

## Resumo

---

Este artigo apresenta uma experiência no ensino de Física realizada numa escola pública do estado do Ceará. Procedeu-se a revitalização de aparelhos do laboratório de Ciências através da inovação sobre a aquisição de dados usando componentes da robótica educacional, mediante a plataforma Arduino, complementada pelo programa PLX-DAQ. Especificamente, este trabalho disponibilizou aos alunos das turmas de 1º ano do ensino médio o estudo do movimento acelerado, na unidade cinemática. A inovação constou da aquisição de dados pela placa Arduino UNO e analisadas em uma planilha excel. Possibilitou-se a visualização plena dos dados pelos alunos, permitindo cálculos envolvendo as grandezas tempo, velocidade e aceleração, bem como a construção de gráficos usando os recursos do programa. Constatou-se a possibilidade da revitalização dos laboratórios de Ciências da rede estadual com recursos de baixo custo.

**Palavras-chave:** Eletrodinâmica. Ensino de Física. Aprendizagem Cooperativa.

## **Abstract:** THE REVITALIZATION OF THE LABORATORY OF SCIENCES IN THE PUBLIC SCHOOL OF CEARÁ: THE ACQUIREMENT OF DATA THROUGH EDUCATIONAL ROBOTICS

---

This article presents an experience in physics teaching at a public school in the state of Ceará. It was made the Revitalization of science laboratory devices through innovation in the acquisition of data using educational robotics components through the Arduino platform, complemented by the PLX-DAQ program. Specifically, this work made available to the students of the 1st year of high school the study of accelerated movement, in the kinematic unit. The innovation consisted of the acquisition of data by the Arduino UNO board and analyzed in an excel spreadsheet. It was possible to fully visualize the data by the students, allowing calculations involving the magnitudes of time, velocity and acceleration, as well as the construction of graphs using the program resources. It was verified the possibility of revitalizing the science labs of the state network with resources of low cost.

**Keywords:** Kinematics. Teaching Physics. Robotics.

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática [ENCIMA] pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialista em Ensino de Física (UFC). Especialista em Didática (UECE). Professor da rede pública estadual do Ceará.

## **Resumen:** LA REVITALIZACIÓN DEL LABORATORIO DE CIENCIA EN LA ESCUELA PÚBLICA DE CEARÁ: LA ADQUISICIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE LA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Este artículo presenta una experimentación en la enseñanza de Física realizada en una escuela pública del Estado de Ceará. Se procedió la revitalización de aparatos del laboratorio de Ciencias a través de la innovación sobre la adquisición de datos, usando componentes de la robótica educativa, por medio de la plataforma Arduino, complementada por el programa PLX-DAQ. Específicamente, este trabajo dejó disponible a los alumnos del primer año de secundaria el estudio del movimiento acelerado, en la unidad cinemática. La innovación constó de la adquisición de datos por la placa Arduino UNO y analizadas en una hoja de cálculo de Excel. Fue posible la visualización plena de los datos por los alumnos, permitiendo cálculos que envuelve las grandezas tiempo, velocidad y aceleración, así como la construcción de gráficos, utilizando los recursos del programa. Se constató la posibilidad de la revitalización de los laboratorios de Ciencias de la red pública con recursos de bajo coste.

**Palabras clave:** Cinemática. Enseñanza de Física. Robótica.

### **1. Introdução**

O ensino das Ciências Naturais, em particular o ensino de Física, deve utilizar diversos recursos na busca da aprendizagem pelo aluno. O incremento do interesse favorece a construção do conhecimento. Para Vygotsky (2007, p. 103), o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento e, portanto, deve ser facilitado.

Para que o aluno compreenda o sentido do estudo é necessário que os novos conhecimentos sejam associados à sua estrutura cognitiva, ou seja, a aprendizagem deve ser significativa e associada a elementos do seu interesse.

Segundo (Moreira, 1999, p. 13), a aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não por uma simples associação) entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio da qual essas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não-arbitrária e

não-literais. Assim, as novas informações contribuem para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva.

Um recurso facilitador da aprendizagem da Física é a experimentação. Nesse contexto, o laboratório de Ciências nas escolas públicas é um ambiente fundamental para a consolidação da compreensão dos fenômenos físicos.

Os laboratórios de Ciências necessitam de um aporte de recursos para a manutenção e para operação de forma satisfatória. Os aparelhos para o ensino da Física estão em uso a muito tempo, apresentando-se, em alguns casos, insuficientes para o aprofundamento da análise dos fenômenos.

Um caso particular é o processador eletrônico digital. Esse aparelho apresenta deficiências relativas à precisão na medição de grandezas físicas, bem como pouca condição de aquisição de dados. Embora o aparelho se destine ao processamento de diversas grandezas, apresenta falhas nas leituras, como também na visualização dos resultados.

Visando o aprofundamento das discussões durante as aulas, torna-se necessária a adequação das metodologias de ensino aos objetivos referentes à formação do cidadão moderno. Segundo Abramovay (2004, p. 101) o uso de computadores pelos alunos, conjugado pelo acesso à internet, em algumas escolas inovadoras, pode estar indicando uma situação diferenciada. Dessa forma, a robótica educacional, apresenta-se com ferramenta adequada ao ensino moderno e inovador da Física.

A plataforma Arduino é um recurso simples, bastante empregado na automação e leituras de sensores de grandezas físicas que pode ser aproveitado no ensino de Física despertando o interesse do aprendente.

Conforme os PCN+ (2002, p. 64), o estudante deve elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações. Com a possibilidade das medições e aferições serem mais precisas e em tempo real, torna-se necessária uma interface para a aquisição e processamento dos dados dos experimentos.

O uso dos recursos básicos disponíveis da informática e da robótica educacional apresentam-se como adequados. O programa excel, por ser uma ferramenta comum ao aluno da rede pública estadual, apresenta-se como recurso adequado no sentido da facilitação da aprendizagem de forma significativa. Arelado ao programa excel, o software PLX-DAQ oferece um ambiente propício ao estudo dos fenômenos físicos em laboratório.

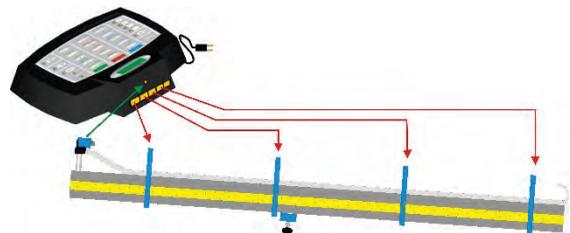
O PLX-DAQ oferece condições de aprofundamento no registro e análise dos dados obtidos durante os experimentos. Esse programa permite a leitura, em tempo real, das grandezas velocidade, aceleração e tempo na análise do movimento uniformemente acelerado. Esse software apresenta os resultados

numa planilha excel tornando mais significativa a compreensão dos dados levantados nos experimentos, facilitando a aprendizagem.

O objetivo deste trabalho foi proporcionar a revitalização do Laboratório de Ciências da EEFM Doutora Aldaci Barbosa. Especificamente, buscou-se iniciar a revitalização através da inovação do experimento relativo ao movimento retilíneo acelerado, substituindo as leituras realizadas pelo processador eletrônico digital, fornecido pela MOBILAB, pela aquisição de dados através da placa Arduino UNO complementada pelo software PLX-DAQ, desenvolvido pela empresa Parallax, com acesso gratuito.

Anteriormente, as leituras durante o movimento retilíneo acelerado eram realizadas pelo processador eletrônico digital atrelado a um mecanismo de calha, onde a passagem de uma esfera metálica, ao descer, era captada por sensores infravermelhos, como mostra a figura 1.

Figura 1: Processador eletrônico digital acoplado ao aparelho sensor de movimento.



Fonte: MOBILAB.

Neste trabalho, o aparato com os sensores pôde ser aproveitado para mandar sinais à placa Arduino. Dessa forma, os custos da inovação puderam ser minimizados.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. O movimento acelerado

Conforme Álvares e Luz (2006, p. 49), considerando um móvel deslocando-se em um percurso entre duas posições  $s_1$  e  $s_2$ , estando no instante  $t_1$  na posição  $s_1$  e chegando à posição  $s_2$  no instante  $t_2$ . A variação do espaço é dada por

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

e a variação do tempo por

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Assim, a o valor da velocidade média de um móvel é dada pela expressão

$$m = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

$v$

Logo,

$$m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$v$

Reduzindo o intervalo entre os instantes, tendendo essa variação a zero, a velocidade verificada é a velocidade instantânea, ou seja, a velocidade observada no velocímetro de um veículo, por exemplo.

Segundo os mesmos autores, visando a definição de aceleração e considerando um móvel em movimento retilíneo, represente-se por  $v_1$  a sua velocidade no instante  $t_1$ . Alterando-se o movimento, no instante  $t_2$  sua velocidade será  $v_2$ , diferente de  $v_1$ , ou seja, durante o intervalo de tempo

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

a velocidade sofreu uma variação

$$\Delta v = v_2 - v_1$$

Dessa forma, o valor da aceleração será dado pela expressão

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

ou seja,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

### 2.2. A plataforma Arduino

Sensores e atuadores podem ser utilizados com facilidade no ensino de Física. As grandezas físicas podem ser monitoradas e registradas com a aplicação da plataforma Arduino utilizando sensores.

Segundo McRoberts (2011, p. 22), o Arduino é um microcontrolador de placa única e um conjunto de softwares para programá-lo. O hardware consiste em um projeto simples de hardware livre para o controlador, com um processador Atmel AVR e suporte embutido de entrada/saída.

Trata-se de uma placa com microprocessador, de custo relativamente baixo, com inúmeras possibilidades de aplicações no ensino. Aliando a programação básica aos recursos da eletrônica, o professor tem a sua disposição um recurso poderoso para despertar o interesse do aluno e, conseqüentemente, facilitar o estudo ativo.

Dada a simplicidade dos programas e a disponibilidade sem custo na internet, torna-se fácil a aplicação plena do Arduino na educação. Adequando programas específicos ou criando novos esse recurso apresenta diversas possibilidades de aplicação. Neste trabalho foi utilizada a placa Arduino UNO, que apresenta grande simplicidade de operação e baixo custo de aquisição.

### 2.3. A aquisição de dados pelo programa PLX-DAQ

Para que se proceda a compreensão plena de uma experimentação científica são necessários o registro e a análise dos dados coletados. Através do software PLX-DAQ torna-se possível a captação e o registro dos dados em tempo real enviados pelo Arduino, bem como a apresentação de forma simplificada e clara através de uma planilha excel, recurso difundido a muito tempo e de conhecimento dos alunos.

## 3. Metodologia

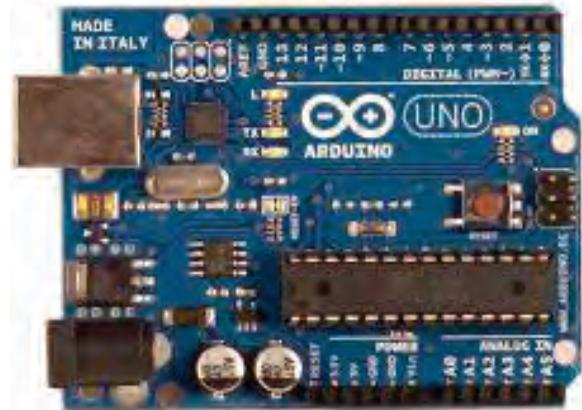
A revitalização, através da modernização do laboratório de Ciências da EEFM Doutora Aldaci Barbosa, foi iniciada no ano de 2015 e disponibilizada para doze turmas de 1º ano do ensino médio, favorecendo cerca de 600 alunos.

Especificamente, foram desenvolvidas aulas sobre o tópico movimento uniformemente variado, onde as grandezas analisadas foram: espaço, velocidade, aceleração e tempo.

### 3.1. O processamento dos dados via placa Arduino

Para a leitura dos dados relativos ao movimento acelerado a entrada da placa Arduino foi alimentada com os sensores de infravermelho disponíveis no equipamento do laboratório que alimentava anteriormente o processador eletrônico digital. A figura 2 mostra a placa Arduino modelo UNO.

Figura 2: Placa Arduino UNO.



Fonte: <http://www.arduino-projetos.com.br/>.  
Acesso em 4 de março de 2015.

O programa do Arduino utilizado para a leitura dos tempos de passagem da esfera pelos sensores contou com a função micros. O programa utilizado para as medições possibilitando o processamento dos dados pela placa Arduino é apresentado a seguir:

```

/*
Recebe os sinais elétricos
e imprime a diferença de
tempo na saída serial
*/
// Utiliza entradas digitais 6 e 7
int sensor1 = 8;
int sensor2 = 7;
int sensor3 = 6;
int sensor4 = 5;
int leitura = 0;
int ROW;
unsigned long t1=0,t2=0,t3=0,t4=0;
float tempo1, tempo2, tempo3;
// Define as portas dos sensores e
// a velocidade de transmissão de
// dados (9600 bits/s)
void setup() {
  pinMode (sensor1,INPUT);
  pinMode (sensor2,INPUT);
  pinMode (sensor3,INPUT);
  pinMode (sensor4,INPUT);
  Serial.begin (9600);
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL,Time,tempo1,tempo2,tempo
3,ROW");
}
// Laço principal do programa
void loop() {
// Determina tempo decorrido da liberação da
// esfera até o passar pelo sensor 1
if (digitalRead(sensor1)==LOW) {
t1=micros();
}
// Determina tempo decorrido da liberação da
// esfera até passar pelo sensor 2
if (digitalRead(sensor2)==LOW) {
t2=micros();
leitura = 1;
}
if(leitura==1){
tempo1 = (t2-t1)/1000.0;
}
if (digitalRead(sensor3)==LOW) {
t3=micros();
leitura = 2;
}
if(leitura==2){
tempo2 = (t3- t2)/1000.0;
}
if (digitalRead(sensor4)==LOW) {
t4=micros();
leitura = 3;
}
if(leitura==3){
tempo3 = (t4- t3)/1000.0;
leitura=0;
ROW++;
Serial.print("DATA,TIME,");
Serial.print(tempo1);
Serial.print(",");
Serial.print(tempo2);
Serial.print(",");
Serial.print(tempo3);
Serial.print(",");
Serial.println(ROW);
if (ROW > 500)
{
ROW = 0;
Serial.println("ROW,SET,2");
}
// Aguarda 1 segundo para nova contagem
delay(1000);
}}

```

O programa do Arduino, utilizando o PLX-DAQ, permite que os dados coletados sejam visualizados na tela do computador em uma planilha no formato excel facilitando a compreensão do aluno.

Um fator marcante na modernização do Laboratório de Ciências foi a superioridade didática evidente dos novos recursos sobre os anteriormente disponíveis, pois ampliou a visualização e precisão dos resultados, bem como permitiu o uso de parte do aparato anteriormente utilizado reduzindo os custos da inovação.

A possibilidade de sucessivas repetições; da leitura de dados precisos e confiáveis e da alteração da programação do Arduino elevaram o interesse do aluno pelas aulas experimentais, influenciando diretamente no desenvolvimento do ensino de Física.

É fundamental a participação de toda a turma na discussão dos fenômenos físicos. Conforme Grispun (2009, p. 39) o que se pretende no processo educacional é que o indivíduo seja capaz de obter conhecimentos, construí-los através de uma atitude reflexiva e questionadora sobre os mesmos. Anteriormente, os dados eram dificilmente visualizados, pois somente uma pequena parte da turma tinha acesso à tela muito pequena do processador eletrônico digital, impedindo a socialização dos resultados e comentários.

Para Carraher (1994, p. 9), “a educação científica envolve a reflexão e a observação”. A turma tem que ter acesso à todas as fases do experimento para que possa proceder a análise dos dados coletados. A figura 3 mostra o processador eletrônico digital com sua pequena tela.

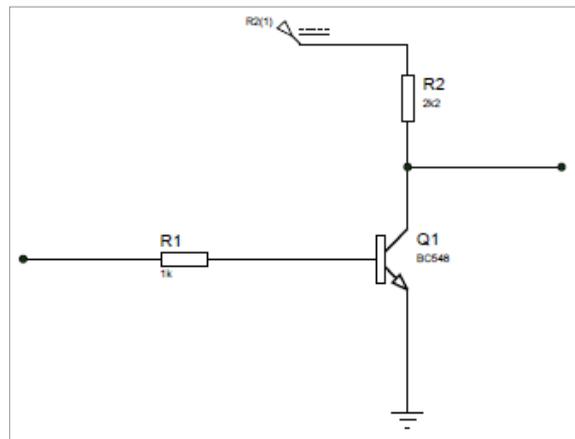
Figura 3: Processador eletrônico digital, marca MOBILAB, modelo BM-PED2.



Fonte: MOBILAB.

Para que as entradas digitais do Arduino possam processar os dados emitidos pelos sensores infravermelhos sem oscilações, fez-se necessária a criação de uma interface eletrônica visando uniformizar o sinal, construída com componentes eletrônicos simples. A figura 4 mostra o esquema eletrônico da interface.

Figura 4: Interface entre os sensores infravermelhos e a placa Arduino UNO.



Fonte: o próprio autor.

Utilizando o processador eletrônico digital, as leituras dos dados dos sensores eram confusas e não confiáveis; funções envolvendo as grandezas velocidade e aceleração não tinham o funcionamento adequado inviabilizando a precisão dos resultados.

Utilizando os novos recursos, toda turma passou a ter acesso às leituras mais confiáveis e precisas em tempo real, bem como a visualização dos dados numa planilha excel, apresentada para toda a turma através de um televisor ligado ao computador.

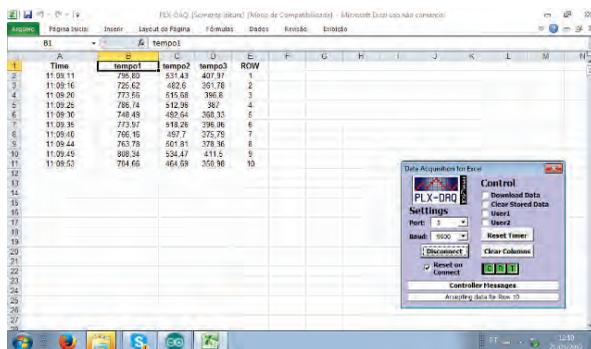
A precisão das leituras dos tempos de deslocamento de uma esfera entre os sensores foi considerável, pois foram apresentadas em milissegundos. As possibilidades de discussão entre professor e alunos foram ampliadas devido aos comentários envolvendo números decimais na representação dos tempos entre os sensores infravermelhos.

#### 4. Resultados

A relevância dos novos recursos tornou-se evidente a partir da possibilidade da visualização dos dados, discussão e interpretação pelos alunos e professor durante a experimentação. Foi permitida ao aluno a repetição sucessiva das passagens da esfera pelos sensores. Dessa forma, dúvidas recorrentes que o professor enfrenta em sala de aula puderam ser minimizadas.

O formato de planilha excel facilitou a compreensão ao comportar a precisão dos sensores pelo programa do Arduino. Também ficou possibilitada a análise mais aprofundada da experimentação devido à planilha excel permitir a construção, em tempo real, de gráficos, bem como a diversificação desse tipo de apresentação. Dessa forma, ficou permitida a discussão pormenorizada dos dados coletados, conforme apresentado na figura 5.

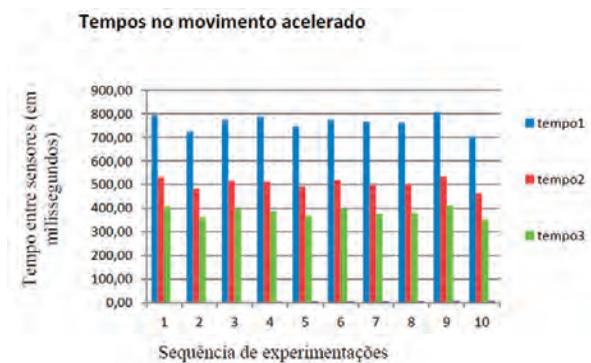
Figura 5: Planilha excel com os dados experimentais coletados através do software PLX-DAQ.



Fonte: adaptado pelo próprio autor. Programa disponível em [www.parallax.com/downloads/plx-daq](http://www.parallax.com/downloads/plx-daq).

Os dados foram visualizados em gráficos variados disponíveis na planilha excel, como apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1: da sequência de experimentações com tempos em milissegundos.



Fonte: o próprio autor.

Os tempos coletados na sequência de experimentações realizada pelos alunos foram acompanhados por toda a turma numa planilha exposta em um aparelho de TV, permitindo uma ampla visualização e a discussão dos resultados. Utilizando os recursos da planilha excel o professor pôde realizar diversas sequências variando os espaços entre os sensores infravermelhos.

Através de fórmulas simples da planilha excel foi possível estudar: a velocidade média entre os sensores; a velocidade média total; a velocidade instantânea nas posições dos sensores; a aceleração média e a aceleração total entre as posições inicial e final.

O experimento relatado pôde ser utilizado também no estudo da queda livre, com a verificação da aceleração da gravidade. Dessa forma, ficou evidente o potencial de utilização dessa ferramenta de baixo custo.

## 5. Considerações Finais

---

A rede estadual de educação do Ceará conta com um importante equipamento para a educação científica, os laboratórios de Ciências. A manutenção dos aparelhos, bem como a adequação aos novos objetivos do ensino de Física é difícil e de custo elevado. Torna-se necessária a introdução de experimentos de baixo custo que elevem o interesse dos alunos visando a concretização da aprendizagem. Dessa forma a robótica educacional apresentou-se como recurso adequado à revitalização através da modernização do laboratório de Ciências da EEFM Doutora Aldaci Barbosa. Esta iniciativa possibilitou disponibilizar às turmas de ensino médio de um recurso de elevado potencial de aplicação no ensino de Física desenvolvido numa escola regular de ensino médio. As aulas experimentais, complementando as aulas teóricas, são fundamentais à compreensão do conteúdo trabalhado. Assim, a revitalização e modernização dos equipamentos utilizados, sem o aporte de grandes recursos financeiros, foi de grande valia para a escola.

A plataforma Arduino apresentou-se como importante recurso para a aquisição de dados em diversos experimentos desenvolvidos no laboratório de Ciências, visto que o potencial de aplicação aliado à facilitação da visualização, registro processamento dos resultados pelo software PLX-DAQ é extensivo às demais disciplinas das Ciências Naturais. Assim, mostrou-se interessante a continuidade do aprimoramento da aplicação da plataforma Arduino no ensino de Física.

A utilização de outros sensores para leitura de diferentes grandezas físicas se apresenta como importante ferramenta na revitalização dos demais equipamentos do Laboratório de Ciências no futuro, pois vários tópicos de Física poderão ser analisados, além da Cinemática.

A experiência relatada, dado ao seu potencial inovador, diversificado e baixo custo, apresenta-se como modelo a ser difundido nos vários laboratórios de Ciências de toda a rede estadual de ensino.

Dessa forma, a revitalização e a manutenção dos laboratórios de Ciências das escolas estaduais ficam facilitadas a partir de uma formação elementar do professor relativa à robótica educacional, juntamente com a aquisição de materiais de baixo custo.

## Referências Bibliográficas

---

ABRAMOVAY, M. et al. **Escolas inovadoras**: experiências bem sucedidas em escolas públicas. Brasília: UNESCO, Ministério da educação, 2004.

ÁLVARES, B. A.; LUZ, A. M.R. **Física. 1**. Ed. São Paulo: Scipione, 2006.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002. 144 p. Acesso em 2 de dezembro de 2016.

CARRAHER, T. N. **O método clínico usando os exames de piaget**. 4. Ed. São Paulo: Cortez, 1994.

GRINSPUN, M. P. S. G. (Org). **Educação tecnológica**: desafios e perspectivas. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec Editora, 2011. 453p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999. 130p.

PLX-DAQ. Disponível em: <<http://www.parallax.com/tabid/393/default.aspx>>. Acessado em 12 de Fevereiro, 2015.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. Tradução de José Cipolla Neto. et al. **A formação social da mente**.

## História de motorista

**H**oje acordei às cinco horas da manhã, peguei a estrada dirigindo um ônibus rumo a Juazeiro do Norte, apenas Deus eu e meus pensamentos. Uma viagem de 530 km, e entre momentos de tantas belezas naturais, me pego pensando: por que uma viagem tão distante – Juazeiro do Norte à Fortaleza – para conduzir apenas 50 alunos? Será que vale a pena?

Envolto nesses questionamentos, continuo minha viagem para a Crede. Chegando ao meu destino, deparo-me com 50 rostos empolgados e apreensivos. Embarcam e, então, começa a jornada mais difícil e tensa de toda minha vida, pois, em minhas mãos tenho o volante pelo qual conduzo 50 vidas – uns dormindo, outros cantando – todos ansiosos para chegar ao destino tão desejado.

Ao chegar em Fortaleza fomos direto à Bienal do livro, lá os alunos tiveram uma experiência única de conhecimento, logo depois fizemos um city tour pelo Cine São Luiz, Centro Dragão do Mar de Arte e Cultura e pela orla Fortalezense. Muitos desses alunos nunca tinham visto mar. Com todo esse deslumbramento sinto a imensa alegria transbordar pela porta que me separa deles, ouço risadas, elogios, euforia e um entusiasmo que não via há tempos, o que me deixa uma sensação de prazer pessoal e me fez lembrar da pergunta, que me instigava no início: Por quê uma viagem tão longa para transportar apenas 50 alunos? E descubro nesse instante a resposta. Percebo que essa viagem é pequena para tantos descobrimentos, conhecimentos e alegrias, que foram vivenciados e, nada paga esses momentos únicos, ricos de experiências que esses alunos levarão para o resto da vida.

Em meus pensamentos lembro-me, novamente, do mar que foi tão deslumbrado pelos alunos e sinto-me como uma gota, que unida forma uma onda chamada educação. Naquele minuto me vejo sorrindo, sozinho, como uma pessoa apaixonada por minha profissão.