas, que permitem a medição de massas com alta precisão, frequentemente inacessíveis devido ao seu alto custo. O objetivo é desenvolver uma balança digital de baixo custo utilizando a plataforma Arduino, um microcontrolador de código aberto baseado em software e hardware, módulo HX711, módulo Bluetooth, célula de carga, tornando-a uma alternativa acessível para instituições de ensino. Além da construção do equipamento, o projeto visa incentivar a participação dos estudantes em atividades laboratoriais por meio da apresentação da balança em escolas, estimulando o interesse na experimentação científica. Para melhorar o uso, foi desenvolvido um aplicativo móvel integrado via módulo Bluetooth, permitindo acompanhar resultados em tempo real e armazenamento de dados coletados. O objetivo principal do projeto é, portanto, viabilizar o acesso a ferramentas científicas de baixo custo nas escolas públicas, promovendo a democratização do aprendizado prático. A balança desenvolvida será comparada com uma balança comercial, analisando a precisão, a média e o desvio-padrão das medições. Este trabalho contribui para o ensino de química e a experimentação científica, proporcionando uma alternativa acessível e prática para o ensino de ciências nas escolas.

**Palavras-chave:** Balança digital, Baixo custo, Arduino, Ferramenta científica.

### INTRODUÇÃO

A educação científica em escolas públicas enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à disponibilidade de equipamentos laboratoriais adequados. A balança analítica, historicamente utilizada em laboratórios de pesquisa e indústria, evoluiu desde modelos de dois pratos utilizados por mais de 40 séculos até os modernos instrumentos eletrônicos, passando por avanços fundamentais no século XIX e XX que aprimoraram sua sensibilidade e facilidade de uso (AFONSO; SILVA, 2020).

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [nivia.franca@alunos.ufersa.edu.br](mailto:nivia.franca@alunos.ufersa.edu.br);

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [thiago.nascimento@alunos.ufersa.edu.br](mailto:thiago.nascimento@alunos.ufersa.edu.br);

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA,



[jaciara.oliveira@alunos.ufersa.edu.br](mailto:jaciara.oliveira@alunos.ufersa.edu.br);

<sup>4</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [Victor.alexandre2016@hotmail.com](mailto:Victor.alexandre2016@hotmail.com);

<sup>5</sup> Doutora em Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [monica@ufersa.edu.br](mailto:monica@ufersa.edu.br);

<sup>6</sup> Doutora em Química da Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, [kesia.castro@ufersa.edu.br](mailto:kesia.castro@ufersa.edu.br).

O ensino de química demanda ferramentas que possibilitem a experimentação prática, permitindo aos estudantes compreender conceitos como a conservação da massa, leis ponderais e proporções estequiométricas, fundamentais na formação científica (LAVOISIER, 1789; DALTON, 1808). Entretanto, o alto custo desses equipamentos restringe seu acesso, impactando a aprendizagem e a motivação dos alunos. Nesse contexto, o desenvolvimento de soluções alternativas, de baixo custo e acessíveis, torna-se estratégico para democratizar o ensino prático de ciências.

A construção e a aplicação de uma balança analítica de baixo custo também se configuram como uma prática científica significativa, pois envolvem etapas de observação, planejamento, teste e validação, todas fundamentais para o desenvolvimento do pensamento científico. De acordo com o conceito de prática social de referência (MARTINAND, 1986, apud ASTOLFI; DEVELAY, 2002), atividades educativas ganham mais sentido quando se inspiram em práticas sociais reais, como a atividade científica.

Nessa perspectiva, Pietrocola (1999, p. 221) ressalta que “o mundo e sua cognoscibilidade são os motivos preferenciais do fazer científico, assim como deveriam ser aqueles da educação científica”. Isso significa que a experimentação, quando integrada ao ensino, permite que o estudante construa uma compreensão mais profunda sobre os fenômenos naturais, ampliando seu conhecimento sobre o mundo e desenvolvendo um olhar crítico sobre a própria ciência.

O presente trabalho propõe a construção de uma balança analítica de baixo custo utilizando Arduino, célula de carga, módulo HX711 e comunicação via Bluetooth, integrando os dados coletados a um aplicativo móvel desenvolvido na plataforma Kodular. Essa integração permite a exibição em tempo real das medições, bem como o armazenamento dos resultados para análises posteriores, aumentando a confiabilidade e a aplicabilidade do equipamento em ambientes educacionais.

A pesquisa objetiva, portanto, não apenas criar um protótipo funcional, mas também avaliar sua precisão por meio de medições comparativas e análises estatísticas, estimulando o interesse dos estudantes em atividades experimentais. O projeto é vinculado ao Programa Ciência no Parque, que facilita a interação com escolas públicas,



promovendo experiências científicas para crianças e adolescentes, e contribuindo para a formação de habilidades investigativas desde os primeiros anos escolares.

## METODOLOGIA

O protótipo da balança analítica foi desenvolvido utilizando componentes eletrônicos de fácil acesso e baixo custo, integrados por meio da plataforma Arduino. O objetivo desta etapa foi construir um equipamento funcional, capaz de realizar medições de massa com precisão satisfatória para uso em atividades experimentais de ensino.

## MATERIAIS

Para a construção da balança foram empregados:

**Tabela 1 - Materiais utilizados para o protótipo da balança analítica**

<b>Materiais</b>	<b>Funcionamento</b>
Arduino Uno	Microcontrolador responsável pelo processamento dos sinais e controle geral do sistema
Conversor HX711	Módulo dedicado à leitura dos sinais de baixa tensão provenientes da célula de carga. Possui tensão de operação entre 4,8 e 5,5 V DC, corrente de operação de 1,6 mA, faixa de temperatura de -20°C a 85°C, interface SPI e dimensões aproximadas de 29 x 17 x 4 mm
Célula de carga de 10 kg	Elemento sensor que converte a força exercida pela massa em sinal elétrico proporcional
Protoboard	Utilizada para montagem provisória dos circuitos
Jumpers e pinos soldados	Empregados para interligar os componentes e fixar as extremidades dos fios, garantindo melhor contato
Módulo Bluetooth HC-05	Permite a comunicação sem fio entre a balança e o aplicativo móvel
Display de LED	Utilizado para apresentar informações de medição. 80 x 36 x 12 mm.
Botões	Permite que o protótipo da balança Tare e/ou ligue e desligue
Soquete para bateria de 9V	Fonte de alimentação portátil do protótipo

Fonte: autoria própria

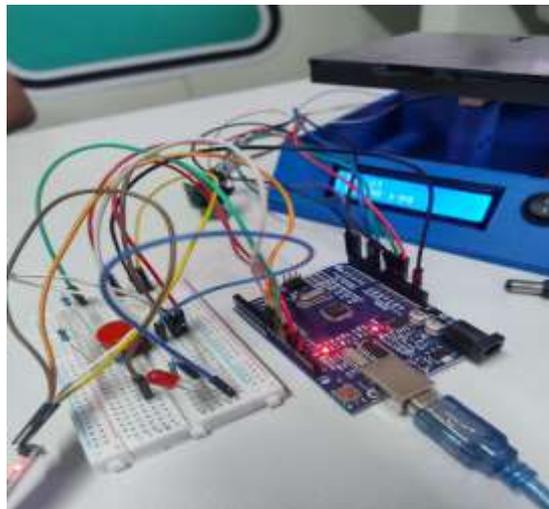


Todos os componentes listados na Tabela 1 atuam de forma integrada para possibilitar o funcionamento completo da balança. O Arduino Uno processa os sinais recebidos da célula de carga via conversor HX711, enquanto o display de LED apresenta as medições em tempo real. Os botões permitem controlar funções básicas, como ligar/desligar e zerar a balança, e o módulo Bluetooth HC-05 transmite os dados para o aplicativo móvel, garantindo registro e acompanhamento das medições. A protoboard, os jumpers e os pinos soldados facilitam a montagem experimental e possibilitam ajustes rápidos durante os testes. Por fim, o soquete de bateria de 9V fornece energia portátil ao protótipo, tornando-o funcional em diferentes ambientes.

## MONTAGEM DO PROTÓTIPO

A célula de carga foi fixada de modo a permanecer estável e sem deformações externas, sendo conectada ao módulo HX711, que realizou a amplificação e a conversão analógico-digital do sinal. O HX711 foi ligado ao Arduino Uno, responsável pelo processamento das leituras e pelo envio das informações ao display LED e ao módulo Bluetooth HC-05.

**Figura 1- Montagem da balança analítica**



**Fonte: autoria própria**

Para simplificar a construção e possibilitar ajustes, os componentes foram montados sobre uma protoboard. As conexões elétricas foram feitas com jumpers, e as extremidades dos fios da célula de carga receberam pinos soldados para garantir estabilidade e minimizar ruídos nas leituras.

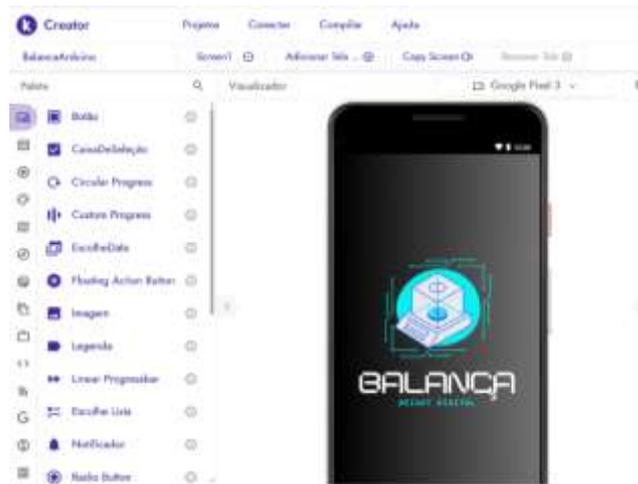


## INTEGRAÇÃO COM O APLICATIVO

Para facilitar a utilização da balança e ampliar sua aplicabilidade em ambientes educacionais, foi desenvolvido um aplicativo móvel utilizando a plataforma Kodular. O aplicativo foi integrado ao protótipo por meio do módulo Bluetooth HC-05, permitindo que os dados de massa obtidos pela balança fossem transmitidos e exibidos em tempo real na tela do celular.

A interface do aplicativo foi projetada de forma simples e intuitiva, com o objetivo de tornar a experiência de uso acessível a professores e estudantes. Na Figura 2, é apresentada a tela inicial do aplicativo.

**Figura 2 – Print da tela inicial do aplicativo, capturado no ambiente Kodular.**



**Fonte: autoria própria**

Essa integração possibilitou também o armazenamento dos resultados, permitindo análises posteriores e maior confiabilidade na comparação dos dados coletados durante os testes em escolas e na feira de ciências.

## PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR

O Arduino Uno foi programado na IDE Arduino, em linguagem C/C++, para realizar a leitura do sinal analógico amplificado pelo HX711, aplicar o fator calibração e transmitir os dados via Bluetooth HC-05 ao aplicativo móvel.



A figura 3 apresenta um trecho do código responsável pela leitura do sinal da célula de carga e cálculo da massa:

**Figura 3 - Início do código para o protótipo da balança**



```

1 // Inicialização do objeto de leitura de dados
2 void InicializaLeitura() {
3     // Inicializa o objeto de leitura de dados
4     // Inicializa o objeto de leitura de dados
5     // Inicializa o objeto de leitura de dados
6 }
7 // Função para ler o sinal da célula de carga
8 float LerSinal() {
9     // Lê o sinal da célula de carga
10    // Lê o sinal da célula de carga
11    // Lê o sinal da célula de carga
12}
13 // Função para calcular a massa
14 float CalcularMassa() {
15    // Calcula a massa a partir do sinal da célula de carga
16    // Calcula a massa a partir do sinal da célula de carga
17    // Calcula a massa a partir do sinal da célula de carga
18}
19 // Função para atualizar o display
20 void AtualizaDisplay() {
21    // Atualiza o display com o valor da massa
22    // Atualiza o display com o valor da massa
23    // Atualiza o display com o valor da massa
24}
25 // Função principal
26 int main() {
27    // Inicializa o objeto de leitura de dados
28    // Inicializa o objeto de leitura de dados
29    // Inicializa o objeto de leitura de dados
30    // Inicializa o objeto de leitura de dados
31    // Inicializa o objeto de leitura de dados
32    // Inicializa o objeto de leitura de dados
33    // Inicializa o objeto de leitura de dados
34    // Inicializa o objeto de leitura de dados
35    // Inicializa o objeto de leitura de dados
36    // Inicializa o objeto de leitura de dados
37    // Inicializa o objeto de leitura de dados
38    // Inicializa o objeto de leitura de dados
39    // Inicializa o objeto de leitura de dados
40    // Inicializa o objeto de leitura de dados
41    // Inicializa o objeto de leitura de dados
42    // Inicializa o objeto de leitura de dados
43    // Inicializa o objeto de leitura de dados
44    // Inicializa o objeto de leitura de dados
45    // Inicializa o objeto de leitura de dados
46    // Inicializa o objeto de leitura de dados
47    // Inicializa o objeto de leitura de dados
48    // Inicializa o objeto de leitura de dados
49    // Inicializa o objeto de leitura de dados
50    // Inicializa o objeto de leitura de dados
51    // Inicializa o objeto de leitura de dados
52    // Inicializa o objeto de leitura de dados
53    // Inicializa o objeto de leitura de dados
54    // Inicializa o objeto de leitura de dados
55    // Inicializa o objeto de leitura de dados
56    // Inicializa o objeto de leitura de dados
57    // Inicializa o objeto de leitura de dados
58    // Inicializa o objeto de leitura de dados
59    // Inicializa o objeto de leitura de dados
60    // Inicializa o objeto de leitura de dados
61    // Inicializa o objeto de leitura de dados
62    // Inicializa o objeto de leitura de dados
63    // Inicializa o objeto de leitura de dados
64    // Inicializa o objeto de leitura de dados
65    // Inicializa o objeto de leitura de dados
66    // Inicializa o objeto de leitura de dados
67    // Inicializa o objeto de leitura de dados
68    // Inicializa o objeto de leitura de dados
69    // Inicializa o objeto de leitura de dados
70    // Inicializa o objeto de leitura de dados
71    // Inicializa o objeto de leitura de dados
72    // Inicializa o objeto de leitura de dados
73    // Inicializa o objeto de leitura de dados
74    // Inicializa o objeto de leitura de dados
75    // Inicializa o objeto de leitura de dados
76    // Inicializa o objeto de leitura de dados
77    // Inicializa o objeto de leitura de dados
78    // Inicializa o objeto de leitura de dados
79    // Inicializa o objeto de leitura de dados
80    // Inicializa o objeto de leitura de dados
81    // Inicializa o objeto de leitura de dados
82    // Inicializa o objeto de leitura de dados
83    // Inicializa o objeto de leitura de dados
84    // Inicializa o objeto de leitura de dados
85    // Inicializa o objeto de leitura de dados
86    // Inicializa o objeto de leitura de dados
87    // Inicializa o objeto de leitura de dados
88    // Inicializa o objeto de leitura de dados
89    // Inicializa o objeto de leitura de dados
90    // Inicializa o objeto de leitura de dados
91    // Inicializa o objeto de leitura de dados
92    // Inicializa o objeto de leitura de dados
93    // Inicializa o objeto de leitura de dados
94    // Inicializa o objeto de leitura de dados
95    // Inicializa o objeto de leitura de dados
96    // Inicializa o objeto de leitura de dados
97    // Inicializa o objeto de leitura de dados
98    // Inicializa o objeto de leitura de dados
99    // Inicializa o objeto de leitura de dados
100   // Inicializa o objeto de leitura de dados

```

Fonte: autoria própria

A inclusão do fator de calibração foi essencial para ajustar as leituras do protótipo a valores reais de massa.

## TESTES E CALIBRAÇÃO

Após a montagem, a balança foi calibrada utilizando massas-padrão conhecidas. Foram realizados ensaios comparativos entre o protótipo e uma balança analítica comercial. As medições foram repetidas diversas vezes, possibilitando a análise da precisão do equipamento, com cálculo de média e desvio-padrão.

## APLICAÇÃO EM AMBIENTE ESCOLAR

Após a construção e calibração do protótipo, foi realizada uma etapa de aplicação em ambientes educacionais e de divulgação científica, em consonância com o objetivo de democratizar o acesso a equipamentos de laboratório.

A balança foi apresentada em escolas públicas por meio do projeto de extensão Ciência no Parque, que atua como ponte entre a universidade e a comunidade escolar, promovendo atividades de popularização da ciência.



Durante as visitas, apresentou-se a estrutura da balança, explicando o funcionamento do Arduino, do módulo HX711 e da célula de carga, destacando como esses componentes, quando combinados, podem oferecer uma alternativa viável e acessível às balanças analíticas comerciais. As demonstrações foram conduzidas com a participação de estudantes, que puderam acompanhar a pesagem de backers com e sem soluções químicas, observar a leitura em tempo real no display e fazer perguntas sobre o funcionamento do equipamento.

Além das escolas, o protótipo foi exibido em uma feira de ciências, também organizada no âmbito do Ciência no Parque, permitindo que alunos, professores e visitantes tivessem contato direto com o equipamento.

Essa etapa buscou não apenas testar a funcionalidade do protótipo fora do ambiente de laboratório, mas também estimular o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia, mostrando que a construção de ferramentas científicas pode estar ao alcance das escolas, mesmo em contextos de recursos limitados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar o desempenho da balança digital de baixo custo, foram realizadas medições de duas amostras com massas conhecidas, variando de 2,067 g a 5,345g. Cada amostra foi pesada cinco vezes, e os resultados foram comparados com os obtidos em uma balança analítica comercial.

A média ( $\bar{x}$ ) e o desvio-padrão ( $s$ ) das medições foram calculados utilizando as fórmulas:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

onde  $X_i$  representa cada medição e  $n$  o número de repetições.

**Tabela 2: Análise de média (g) e desvio padrão (g) de amostras conhecidas**

<b>Amostra</b>	<b>Massa conhecida (g)</b>	<b>Protótipo (5 medições) (g)</b>	<b>Média (g)</b>	<b>Desvio-padrão (g)</b>



<b>A</b>	2,067	2,069, 2,064, 2,066, 2,068, 2,065	2,066	0,00187
<b>B</b>	5,345	5,347, 5,343, 5,345, 5,348, 5,344	5,3454	0,00192

Fonte: autoria própria

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que o protótipo apresentou médias muito próximas das massas conhecidas, com pequenos desvios-padrão, indicando boa precisão para atividades didáticas.

A balança comercial analítica foi utilizada como referência. Como esperado, suas medições apresentam valores exatos e desvio-padrão igual a zero, confirmando sua maior precisão. Apesar disso, a diferença entre o protótipo e a balança comercial é mínima para fins educacionais, demonstrando que a balança de baixo custo é adequada para atividades laboratoriais em escolas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da balança analítica de baixo custo utilizando o Arduino demonstrou ser uma alternativa viável e eficaz para o ensino de química em escolas públicas, superando a limitação imposta pelo alto custo das balanças analíticas comerciais. O protótipo apresentou médias próximas às massas conhecidas e pequenos desvios-padrão, comprovando precisão suficiente para atividades didáticas. A integração com o aplicativo móvel possibilitou o acompanhamento em tempo real das medições e o armazenamento dos dados, ampliando a aplicabilidade da balança em atividades educacionais e facilitando a análise posterior.

A apresentação do protótipo em escolas e em feiras de ciência, por meio do projeto Ciência no Parque, mostrou o potencial de estimular o interesse dos estudantes pela experimentação científica e promover o aprendizado prático de forma interativa. O projeto evidencia que é possível democratizar o acesso a ferramentas científicas, tornando o ensino mais inclusivo e estimulante. Futuramente, melhorias como o aumento da capacidade de medição, calibração automática e maior integração com softwares



educativos podem tornar a balança ainda mais robusta e útil em diferentes contextos escolares.

Além disso, a pesquisa abre espaço para novos estudos na área de ensino de ciências e desenvolvimento de instrumentos didáticos de baixo custo, permitindo avaliar seu impacto pedagógico, explorar melhorias técnicas e fomentar a disseminação de práticas experimentais acessíveis para a comunidade científica e educacional.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao projeto Ciência no Parque, que tornou possível a realização deste trabalho e a aplicação do protótipo em escolas e feiras de ciência, despertando o interesse das crianças pela experimentação científica. À família, pelo apoio constante, e às professoras Mônica e Késia, pela orientação e incentivo durante o desenvolvimento do projeto.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, Júlio C.; SILVA, Raquel M. A evolução da balança analítica. Departamento de Química Analítica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

ANDRADE, João Carlos de; CUSTODIO, Rogério. O uso da balança analítica. Chemkeys. Liberdade para aprender, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.chemkeys.com>. Acesso em: 12 set. 2025.

DALTON, J. A New System of Chemical Philosophy. Manchester: R. Bickerstaff, 1808.

LAVOISIER, A. L. Traité élémentaire de chimie. Paris: Cuchet, 1789.

MARTINAND, J.-L. Introduction à la modélisation. In: SÉMINAIRE DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES TECHNOLOGIQUES, 1994-1995, Cachan. Actes... Cachan: ENS; INRP; IUFM, 1996. p. 126-129.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

