

**RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO
PÓS-DOCTORADO**

Nº Processo: 23726.000499/2018-11

Nome do Bolsista: Luciano Fonseca da Silva

CPF: 782365841-00

e-mail: luciano.silva@ifgoiano.edu.br

**Título do Projeto: TECNOLOGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA BÁSICA:
EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS COM SCRATCH FOR ARDUINO**

Instituição Executora: Universidade do Porto (IFIMUP-IN)

Curso do PPGE:

Supervisor: Paulo Simeão de Carvalho

Classificação Curso (Mestrado, Doutorado ou Pós-Doutorado): Pós-Doutorado

Previsão de Término do Estágio Pós-Doutorado (mês/ano): fevereiro/2020

1. DESCRIÇÃO DO PROJETO PLANO DE TRABALHO APROVADO

1.1 Objetivo Geral:

O objetivo geral deste projeto foi o desenvolvimento de estratégias ativas de ensino baseadas na produção de códigos e elaboração de equipamentos didáticos, usando a linguagem de programação Scratch em conjunto com a plataforma Arduino, para experimentação didático-pedagógica orientada para o ensino-aprendizagem de conceitos de Física Básica.

1.2 Objetivos Específicos:

- Criar uma tecnologia educacional que combine elementos reais com elementos virtuais.
- Contribuir com a capacitação de professores;
- Divulgar os resultados obtidos.

1.3 Resultados Esperados:

Propusemos uma pesquisa de desenvolvimento, buscando produzir pequenos códigos em linguagem de programação Scratch, assim como exemplos simples de sistemas de aquisição de dados para testarmos suas utilizações no ensino dos conteúdos de Física Básica Experimental, no sentido de produzir estratégias de ensino-aprendizagem com esses instrumentos didáticos.

2. RESULTADOS OBTIDOS

2.1 Informar os resultados alcançados pelo projeto, relacionando-os àqueles esperados:

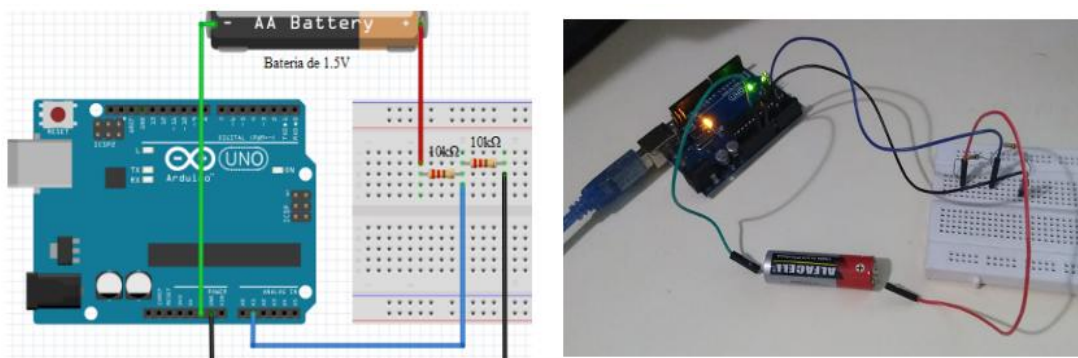
No primeiro momento foi feita uma revisão bibliográfica da produção científica utilizando o Scratch (linguagem de programação voltada para crianças) na área de Ensino de Física (livros, artigos, teses, dissertações, monografias).

A literatura apresenta vários trabalhos sobre atividades didático-pedagógicas experimentais, no ensino de Física, usando a plataforma Arduino (plataforma de prototipagem eletrônica). A maior parte destes trabalhos são relativos aos conteúdos relacionados à Eletricidade, pressupõe que os professores têm conhecimento em eletrônica, mas nenhum apresentou aplicação direta do Scratch em conjunto com Arduino para o ensino de Física experimental.

Paralelamente, foi produzido pequenos códigos, assim como exemplos simples de sistemas de aquisição de dados, para avaliarmos as potencialidades da linguagem de programação Scratch.

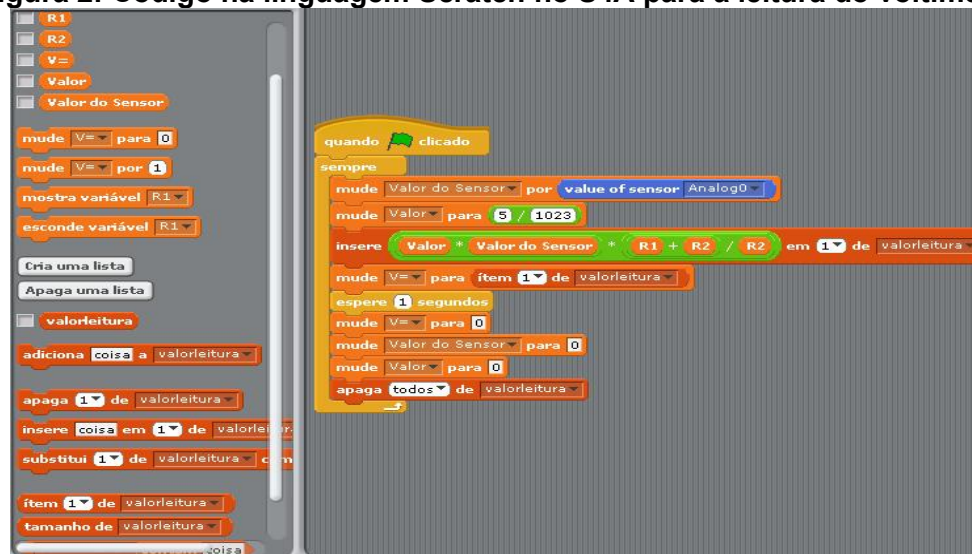
Começamos esta avaliação utilizando o ambiente de programação S4A (Scratch for Arduino) e realizamos a construção do protótipo de um voltímetro.

Figura 1: Esquema e montagem do circuito do voltímetro



As figuras 1 e 2 mostram o circuito e o programa que controla este voltímetro. Nesta configuração o valor de escala do voltímetro virtual é de 10 V. Na figura 2, apresentamos o código necessário para essa escala. Os valores obtidos foram próximos dos apresentados por multímetros comerciais não levando em consideração as precisões destes.

Figura 2: Código na linguagem Scratch no S4A para a leitura do voltímetro

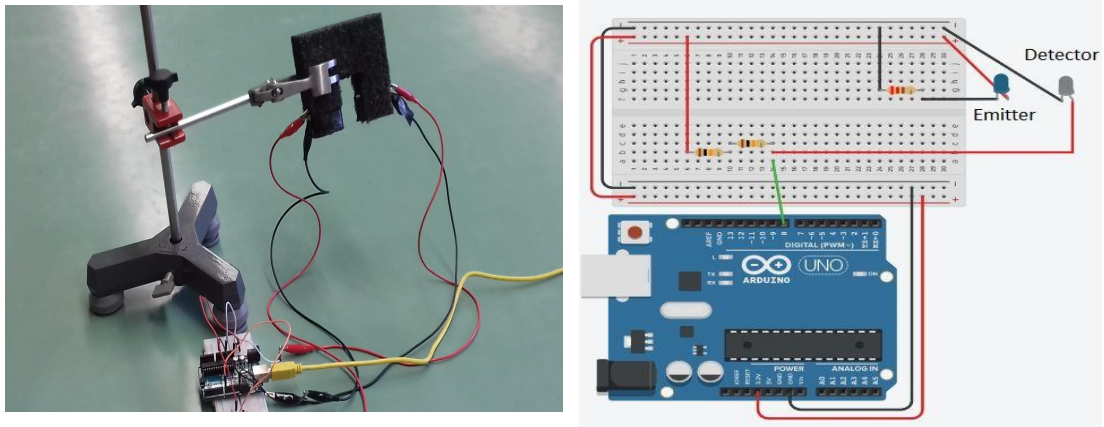


Os experimentos propostos a seguir buscavam mostrar a relação entre a Energia Cinética e o deslocamento para um objeto descendo em um plano inclinado e a medida da aceleração g da gravidade para um objeto em queda livre.

Para estes dois experimentos construímos o protótipo de um Fotogate (dispositivo para medição de um intervalo de tempo entre eventos) usando embalagem descartada, um fototransistor infravermelho PD333-3B/H0/L2 (pico de comprimento de onda em 870 nm), um LED infravermelho (pico de comprimento de onda em 870 nm), dois resistores 10 k Ω em series, um resistor 220 Ω e *jumper*s (fios conectores). O Arduino Uno fornece 3.3 V (figura 3).

Começamos tentando controlar o fotogate com o S4A que se mostrou inviável pois interage com o Arduino enviando os estados do atuador e recebendo os estados do sensor a cada 75 ms; portanto, período de tempo maior do que os envolvidos nessas atividades.

Figura 3: Aparato experimental: na esquerda o Fotogate feito com isopor de embalagem e à direita o circuito construído com o Arduino Uno.



Mudamos o ambiente de programação para *Snap4Arduino*, que possui as mesmas características do S4A, mas possui uma biblioteca de funções que propicia a medida de tempos da ordem dos milissegundos, requisito para estes experimentos.

A figura 4 mostram o programa que controla este fotogate e a figura interna mostra o aparato experimental com um carrinho colocado a 14 cm do Fotogate.

Figura 4: Código na linguagem Scratch no *Snap4Arduino*. Na figura inserida temos o aparato experimental montado para a medida da velocidade de um carrinho.

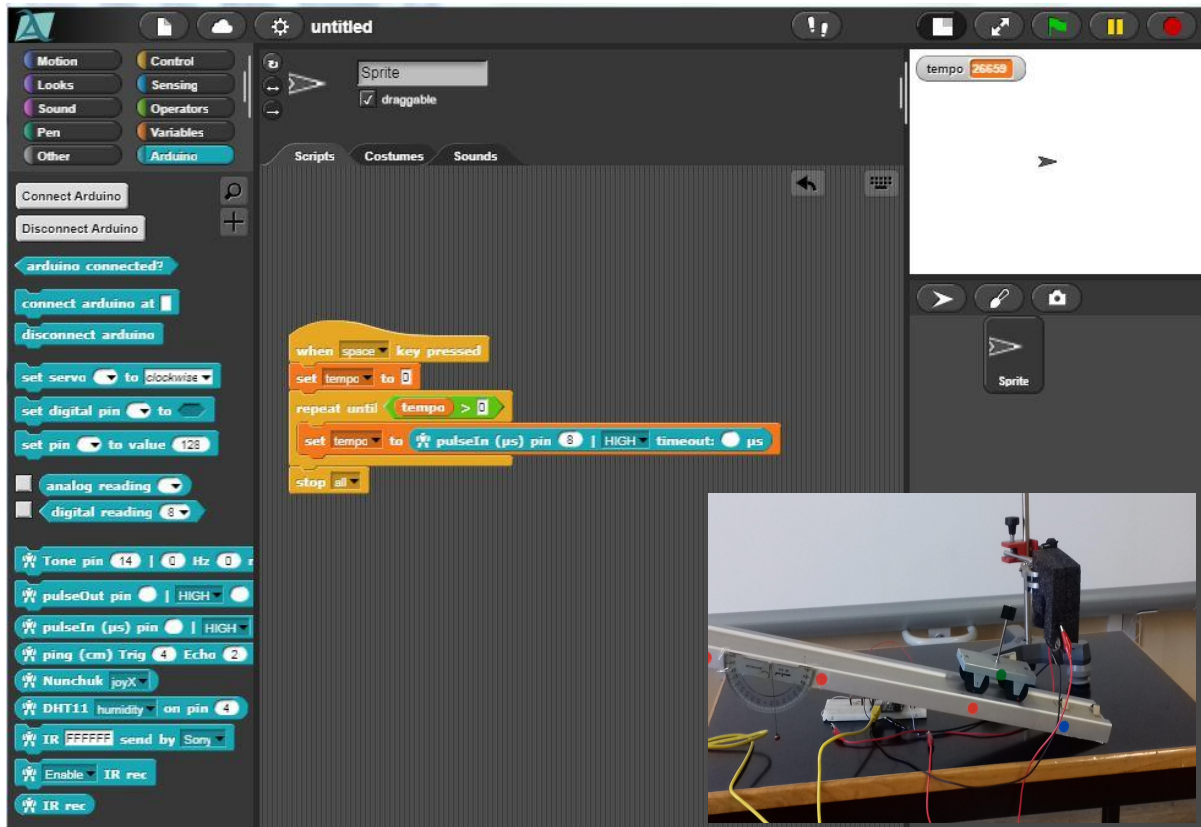
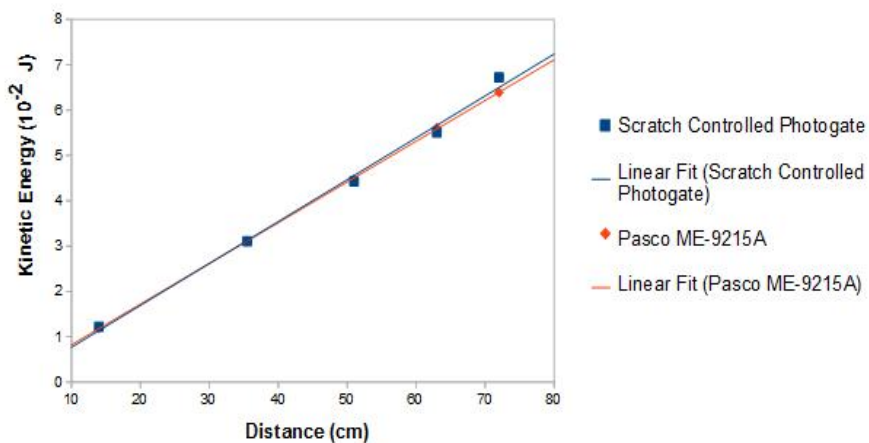
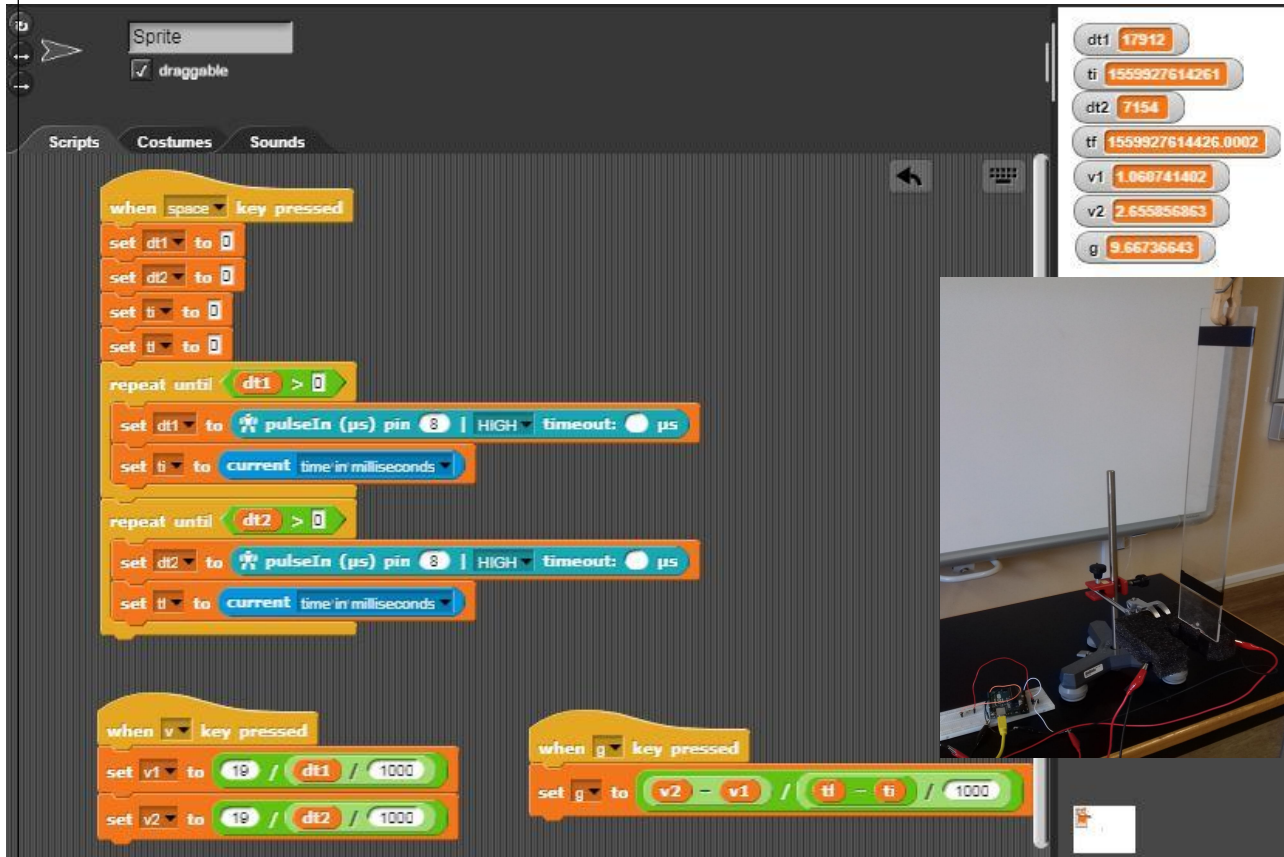


Figura 5: Gráfico da Energia Cinética x deslocamento.



Fizemos medidas para várias distâncias e comparamos com valores obtidos com um modelo comercial, Pasco ME-9215A. Verificamos que o Fotogate controlado pelo Scratch apresenta valores de medidas similares ao equipamento da Pasco (figura 5).

Figura 6: Código na linguagem Scratch no *Snap4Arduino*. Na figura inserida temos o aparato experimental montado para a medida de g.



O Fotogate controlado pelo Scratch foi utilizado para o experimento de medição da aceleração g da gravidade, figura 6. A figura 6 mostra o código e inserido na figura temos o aparato experimental montado para medição de g.

Os dados experimentais para o Fotogate controlado com o Scratch e o da Pasco são mostrados na tabela 1.

Com os conhecimentos obtidos numa primeira etapa realizamos mais duas atividades: radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico e criação de um termômetro digital.

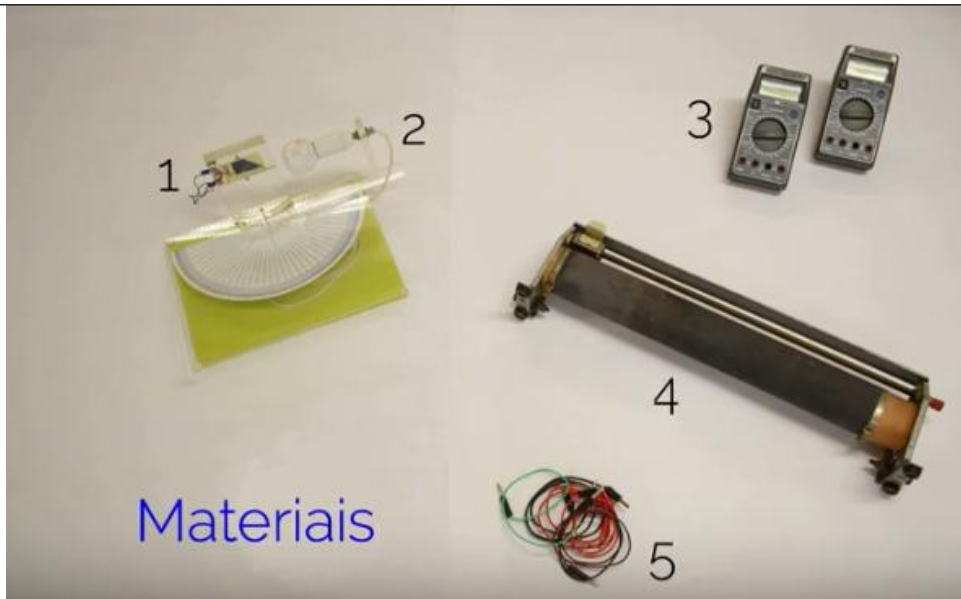
Para a atividade sobre radiação e potência elétrica associamos o voltímetro controlado pela linguagem Scratch (figura 1 esquerda) aos materiais que são usualmente usados para essa atividade (figura 7) que são: painel fotovoltaico, lâmpada, multímetros, reostato e fios.

Table 1: Dados para a determinação da aceleração g devido a gravidade para um objeto em queda livre. Última coluna é referente ao valor médio da gravidade.

	t_1 (s)	t_2 (s)	t (ms)	v_1 (ms ⁻¹)	v_2 (ms ⁻¹)	g (ms ⁻²)	g (ms ⁻²)
Scratch Fotogate	16322	6967	162	1.164	2.727	9.649	
	16554	7023	149	1.148	2.705	10.454	
	16326	6955	167	1.164	2.732	9.390	10.06
	16397	6980	150	1.159	2.722	10.422	
	16254	6938	151	1.169	2.739	10.395	

	t_1 (ms)	t_2 (ms)	t (ms)	v_1 (ms ⁻¹)	v_2 (ms ⁻¹)	g (ms ⁻²)	g (ms ⁻²)
Pasco (ME-9215A)	19.5	7	177.2	0.974	2.714	9.819	
	19.7	7	177.6	0,964	2.714	9.853	
	19.5	7	177.6	0.974	2.714	9.797	9.82
	19.5	7	177.3	0.974	2.714	9.813	
	19.6	7	177.4	0,969	2.714	9.836	
	19.5	7	177.2	0.974	2.714	9.819	

Figura 7: Equipamentos para a atividade do painel fotovoltaico.



O código, utilizando o ambiente **Snap4Arduino**, que fornece a potência elétrica é apresentado na figura 8. Os valores médios obtidos foram próximos dos apresentados pelos multímetros utilizados para comparação dos resultados obtidos.

Figura 8: Código na linguagem Scratch no ambiente de programação Snap4Arduino

```

forever
  set medv2 to 0
  set medv1 to 0
  repeat 100
    set v1 to analog reading 1
    set v2 to analog reading 5
    change medv1 by v1
    change medv2 by v2
  set i to 0.0049 × (medv1 - medv2) / 200
  set P to medv2 × i

```

Para a montagem do termômetro (figura 9), utilizamos sensor de temperatura NTC B57164 10 k, constituídos de semicondutor, que mede temperaturas entre -55°C e 125°C (segundo fornecedor). NTC é a sigla para o termo Negative Temperature Coefficient, que traduzindo significa Coeficiente Negativo de Temperatura. Isso significa que para um aumento de temperatura o termistor terá a sua resistência diminuída.

Para obter o valor da temperatura do sensor deve-se usar uma equação de Steinhart-Hart simplificada,

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln \frac{R}{R_0} \quad (1)$$

onde R é a resistência do sensor, R_0 à $T_0 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ é 10k Ohm e o coeficiente $B = 4300 \text{ K}$ são dados pelo fabricante. Podemos resolver essa equação para a temperatura,

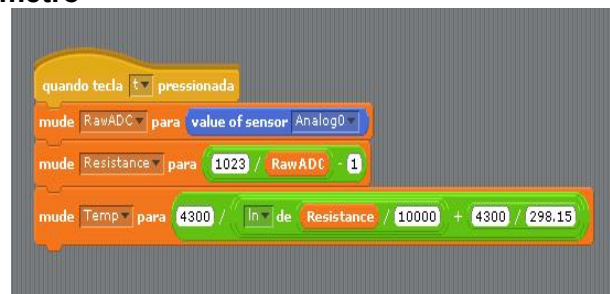
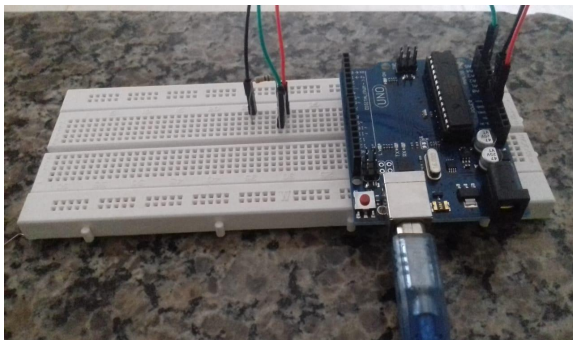
$$T = \frac{B}{\ln(R/r_\infty)} \quad (2)$$

sendo

$$r_\infty = R_0 e^{-B/T_0} \quad (3)$$

R é medido indiretamente através da medida da diferença de potencial no resistor conhecido (ver figura 9 esquerda). A leitura da temperatura neste caso foi feita na plataforma S4A.

Figura 9: Circuito da montagem e programa no ambiente S4A para a construção do termômetro



Os resultados experimentais atestam que é possível utilizar a linguagem de programação Scratch, em conjunto com o microcontrolador Arduino, para realização de atividades experimentais que apresentam resultados comparáveis aos caros equipamentos comerciais para laboratório didático de Física.

2.2 Produção Tecnológica (Desenvolvimento de produtos, protótipos, patentes, processos, metodologias, etc.):

Tecnologia para ensino experimental de física: fotogate de baixo custo utilizando o ambiente de programação Snap4arduino e a plataforma eletrônica Arduino.

2.3 Serviços (Análises, ensaios técnicos, levantamentos, estudos, assessorias, e as perspectivas de atuação neste segmento):

2.4 Publicações Técnico-científicas relacionadas ao Projeto (Artigos publicados em periódicos, comunicações em congressos, teses concluídas informando título, orientador, orientado, banca examinadora, data da defesa, capítulos em livros, manuais, etc.): Artigo aceito para publicação, **Using scratch programming to control photogates in educational physics experiments** L F da Silva and P S Carvalho 2020 *Phys. Educ.* 55 013001 <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab49e0>

2.5 Capacitação de Recursos Humanos (Participação em cursos, treinamentos, simpósios, congressos, etc.):
Mostra U. Porto realizada entre os dias 4 e 7 de abril de 2019 na cidade do Porto. Workshop “Mendeley & EndNote – Como elaborar referências bibliográficas automáticas”, no dia 10 de abril de 2019. Participação na disciplina Didática do mestrado de ensino de Física e Química da U. Porto.
2.6 Difusão (Realização de eventos e produção de materiais de divulgação e extensão, especificando sua contribuição para o conhecimento pela comunidade em geral do conteúdo do trabalho desenvolvido):
2.7 Outros (Mencionar outros resultados alcançados pelo Projeto que porventura não se enquadrem nas classificações anteriores):

3. DIFICULDADES ENCONTRADAS
3.1 Descreva os fatos ocorridos no período referente a este relatório que causaram dificuldades para a condução do Projeto.
4. COMENTÁRIOS GERAIS
4.1 Comentar aspectos do desenvolvimento geral do Projeto considerados relevantes até o momento.

5. ATIVIDADES DO PRÓXIMO SEMESTRE
.Informe as atividades previstas para o próximo semestre

Local: Porto, Portugal	
Data: 31 de março de 2020	<p><i>Paulo Simões Carvalho .</i></p> <p>Assinatura do Orientador</p>